



Etxebarria

6

LANBIDE HEZIKETARAKO Materialak

**LABORATEGIKO
ANTOLAKETA ETA
KUDEAKETA**

Euskara Zerbitzua
Ikasmaterialak

Toribio Etxebarria
Lanbide Heziketarako Materialak

6

Laborategiko Antolaketa eta Kudeaketa

M.^a Teresa Benítez Barquero

EUSKO JAURLARITZA



GOBIERNO VASCO

HEZKUNTZA, UNIBERTSITATE
ETA IKERKETA SAILA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN,
UNIVERSIDADES E INVESTIGACIÓN

Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia

Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco

Vitoria-Gasteiz, 2002

BENÍTEZ BARQUERO, M.^a Teresa

Laborategiko antolaketa eta kudeaketa / M.^a Teresa Benítez Barquero. —
1. argit. — Vitoria-Gasteiz : Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia,
2002.

or. ; cm. — (Toribio Etxebarria. Lanbide Heziketarako Materialak ; 6)
ISBN 84-457-1922-X

1. Laborategiak. I. Euskadi. Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Saila.
II. Izenburua. III. Bilduma.
542.1

ARGITARATUTAKO IZENBURUAK:

1. Prototipo elektronikoen garapena eta eraikuntza
2. Finantza kudeaketa
3. Giza baliabideak
4. Kultur animazioa
5. Analisi kimiko eta tresna bidezkoa
6. Laborategiko antolaketa eta kudeaketa

Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Sailak onetsia (2002-01-22)

Argitaraldia:	1.a, 2002ko abendua
Ale-kopurua:	600
©	Euskal Autonomia Erkidegoko Administrazioa Hezkuntza, Unibertsitate eta Ikerketa Saila
Argitaratzailea:	Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia Donostia-San Sebastián, 1 - 01010 Vitoria-Gasteiz
Egilea:	M. ^a Teresa Benítez Barquero
Azala:	Jesús Iturriza
Fotokonposaketa:	Composiciones RALI, S.A. Particular de Costa, 8-10, 7. ^a - 48010 Bilbao
Inprimaketa:	Estudios Gráficos ZURE, S.A. Carretera Lutxana-Asua, 24-A - Erandio Goikoa (Bizkaia)
I.S.B.N.:	84-457-1922-X
L.G.:	BI-87-03

AURKIBIDEA

1. ESTATISTIKA PROZESU ANALITIKOETAN	7
1.1. Oinarrizko kontzeptu matematikoak	9
1.2. Estatistika: sarrera	11
1.3. Aldagai bateko estatistika	14
1.4. Erroreak	20
1.5. Bi dimentsioko banaketak	31
1.6. Lagin estatistikoak	36
1.7. Inferentzia estatistikoa	42
1.8. Batez bestekoen diferentziaren lagin-banaketa	44
1.9. Hipotesi estatistikoak	45
1.10. Student-en t banaketa	50
2. KALITATEA	53
2.1. Kalitate totala	55
2.2. Kalitatea laborategian	93
2.3. Lan-prozedura normalizatuak (SOP's)	100
2.4. Instrumentuen protokoloen eginkizuna	101
2.5. Laginketa	105
3. INFORMATIKA	119
3.1. Excel-en aplikazioak	121
3.2. Funtzioak programaren aplikazioak	128
4. FABRIKAZIO-PROZESUAK	139
4.1. Industria kimikoak	141

*Estatistika prozesu
analitikoetan*

1

AURKIBIDEA

1. ESTADISTIKA PROZESU ANALITIKOETAN

1.1. OINARRIZKO KONTZEPTU MATEMATIKOAK	9
1.1.1. Datuen biribilketa	9
1.1.2. Notazio zientifikoa	9
1.1.3. Zifra adierazgarriak	9
1.1.4. Ariketak	10
1.2. ESTADISTIKA: SARRERA	11
1.2.1. Definizioak	11
1.2.2. Estatistikaren atalak	11
1.2.3. Oinarrizko kontzeptuak	11
1.2.4. Maiztasun absolutua eta erlatiboa	12
1.2.5. Informazioaren tratamendua. Maiztasun-taulak	12
1.3. ALDAGAI BATEKO ESTADISTIKA	14
1.3.1. Zentralizazio-neurriak	14
1.3.2. Dispersio neurriak	18
1.4. ERROREAK	20
1.4.1. Doitasuna	20
1.4.2. Zehaztasuna	21
1.4.3. Errore-motak emaitza analitikoetan	22
1.4.4. Emaitza analitikoetan multzo txikien tratamendu estatistikoa	22
1.4.5. Ariketak	26
1.4.6. Errore mugagarriak gutxitzeko prozedurak	27
1.4.7. Muga-erroreak eta substantzia-kantitateak analisi kuantitatiboetan	28
1.4.8. Analisi kimikoaren normalizazioa	29
1.5. BI DIMENTSIOKO BANAKETAK	31
1.5.1. Aldagai estatistiko bidimentsionalak (x, y)	31
1.5.2. Maiztasun-taula bidimentsionalak eta sakabanatze edo dispersio-diagramak	31
1.5.3. Aldagai bidimentsional estatistiko baten batez bestekoa, bariantza eta kobariantza	32
1.5.4. Parametro estatistikoen kalkulua	33
1.5.5. Korrelazioa eta erregresioa	33
1.5.6. Ariketak	35
1.6. LAGIN ESTADISTIKOAK	36
1.6.1. Gauss-en kanpaia: kurba normala	36
1.6.2. Tarte karakteristikoak	36
1.6.3. Laginen batez bestekoen banaketa	38
1.6.4. Banaketa binomiala	38
1.6.5. Banaketa normala: ariketak	39
1.6.6. Banaketa binomiala: ariketak	40
1.6.7. Binomiala → normala	41
1.6.8. Lagin estatistikoak: ariketak	41
1.7. INFERENTZIA ESTADISTIKOA	42
1.7.1. Sarrera	42
1.7.2. Populazio baten batez bestekoaren estimazioa	42
1.7.3. Proporzio edo probabilitate baten estimazioa	43
1.7.4. Inferentzia estatistikoa: ariketak	43
1.8. BATEZ BESTEKOEN DIFERENTZIAREN LAGIN-BANAKETA	44
1.8.1. Batez bestekoen diferentzia: ariketak	45
1.9. HIPOTESI ESTADISTIKOAK	45
1.9.1. Sarrera	45
1.9.2. Hipotesia egiaztatu	46
1.9.3. Hipotesiak batez bestekoari begira egiaztatu	46
1.9.4. Hipotesiak proporzioari begira egiaztatu	48
1.9.5. Hipotesi estatistikoak: ariketak	49
1.10. STUDENT-EN t BANAKETA	50
1.10.1. Sarrera	50
1.10.2. Konfiantza-tarteak	50
1.10.3. Hipotesia eta esangura-maila	51
1.10.4. Student-en t banaketa: ariketak	51

1.1. OINARRIZKO KONTZEPTU MATEMATIKOAK

1.1.1. Datuen biribilketa

Zenbaki bat biribildu nahi dugunean hurrengo arauak kontuan hartu behar ditugu:

- Zenbakiaren azkeneko zifra 5 baino handiagoa bada, aurrekoari unitate bat gehitzen zaio.

Adibidez, 72,8 zenbakia 73ra biribiltzen da, 73tik hurbilago dagoelako 72tik baino.

- Zenbakiaren azkeneko zifra 5 baino txikiagoa izanez gero, aurrekoa dagoen bezala uzten da.

Adibidez, 72,4 zenbakia 72ra biribiltzen da, 72tik hurbilago dagoelako 73tik baino.

- Zenbakiaren azkeneko zifra 5 bada, aurretik doan *bikoiti osora* biribiltzen da.

Adibidez, 72,465 zenbakia 72,46 ra biribiltzen da edo 183,575 zenbakia 183,58 bezala adieraz daiteke eta 116.500.000 116.000.000ra biribiltzen da.

Metodo hori erabilgarria da, eragiketa asko egiten direnean, biribilketaren errore metatuak minimizatzeko.

1.1.2. Notazio zientifikoa

Zenbakiak, batez ere koma hamartarraren aurrean edo atzean zero asko dutenak, idazte-rakoan interesgarria da notazio zientifikoa erabiltzea 10eko potentzien bitartez.

$$\begin{aligned} \text{Adibideak: } 864.000.000 &= 8,64 \cdot 10^8 \\ 0,00003416 &= 3,416 \cdot 10^{-5} \end{aligned}$$

Notazio zientifikoa kalkulan baliagarria da. Hurrengo erregelak kontuan hartuko ditugu:

$$(10^p)(10^q) = 10^{p+q} \quad \frac{10^p}{10^q} = 10^{p-q}$$

p eta q zenbaki arbitrarioak dira.

$$\text{Adibideak: } (4.000.000)(0,0000000002) = (4 \cdot 10^6)(2 \cdot 10^{-10}) = 4 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 10^{-10} = 8 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{(0,006)(80.000)}{0,04} = \frac{(6 \cdot 10^{-3})(8 \cdot 10^4)}{4 \cdot 10^{-2}} = \frac{48 \cdot 10}{4 \cdot 10^{-2}} = \frac{48}{4} \cdot 10^{1-(-2)} = 12 \cdot 10^3 = 12.000$$

1.1.3. Zifra adierazgarriak

Kimikan, emaitza analitikoak ematen direnean, zifra adierazgarrien erabilpen egokia garrantzizkoa da. Zifra adierazgarriak balio erreala dutenak dira, hau da, neurketaren doitasuna adierazten duen eskuineko azkeneko zifra adierazgarria izango da. Horrela, 3,710 eta 0,03710 zenbakiek 4 zifra adierazgarri dituzte, eskuineko zeroa adierazgarria baita.

Kalkulu analitikoetan zifra adierazgarriak ondo erabiltzeko kontuan izan behar dugu:

1. Balio numeriko bat adieraztean, bakarrik seguru ez den zifra adierazgarri bat eman behar da.

Horrela, bureta baten irakurketan 34,45 ematen badugu, 5a egokia da, eskalaren bi zatiketaren interpolazioz lortzen delako, eta seguraski ez da segurua. Era berean, balantza analitiko batekin egindako pisaldian, emaitza lau zifra hamartarrekin ematea nahikoa da.

2. Kantitate desberdinen batuketan edo kenketan, emaitzaren zifra hamartarren kopurua zifra hamartar gutxien duen kantitatearena baino handiago ezin da izan (zifra hamartarren kopuru berdina izan behar dute).

Esate baterako, $0,0314 + 35,46 + 1,03468$ batuketa egiteko, kantitateak horrela adierazi behar ditugu $0,03 + 35,46 + 1,03 = 36,52$.

3. Biderkaketak eta zatiketak egiterakoan, zenbakiak zifra adierazgarrien kopuru berdina izan behar dute.

Adibidez, $21,346 \times 0,00301 \times 0,4404$ biderkatzerakoan, kontuan izan behar dugu erdiko gaiak bakarrik hiru zifra adierazgarri dituela eta beste biak biribildu behar direla, emaitza $21,3 \times 0,00301 \times 0,440 = 0,0282$ da eta hiru zifra adierazgarri ditu.

4. Kalkulu guztiak, azkeneko zifra adierazgarriaren balioak ± 1 desbidazioarekin egingo ditugu, datuek hurbilketa handiagoa duela adierazten dutenean izan ezik.

1.1.4. Ariketak

1. Adierazi hurrengo zenbakiak duten zifra adierazgarrien kopurua:

a) 0,062005	g) 60,025	m) 0,0003014	s) 6,111
b) 31,4	h) $3,14 \times 10^{-2}$	n) 35,458	t) 0,002605
c) 0,00625	i) 4,2	o) 91,22	u) 2,6528
d) 2,81	h) 620,1	p) 0,0011	v) 0,0314
e) 0,60025	k) 96,494	q) 0,014334	w) 0,0101
f) 41,3798	l) 44,21	r) 1,008	

2. Adierazi aurreko ariketako zenbakiak hiru zifra adierazgarriekin.

3. Adierazi hurrengo kalkuluen emaitzak zifra adierazgarrien kopuru egokiarekin:

- a) $4,1374 + 2,81 + 0,0603 = 7,0077$
- b) $4,1374 - 0,0603 - 4,0771 = 4,0771$
- c) $4,1374 - 2,81 = 1,3274$
- d) $2,81 - 0,0603 = 2,7497$
- e) $4,1374 - (2,81 + 0,0603) = 1,2671$

4. Adierazi hurrengo eragiketen emaitzak zifra adierazgarrien kopuru egokiarekin:

- a) $14,37 \times 6,44 = 92,5428$
- b) $0,0613 \times 0,4044 = 0,02478972$
- c) $0,0613 : 0,4044 = 0,151582$

$$d) 0,841 : 297,2 = 0,00282974$$

$$e) 4,1374 \times \frac{0,841}{297,2} = 0,0117077$$

5. Adierazi hurrengo kalkuluen emaitzak zifra adierazgarrien kopuru egokiarekin:

$$a) \frac{4,178 + 0,0037}{60,4} = 0,0692334\dots$$

$$b) \frac{4,178 \times 0,0037}{60,4} = 0,000255937\dots$$

$$c) \frac{4,178 - 4,032}{1,127} = 0,119967\dots$$

$$d) \frac{4,178 + 4,032}{1,217} = 6,74609\dots$$

$$e) \frac{(6,3194 - 4,1387)(204,2)}{0,2148} = 2073,08\dots$$

1.2. ESTADISTIKA: SARRERA

1.2.1. Definizioak

Estatistika estatu hitzetik dator, antzina populazio-erregistroa, jaiotza, heriotza, uzta, zerga eta abarrekin erlazionatzen baitzen. Datu-multzoa tauletan edo grafikoetan banatua agertzen zen. Gaurko definizioa zera litzateke: *erabakiak hartzeko metodoa*; horregatik, jakintza-arlo guztietan ikerketa estatistikoa askotan erabiltzen da.

1.2.2. Estatistikaren atalak

Estatistika deskriptiboa edo deduktiboa: Datu-bilketa, tauletako ordenazioa, adierazpen grafikoa eta banaketaren parametro estatistikoen kalkuluz arduratzen da. Ez da probabilitate-kalkulua erabiltzen.

Estatistika inferentziala edo induktiboa: Estatistika Deskriptiboan lortutako datuak erabiltzen ditu. Probabilitate-kalkuluan oinarritzen da.

1.2.3. Oinarrizko kontzeptuak

- *Populazioa*: aztertu nahi diren elementuen multzoa.
- *Lagina*: populazioaren edozein azpimultzo.
- *Tamaina*: laginaren elementu-kopurua.
- *Zentsua*: lagina eta populazioa berdinak badira.
- *Indibiduo* (objektua): populazioaren elementu bakoitza.
- *Karaktereak eta aldagarriak*: karaktereak dira populazioko indibiduoetan aztertu nahi ditugun alderdiak. Izan daiteke:
 - *Karaktere kuantitatiboa* (neur daitekena).
 - *Karaktere kualitatiboa* (ezin da neurtu, gonbaratu baizik).

- *Aldagai estatistikoa*: karaktere estatistiko batek hartzen duen balio-multzoa. Izan daiteke:
 - *Kuantitatiboa* edo *kualitatiboa*.
 - *Desjarraia*, balio bakar batzuk har baditzake.
 - *Jarraia*, tarte bateko balio guztiak har baditzake.

Adibidea:

Lantegi batean egunero 1000 botila ozpin prestatzen dituzte eta egunero 10 botila analizatzen dituzte azido azetikoaren kontzentrazioa neurtzeko.

Populazioa: 1000 botilak dira.

Lagina: 10 botila.

Laginaren tamaina: 10.

Indibiduoak: botila bakoitza.

Karakterea: azido azetikoaren kontzentrazioa (kuantitatiboa).

Klasearen marka: tarte bakoitzeko muturren arteko batez bestekoa. Aldagai bat tartetan biltzean informazio-galera gertatzen da. Hori dela eta, kontuan hartuko dugu:

- *Tartearen luzera*: guztiak berdina izatea komeni da.
- *Tarte kopuru totala*: \sqrt{n} izan daiteke (n = banaketaren elementu-kopurua).
- *Muturren aukera*: aldagaiaren balioak ez izatea komeniko litzateke. Balira, aurreko tartean edo hurrengo tartean sartuko lirateke.
- *Klasearen markak*: zenbaki osoak edo zifra hamartar gutxi izatea komeni da.

Adibidea:

100 ardo-laginetan 16 eta 35 arteko p.p.m. Cu lortu dira.

Datuak 4 tartetan bil daitezke: [16-21), [21-26), [26-31), [31-36)

Klasearen markak: 18,5 23,5 28,5 33,5

1.2.4. Maiztasun absolutua eta erlatiboa

x_i balioaren maiztasun *absolutua* balioa errepikatzen den aldien kopurua da: f_i

Maiztasun absolutu metatua F_i

$$F_i = f_1 + f_2 + \dots + f_i$$

Maiztasun erlatiboa h_i

$$h_i = \frac{f_i}{N} \quad (N = \text{datu-kopuru totala})$$

Maiztasun erlatibo metatua H_i

$$H_i = \frac{F_i}{N} = h_1 + h_2 + \dots + h_i$$

1.2.5. Informazioaren tratamendua. Maiztasun-taulak

Lagin baten analisisan jarraitu behar diren pausoak:

1. Datuen bilketa.

2. Datuak ordenatu: ordena gorakorrean edo beherakorrean jarri.
3. Maiztasunaren kontaketa: lortutako datuak kontatu.
4. Datuen elkarketa: datuak klasetan elkartu (\sqrt{n}).
Klaseen mugak adierazi (goikoa L_m eta behekoa L_i).
Klaseen markak adierazi.
5. Talula estatistikoa egin: x_i, f_i, F_i, h_i, H_i

Adibidea:

Konposatu kimiko batetik 30 lagin hartu dira eta Fe portzentaiak neurtu dira; lortutako datuak ondoren adierazten dira. Kalkula ezazu maiztasun-etaula.

5, 3, 4, 1, 2, 8, 9, 6, 7, 6, 6, 7, 9, 8, 7, 7, 1, 0, 1, 5, 9, 9, 8, 0, 8, 0, 8, 9, 5, 7

x_i	f_i	F_i	h_i	H_i
0	3	3	3/30	2/30
1	3	6	3/30	6/30
2	1	7	1/30	7/30
3	1	8	1/30	8/30
4	1	9	1/30	9/30
5	3	12	3/30	12/30
6	3	15	3/30	15/30
7	5	20	5/30	20/30
8	5	25	5/30	25/30
9	5	30	5/30	1
	30		1	

Adibidea:

36 gantz-lagin hartu dira eta azidotasan-maila neurtzeko gastatu diren LICOR ACIDI-METRICO RE delakoaren ml-ak ondoren adierazten dira. Egin maiztasun-etaula.

3, 2, 11, 13, 4, 3, 2, 4, 5, 6 7, 3, 4, 5, 3, 2, 5, 6, 27, 15, 4, 21, 12, 4, 3, 6, 29, 13, 6, 17, 6, 13, 6, 5, 12, 26

36 datu daude; $\sqrt{n} = \sqrt{36} = 6$ tartetan banatuko ditugu

Klaseak	Klaseen markak x_i	f_i	F_i	h_i	H_i
[0-5)	2,5	13	13	13/36	13/36
[5-10)	7,5	11	24	11/36	24/36
[10-15)	12,5	6	30	6/36	30/36
[15-20)	17,5	2	32	2/36	32/36
[20-25)	22,5	1	33	1/36	33/36
[25-30)	27,5	3	36	3/36	1
		36		1	

1.3. ALDAGAI BATEKO ESTADISTIKA

1.3.1. Zentralizazio-neurriak

1.3.1.1. Batez bestekoa \bar{X}

$$\bar{X} = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

Datuak: x_i

Maiztasuna: f_i

(Datuak klasetan biltzen badira, x_i klaseen markak dira)

Adibideak:

1. Ur-lagin batzuk hartu eta kloruroaren kontzentrazioak mg/l-tan neurtu dira, eta lortutako neurriak 3, 5, 5, 5, 4, 6, 5, 3 dira. Kalkulatu batez bestekoa.
2. 88 ur-lagin hartu eta Mg-aren kontzentrazioak mg/l-tan neurtu dira; lortutako datuak taulan adierazten dira. Kalkulatu batez bestekoa.

[Mg]	f_i
[38-44)	7
[44-50)	8
[50-56)	15
[56-62)	25
[62-68)	18
[68-74)	9
[74-80)	6

3. 40 ur-botila hartu eta silizearen (SiO_2) kontzentrazioak mg/l-tan neurtu ditugu, eta emaitzak hauek dira:

[SiO_2] mg/l	1	2	3	4	5	6	7	8	9
f_i	2	2	4	5	8	9	3	4	3

Kalkulatu batez bestekoa.

1.3.1.2. Moda M_o

Aldagai estatistiko baten *moda* maiztasun absolutu handiena duen balioa da. Banaketak moda bat baino gehiago izan ditzake; 2 baditu banaketa bimodala, 3 baditu trimodala... izango da.

Tarteetan *klase modala* definitzen da:

$$M_o = L_i + c \cdot \frac{D_1}{D_1 + D_2}$$

L_i = klase modalaren beheko muga

c = tartearen zabalera

D_1 = klase modalaren maiztasun absolutuaren eta aurreko klasearen maiztasun absolutuaren arteko kendura ($D_1 = f_a - f_{a-1}$)

D_2 = klase modalaren maiztasun absolutuaren eta hurrengo klasearen maiztasun absolutuaren arteko kendura ($D_2 = f_a - f_{a+1}$)

Adibideak:

1. Maiztasun-banaketa emanik, kalkulatu moda:

x_i	1	2	3	4	5	6
f_i	6	7	14	10	14	9

2. 40 ur-botila hartu eta silize (SiO_2) kontzentrazioak mg/l-tan neurtu ditugu, eta emaitzak hauek izan dira:

[SiO_2] mg/l	1	2	3	4	5	6	7	8	9
f_i	2	2	4	5	8	9	3	4	3

Kalkula ezazu moda.

3. 88 ur-lagin hartu eta Mg kontzentrazioak mg/l-tan neurtu dira; lorturiko datuak taulan adierazten dira. Kalkula ezazu moda.

[Mg]	f_i
[38-44)	7
[44-50)	8
[50-56)	15
[56-62)	25
[62-68)	18
[68-74)	9
[74-80)	6

1.3.1.3. Mediana M

Populazioaren erdiko balioari *mediana* esaten zaio.

Medianaren kalkulua: datuak txikienetik handienara ordenatu.

a) Aldagai estatistiko desjarraia

– Datu sinpleak:

Datu-kopurua bakoitia bada, erdiko balioa da mediana.

2, 3, 5, 6, 9, 11, 12 M=6

Datu-kopurua bikoitia bada, mediana erdiko bi balioen batez bestekoa da.

2, 3, 5, 6, 9, 11, 12, 13 $M = \frac{6 + 9}{2} = 7,5$

– Bildutako datuak:

Datuen erdiak baino gehiago duen maiztasun absolutu metatuaren aldagaiak duen 1. balioa da mediana. ($F_i > N / 2 \rightarrow x_i$)Datuen erdiak balio bati dagokion maiztasun absolutu metatuarekin kointziditzen badu, mediana balio horren eta hurrengoaren arteko batez bestekoa da. ($F_i = N / 2 \rightarrow \frac{x_i + x_{i+1}}{2}$)

Adibideak:

Aurreko ataleko lehenengo bi adibideetan kalkulatu mediana.

b) Aldagai estatistiko jarraia

$$M = L_i + c \frac{\left(\frac{N}{2}\right) - F_{i-1}}{f_i}$$

 L_i = klase medianaren beheko limitea c = tartearen zabalera N = datu-kopuru totala F_{i-1} = klase medianaren aurreko klasearen maiztasun absolutu metatua f_i = klase medianaren maiztasun absolutua

Adibidea:

Aurreko ataleko 3. adibidean kalkulatu mediana.

1.3.1.4. Batez bestekoaren, modaren eta medianaren arteko erlazioa

Batez bestekoa – Moda = 3 (Batez bestekoa – Mediana)

$$\bar{x} - M_o = 3 (\bar{x} - M)$$

1.3.1.5. Kuantilak

Posizio-parametroak dira eta atal ezberdinetan zatitzen dute banaketa.

a) *Kuartilak* Q_1, Q_2, Q_3 hiru balioek datu-segida 4 atal berdinetan banatzen dute.

$$Q_n = L_{in} + c \left[\frac{\left(n \frac{N}{4} \right) - F_{(i-1)_n}}{f_{i_n}} \right]$$

b) *Kintilak* K_1, K_2, K_3, K_4 lau balioek datu-segida 5 atal berdinetan banatzen dute.

$$K_n = L_{in} + c \left[\frac{\left(n \frac{N}{5} \right) - F_{(i-1)_n}}{f_{i_n}} \right]$$

c) *Dezilak* D_1, D_2, \dots, D_9 9 balioek datu-segida 10 atal berdinetan banatzen dute.

$$D_n = L_{in} + c \left[\frac{\left(n \frac{N}{10} \right) - F_{(i-1)_n}}{f_{i_n}} \right]$$

d) *Pertzentilak* P_1, P_2, \dots, P_{99} 99 balioek datu-segida 100 atal berdinetan banatzen dute.

$$P_n = L_{in} + c \left[\frac{\left(n \frac{N}{100} \right) - F_{(i-1)_n}}{f_{i_n}} \right]$$

$$M = Q_2 = D_5 = P_{50}$$

Adibideak:

- 40 ur-botila hartu eta silize (SiO_2) kontzentrazioak mg/l-tan neurtu ditugu, eta emaitzak hauek izan dira:

[SiO₂] mg/l	1	2	3	4	5	6	7	8	9
f_i	2	2	4	5	8	9	3	4	3

Kalkulatu: a) 1. eta 3. koartilak; b) 30. eta 70. pertzentilak.

2. 88 ur-lagin hartu eta Mg-aren kontzentrazioak mg/l-tan neurtu dira; datuak taulan adierazten dira. Kalkula itzazu: a) 1. eta 3. koartilak; b) 40. eta 90. pertzentilak.

[Mg]	f_i
[38-44)	7
[44-50)	8
[50-56)	15
[56-62)	25
[62-68)	18
[68-74)	9
[74-80)	6

1.3.2. Dispersio neurriak

1.3.2.1. Ibiltartea edo heina

Aldagai estatistikoaren balio handiaren eta txikiaren arteko kendura da.

Oharrak:

- Banaketaren ibiltartea txikiagoa den neurrian erdiko balioaren errepresentatibitatea handiagoa da.
- Ibiltartearen kalkulua erraza da.
- Kalitate-kontrolako prozesuan, pisuak, bolumenak, luzerak egiaztatzeko aplikazio handia du.
- Desabantaila da bi muturretako balioak bakarrik erabiltzea.
- Horregatik, askotan beste bi kalkulu egiten dira:
 - Ibiltarte interkoartilkoa: $Q = Q_3 - Q_1$
 - Pertzentilen arteko ibiltartea: $P = P_{90} - P_{10}$

Adibidea:

Disoluzio baten 8 lagin hartu dira eta Cu-aren eta Fe-aren kontzentrazioak neurtu dira, eta ondoko taulan agertzen dira datuak. Kalkulatu Cu-aren kontzentrazioaren ibiltartea eta Fe-arena.

Cu	46	48	49	50	50	51	52	54
Fe	10	18	30	50	50	70	82	90

1.3.2.2. Batez besteko desbidazioa, B.d.

$$B.d. = \frac{f_1 |x_1 - \bar{x}| + f_2 |x_2 - \bar{x}| + \dots + f_n |x_n - \bar{x}|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i |x_i - \bar{x}|}{n}$$

Adibidea:

Kalkulatu {2, 3, 6, 8, 11} datu-multzoaren batez besteko desbidazioa.

1.3.2.3. Desbidazio estandarra

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i(x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n f_i}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i x_i^2}{\sum_{i=1}^n f_i} - \bar{x}^2}$$

s, populazioaren lagin baten desbidazio estandarra da; populazio osoarena denean, σ ikurrez adierazten da eta izendatzailean $\sum_{i=1}^n f_i = n$ agertu beharrean n-1 agertzen da.

n handia denean ($n > 30$), s eta σ definizioen artean ez dago alde handirik.

1.3.2.4. Bariantza s^2

Bariantza desbidazio estandarren karratua da.

Populazioaren lagin baten bariantza s^2 adierazten da, eta populazio osorakoa, σ^2 .

Adibideak:

- 40 ur-botila hartu eta silize (SiO_2) kontzentrazioak mg/l-tan neurtu ditugu, eta emaitzak hauek izan dira:

[SiO_2] mg/l	1	2	3	4	5	6	7	8	9
f_i	2	2	4	5	8	9	3	4	3

Kalkulatu: Ibiltartea, bariantza eta desbidazio estandarra.

- 88 ur-lagin hartu eta Mg-aren kontzentrazioak mg/l-tan neurtu dira eta datuak taulan adierazten dira. Kalkulatu: a) ibiltartea; b) bariantza; c) desbidazio estandarra.

[Mg]	f_i
[38-44)	7
[44-50)	8
[50-56)	15
[56-62)	25
[62-68)	18
[68-74)	9
[74-80)	6

1.3.2.5. \bar{X} eta s batera erabiltzen direnean

Banaketa normalean:

- Datuen %68,27 ($\bar{X} - s, \bar{X} + s$) tartean dago.
- Datuen %95,45 ($\bar{X} - 2s, \bar{X} + 2s$) tartean dago.
- Datuen %99,73 ($\bar{X} - 3s, \bar{X} + 3s$) tartean dago.

Adibideak:

1. Sendagai batzuetan hurrengo sakarosa-kantitateak, mg-tan, aurkitu dira:

50, 23, 45, 36, 56, 34, 56, 67, 45, 34, 23, 45, 23, 67, 54, 21, 34, 43, 12, 78, 36, 49, 53, 27, 66, 31, 45, 22, 33, 44, 48, 53, 57, 77, 31, 23, 47, 52, 33, 37, 64, 21

Egiaztatu datuen %68 ($\bar{X} - s, \bar{X} + s$) tartean daudela.

2. Kapsula batzuk analizatu dira, eta dituzten laktosa mg-ak ondoren adierazten dira:

63, 69, 71, 56, 58, 68, 73, 67, 65, 72, 78, 56, 68, 65, 72, 58, 69, 71, 63, 71, 65, 77, 51, 81, 67, 67, 65, 66, 68, 69, 61, 65, 70

Kalkulatu:

- a) Kuartilak eta ibiltarte interkuartilikoa.
- b) P_{90} eta P_{10} eta pertzentilen arteko ibiltartea.

1.4. ERROREAK

Kantitate fisiko baten edozein neurketak ziurgabetasun-maila du; ikertzailea kantitate horren benetako baliora hurbildu baino ezin da egin. Adibidez, pisu atomikoen kalkulek oso metodo zehatzak behar dituzte; aldiz, erabilpen industrialetarako karearen analisiak zehaztasun-maila txikiagoa izan dezake. Hori dela eta, ikertzaileak neurketen ziurgabetasuna ebaluatu beharko du.

Neurketan lor daitekeen zehaztasuna denborarekin eta lortzeko egindako ahaleginarekin zuzenki erlazionatuta dago.

1.4.1. Doitasuna

Doitasuna emaitzen errepikapena adierazteko erabiltzen da. Baldintza berdinetan burutu diren bi neurketa edo gehiagoren balio numerikoen artean dagoen komunztadura da. Kimikariek emaitzen doitasuna desbidazioaren funtzioan neurtzen dute.

Desbidazio absolutua. Datu esperimentalak eta datu-multzotik aukeratutako balio onenaren (batez bestekoaren edo medianaren) arteko kenduraren balio absolutua da.

$$D.a. = |a - \bar{X}|$$

a = datu esperimentalak

\bar{X} = batez bestekoa

Adibidea:

Demagun lagin batean, analisi batzuen ondorioz, kloruroaren portzentaiak neurtu eta emaitzak hauek izan direla: 24,39; 24,20 eta 24,28. Eman ezazu analisiaren emaitza.

Lagina	Kloruroa %-tan	Batez bestekoarekiko desbidazioa
1	24,39	0,10
2	24,20	0,09
3	24,28	0,01
Batez bestekoa	24,29	0,07

Analisiaren emaitza bezala $\%24,29 \pm 0,07$ kloruro emango dugu.

Desbidazio erlatiboa. Desbidazio absolutua eta balio onenaren arteko zatidura da. Ehuneko edo milako partetan ematen da.

$$\text{D.e.} = \frac{D.a.}{\overline{IX}} \cdot 100 \quad \text{edo} \quad \text{D.e.} = \frac{D.a.}{\overline{X}} \cdot 1000$$

Adibidea:

Aurreko adibidearekin jarraituz:

$$\text{D.e.} = \frac{0,07,100}{24,29} = 0,29 \approx \%0,3 \quad \text{edo} \quad \text{D.e.} = \frac{0,07,1000}{24,29} = 2,9 \approx 3 \text{ (milako 3 parte)}$$

1.4.2. Zehaztasuna

Zehaztasunak neurketa baten emaitzaren eta benetako balioaren arteko kointzidentzia-maila adierazten du. Doitasunak edo prezisioak, berriz, neurketaren balioa balio onenarekin (batez bestekoarekin edo medianarekin) gonbaratzen du.

Errore absolutua. Errore absolutua neurketaren balioaren eta benetako balioaren arteko kendura da.

$$E = O - A$$

E = Errore absolutua
O = Neurketaren balioa
A = Benetako balioa

Adibidea:

Aurreko adibidearekin jarraituz, laginaren benetako kloruro-neurria $\%24,34$ dela suposatuko dugu. Errore absolutua hau izango da:

$$E = 24,29 - 24,34 = -0,05$$

Ikurrak errorea goitik edo behetik den adierazten du.

Errore erlatiboa. Errore absolutuaren eta benetako balioaren arteko zatidura da. Ehuneko edo milako partetan adierazten da.

$$\text{E.e.} = \frac{E}{A} \cdot 100 \quad \text{edo} \quad \text{E.e.} = \frac{E}{A} \cdot 1000$$

Adibidea:

$$\text{E.e.} = \frac{0,05}{24,34} \cdot 100 = -0,21 \approx \% - 0,2$$

$$\text{E.e.} = \frac{0,05}{24,34} \cdot 1000 = -2,1 \approx - 2 \text{ (milako 2 parte)}$$

Laburtuz, zehaztasuna neurketaren benetako balioa edo onartutako balioa ezagutzen denean bakarrik kalkula daiteke; neurketa-multzoa dagoenean, aldiz, doitasuna adieraz dezakegu beti. Beste informaziorik ez badago, doitasunak adierazten du analisia ondo eginda dagoela.

1.4.3. Errore-motak emaitza analitikoetan

1.4.3.1. *Errore mugagarriak*

Errore pertsonalak. Esperimentatzaileak anailisietan egiten dituenak dira. Adibidez, gaizki pisatzea, bolumena buretan gaizki irakurtzea; analisi kuantitatiboetan, hasieran aldaketa-erroreak egiten dira, substantzia kimikoak ontzi batetik beste batera pasatzerakoan, edo lagina kutsatzen denean.

Errore instrumentalak. Analistaren lanerako tresnak dituenak dira. Adibidez, balantza analitikoaren pisuen tolerantzia; tresna bolumetrikoen (buretak, pipetak eta matzaze aforatuak) bolumena ez da graduazioan markatuta datorrena.

Errore metodikoak. Saiakuntza-metodoenak dira. Esate baterako, disolbagaitza den substantziak disolbagarritasun finitua du; analisi grabimetrikoan, prezipitatu ondo garbitzen ez bada, kutsatuta geratzen da eta emango duen pisua handiegia izango da; gehiegi garbituz gero, prezipitatu-kantitate bat galduko du. Bi kasuetan errorea egiten da, analisisian lor daitekeen zehaztasunean muga jarritz.

1.4.3.2. *Errore mugaezinak*

Errore mugaezinak akzidentalak edo zoriz gertatzen direnak dira. Eskala graduatu baten bi marraren artean egiten den interpolazioak errorea sortzen du.

1.4.4. Emaitza analitikoetan multzo txikien tratamendu estatistikoa

Gehienetan, emaitza analitikoak bi eta sei neurketaren arteko ondorio dira. Gainera, askotan taldeko balio bat asko desbideratzen da besteekiko. Eta ez dakigu errore mugagarri bategatik edo errore mugaezin bategatik gertatu den. (Errore mugagarri bategatik izan bada, gainditu egin daiteke). Estatistikaren bidez, datua onartzen den edo ez erabaki daiteke.

Adibidea:

Kaltzita (CaCO_3) lagina hartu eta duen kaltzio oxido ehunekoak neurtu da, eta emaitzak taulan agertzen dira. Datuak ordena gorakorrean kokatu dira eta ez ordena kronologikoan; antolaketa horrek medianaren kalkulua errazten du. Batez bestekoarekiko eta medianarekiko desbidazioak kalkulatu dira.

Saioa	% CaO	Batez bestekoarekiko desbidazioak, d	d^2	Medianarekiko desbidazioak, d_m
3	55,95	0,11	0,0121	0,09
4	56,00	0,06	0,0036	0,04
2	56,04	0,02	0,0004	0,00
1	56,08	0,02	0,0004	0,04
5	56,23	0,17	0,0289	0,19
Batez bestekoa	56,06	0,08		0,07

Batez besteko desbidazioa. Batez besteko desbidazioa kalkulatzeko, emaitza guztien desbiderapenak batez bestekoarekiko (%56,06) batzen dira (%0,38) eta datu-kopuru totalarekin (5) zatitzen da. Emaitza-multzoa %56,06 \pm 0,08 CaO bezala adieraziko dugu. Edo, baita *batez besteko desbidazio erlatiboa* ere, ehuneko edo milako partetan, erabil dezakegu emaitzen doitasuna adierazteko.

Datuak aztertzen baditugu, 5. saioaren desbidazioa besteak baino handiagoa dela ikus dezakegu; datu hori elimina daiteke arbitrarioki, baina Estatistikan datuen faltsutasunari *sesgoaren* sarrerara deitzen zaio. Datua onartuz gero, desabantailak ditu, oso urrunekoa denez, eragin handia du batez bestekoari. Kasu horietan, balio onena mediana (%56,04) hartuko dugu. Batez besteko desbidazioa medianarekiko kalkulatu da eta emaitza %56,04 \pm 0,07 CaO ematen da.

Datu asko daudenean, batez besteko desbidazioa ez da errepresentatiboa. Askotan, datu-multzo handi baten batez besteko desbidazioa handiagoa da datu-kopuru txiki batenarekin gonbaratzen dugunean.

Desbidazio standarda. Batez bestekoarekiko desbidazio estandarra kalkulatu da, eta ez medianarekiko, errorea txikiago delako.

$$s = \sqrt{\frac{0,121 + 0,0036 + 0,0004 + 0,0004 + 0,0289}{5 - 1}} = 0,106 \approx 0,11$$

1.4.4.1. Konfiantza-mugak

Emaitza-multzoaren desbidazio estandarren kalkulua baliagarria da, erabilitako neurketa-metodoaren doitasuna adierazten duelako. Baina ezin du auresan espermentalki lortutako batez bestekoa, \bar{X} , benetako batez bestekoari, μ , hurbiltzen zaion ala ez, bien artean beti desberdintasuna dagoelako, emaitza analitikoak multzo txikietan lortzen baitira. Bien arteko desberdintasuna txikiagotzen da datu kopurua, N, handiagotzen denean eta doitasuna altua denean.

Neurketaren benetako batez bestekoa konstante ezezaguna da. Estatistikak muga batzuk definitzen ditu espermentalki kalkulatuak batez bestekoaren, \bar{X} , inguruan, eta muga horien artean $\bar{X} = \mu$ izateko probabilitatea handia da.

$$\text{Konfiantza-mugak} = \pm \frac{ts}{\sqrt{N}}$$

s = desbidazio estandarra

N = datu-kopurua

t = parametro bat da, taulatuta dago eta datu-kopuruaren eta probabilitate-mailaren menpe dago

t-ren balioak probabilitate-maila desberdinetarako

N	%80	%90	%95	%99
2	3,08	6,31	12,7	63,7
3	1,89	2,92	4,30	9,92
4	1,64	2,35	3,18	5,48
5	1,53	2,13	2,78	4,60
6	1,48	2,02	2,57	4,03
7	1,44	1,94	2,45	3,71
8	1,42	1,90	2,36	3,50
9	1,40	1,86	2,31	3,36
10	1,38	1,83	2,26	3,25
11	1,37	1,81	2,23	3,17
12	1,36	1,80	2,20	3,11
13	1,36	1,78	2,18	3,06
14	1,35	1,77	2,16	3,01
15	1,34	1,76	2,14	2,98

Adibidearekin jarraituz eta kalkuluak, %95eko konfiantza-mailarako, egiten baditugu:

$$\text{Konfiantza-mugak} = \pm \frac{2,8 \cdot 0,11}{\sqrt{5}} \pm \%0,14$$

Hori ikusita, zera esan daiteke: benetako batez bestekoaren balioa, μ , (56,06 - 0,14, 56,06 + 0,14) = (55,92, 56,20) tartean egoteko probabilitatea %95 dela. Konfiantza-maila %99 denean, konfiantza-mugak $\pm \%0,23$ dira.

1.4.4.2. *Emitza dibergenteak*

Emitza analitikoaren multzoan datuen bat batez bestekoarekiko edo medianarekiko asko desbideratzen denean, datu hori onartzen den ala ez erabaki behar dugu. Horretarako, hiru irizpide estatistiko daude:

4d erregela

Aplikazio-eremua: 4 datu edo gehiago behar dira.

Metodoa. Emitza ez-segurua arbuiatuz, beste datuen batez besteko desbidazioa batez bestekoarekiko kalkulatzen da.

Kriterioa. Emitza ez-seguruen balioaren desbidazioa beste datuen batez bestekoa kalkulatzen da, eta lau aldiz baino handigoa bada, emitza arbuiatzen da.

Adibidea:

Kaltzio oxidoaren determinaziorako kriterio hori aplikatuko dugu:

3., 4., 2., 1. emaitzen batez bestekoa = %56,02

3., 4., 2. eta 1. emaitzen batez besteko desbidazioa batez bestekoarekiko (%56,02) = %0,04

Balio ez-seguruen desbidazioa %56,02rekiko = $56,23 - 56,02 = 0,21$
 $0,21 > 4 \cdot 0,04$ enez, 5. emaitza ez da onartzen.

2,5d erregela

Aplikazio-eremua eta metodoa: aurreko atalean bezalakoak.

Kriterioa. Balio ez-seguruen desbidazioa beste datuen batez besteko desbidazioarekiko 2,5 aldiz baino handiagoa bada, ez da onartzen.

Adibidea:

Kasu horretan erregela aplikatuz, $0,21 > 2,5 \cdot 0,04$ da; orduan 5. emaitza ez da onartzen.

Q araua

Aplikazio-eremua: 3 datu edo gehiago daudenean aplikatzen da.

Q balioak

N	Q _{kritikoa} (%90eko konfiantzarekin)
2	—
3	0,94
4	0,76
5	0,64
6	0,56
7	0,51
8	0,47
9	0,44
10	0,41

Metodoa. Datuen balio handienaren eta txikienaren arteko kendura kalkulatu da, hau da, ibiltartea. Datu ez-seguruen eta gehien hurbiltzen denaren arteko kendura kalkulatu da; bigarren emaitza horren eta lehenengoaren arteko zatidurari Q deitzen zaio. Taulan dagokion Q balioarekin gonbaratzen da.

Kriterioa. Lortutako Q balioa taularena baino handiagoa bada, datu ez-segurua arbuia daiten %90eko konfiantzarekin.

Adibidea:

Kaltzio oxidoaren kasurako aplikatzen badugu:

Balio handienaren eta txikienaren arteko kendura = 0,28

Datu ez-segurua eta gehien hurbiltzen zaionaren arteko kendura = $56,23 - 56,08 = 0,15$ da.

$$Q = \frac{0,15}{0,28} = 0,54$$

Q balioa (taulan, N=5 denean) = 0,64

Kriterio honen arabera, 5.emaizta onar daiteke.

Hori guztia ikusita, datu-multzoan balio ez-segurua dagoenean, hurrengo gomendioak proposatzen dira:

- Aztertu neurketetan erabili den metodoaren doitasuna.
- Aztertu berriro jarraitu diren pausoak emaitza ez-segurua lortu denean, errore mugarriren bat dagoen ikusteko.
- Errepikatu analisia, lagina eta denbora badago.
- Analisia ezin bada errepikatu, aplikatu Q kriterioa, datu ez-segurua arbuiatzeko ala ez.
- Q kriterioa aplikatuz datua onartzen bada, aztertu ea mediana (eta ez batez bestekoa) erabiltzea komeni den.

1.4.5. Ariketak

1. Pentsu-lagin batzuen analisek hurrengo % nitrogenu eman zituzten: 4,16; 4,21; 4,18 eta 4,12. Kalkula itzazu:
 - a) Nitrogenoaren batez besteko balioa.
 - b) Mediana.
 - c) Emaitzen batez besteko desbidazio absolutua.
 - d) Emaitzen batez besteko desbidazio erlatiboa, milako partetan.
2. Kalkulatu hurrengo datu-multzoen batez besteko desbidazioa, balio absolutuan eta erlatiboan:

%A	%B
93,6	10,02
93,7	10,01
93,5	10,09

- a) Zein taldek du desbidazio absolutu handiena?
 - b) Zein taldek du desbidazio erlatibo handiena?
3. 10 ml-ko pipeta baten edukian taulan agertzen diren datuak lortu dira:

Saioa	Isuritako ur-bolumena, ml-tan	Saioa	Isuritako ur-bolumena, ml-tan	Saioa	Isuritako ur-bolumena, ml-tan
1	9,975	5	9,980	9	9,973
2	9,981	6	9,967	10	9,972
3	9,982	7	9,971	11	9,989
4	9,977	8	9,968	12	9,976

Kalkula ezazu emaitzen desbidazio estandarra.

4. Goiko taulan agertzen diren datuak bi taldetan banatu; bat 1-6 saioetako datuekin eta bestea 7-12 saioetako datuekin. Kalkulatu eta gonbaratu talde bakoitzean:
- Batez besteko aritmetikoa.
 - Mediana.
 - Batez besteko desbidazioa medianarekiko.
 - Desbidazio estandarra.
 - Konfiantza-tartea, %95eko probabilitate-mailarako.

5. a) Aplikatu Q kriterioa hurrengo datu-talde bakoitzean, gehien urruntzen den datua onartzeko ala ez:

7,031	31,41	63,74	90,91
7,039	30,64	63,62	90,42
7,126	31,52	63,93	90,31
7,027	31,18	63,68	90,24

- Eman talde bakoitzeko datu onena eta arrazoitu aukera.
 - Kalkulatu talde bakoitzeko %95eko konfiantza-tartea.
6. Substantzia baten burdina-edukiera metodo berri batekin ebaluatzean, %21,68 Fe duen patroi-lagin batekiko, taulan agertzen diren emaitzak lortu dira:

Lagina	Laginarene pisua g-tan	Lortutako Fe pisua g-tan	Lortutako %Fe
1	0,7044	0,1524	21,64
2	0,7118	0,1552	21,80
3	0,7293	0,1588	21,77
4	0,7344	0,1572	21,40
5	0,7263	0,1579	21,74

- Ebaluatu Fe-ehunekoen batez bestekoa eta mediana; azaldu emaitzekin zein izango den bietatik neurri hobereana.
- Kalkulatu analisiaren batez besteko desbidazio absolutua, a atalean aukeratutako balioarekiko, batez besteko erlatiboa (milako partetan) eta errore erlatiboa (ehunekotan).
- Kalkulatu ibiltartea.
- Aplikatu Q kriterioa gehien desbidatzen den datuan, eta azaldu ea komeni den datu hori ez arbuiatzea.

1.4.6. Errore mugagarriak gutxitzeko prozedurak

Metodo analitikoan egiten diren errore mugatu asko saihestu edo gutxitu daitezke, hurrengo prozedurak aplikatuz:

- Aparatuaren kontrastea.* Analisi kuantitatiboan erabiltzen diren neurketa-aparatu guztiek, buretak, matrize aforatuak, pisuak, etab., beti kontrastatuak egon behar dute; eta erabiltzen direnean, beraiekin egindako neurketei beharrezkoak diren zuzenketak egin behar zaizkie.
- Determinazio zuriak.* Determinazio zuriak analisi nagusia egiten den baldintza berdinetan burutzen den determinazioak dira, baina analizatu nahi den substantziarik gabe.

Grabimetrietan, prezipitatuaren pisaketan errektiboan ezpurutasunek eta ontziek duten eragina neurtzen da; edo, bolumetrietan, azken puntua lortzeko beharrezkoa den disoluzio baloratuaren soberakina, lagin azterkizunaren baldintza berdinetan.

3. *Kontrol-determinazioa*. Posible da zuzentzea edo egiaztatzea analisi kuantitatibo baten emaitza, osagaiaren pisu berdina duen lagina hartzen badugu eta baldintza berdinetan analizatzen badugu, lagin azterkizunean dagoen osagaiaren pisua, x , ondoko erlazioarekin kalkula daiteke:

$$\frac{\text{Kontrolerako aurkitutako emaitza}}{\text{Laginerako aurkitutako emaitza}} = \frac{\text{Osagaiaren pisua kontrolean}}{x}$$

Metodo horren zailtasuna analisi determinatu batean kontrolatu nahi den pisu ezaguneko osagaia duen substantzia aurkitzean datza. Zailtasun hori gainditzeko, konposizio ehundar ezaguna duten substantziak edo gatz puruak erabil daitezke; produktu naturaletan, eta batez ere artifizialetan, komenigarriagoa da analizatu nahi den materialen antz gehien duen lagina prestatu eta horren osaketa ehundarra neurtu beste analisi independenteen bidez. Horrela, lortutako laginei *lagin patro*i deitzen zaie, eta asko erabiltzen dira metodo berri baten zehaztasuna eta doitasuna ikertzeko; ezinbestekoak dira analisi instrumentaleko metodoetan.

Lagin horiek prestatzeko erakunde nagusiak Washington-eko *U. S. Bureau of Standards* eta Middlesbrough-eko *Bureau of Analysed Samples* dira. Espainian Madrilgo *Instituto del Hierro y del Acero*-k altzairu batzuen laginak *Muestras Tipo I. H. A.* prestatzen ditu. Lagin horiek Analisi Ziurtagiri batekin, emaitzekin eta neurketen desbidez estandarrekin etortzen dira; laginerako gomendatzen diren analisisekin eta laginari dagozkion altzairuaren datu teknologikoekin.

National Bureau of Standards, Miscellaneous Publication 241 publikazioan 600 lagin patroiren zerrenda dago (metalak, mineralak, produktu kimikoak eta zeramikoak, hidrokarburoak eta material erradioaktiboak).

4. *Determinazioa metodo desberdinen bidez*. Kasu batzuetan substantzia baten osagaien ehunekoa, bi metodo desberdinen bidez neur daitezke. Adibidez, burdina (III) oxidoak duen burdinaren portzentaia neur daiteke analisi grabimetrikoan, edo burdina Fe(II)-ra erreduzitzen da eta agente oxidatzaile batekin baloratzen da; bi emaitzak bat badatoz, erroreak minimoak dira.
5. *Determinazioa paraleloan*. Ez da komeni determinazio bakarra egitea, analisi kuantitatiboan bi determinazio egiten dira baldintza berdinetan, lagin-disoluzioaren bi alikuotatik abiatuta. Bien emaitzak bat badatoz, analisiaren doitasuna adierazten dute.

1.4.7. Muga-erroreak eta substantzia-kantitateak analisi kuantitatiboetan

Determinazioan eskatu behar den zehaztasun-maila analisiaren helburuaren menpe dago; horregatik ezin da muga-erroreei buruz arau orokorrik eman analisi kuantitatiboetan.

Kasu arruntenetan, osagai baten determinazioan errore erlatibo handiena %0,1 baino handiagoa ezin da izan. Arau hori aplikatzerakoan, laginaren tamaina eta osagai derterminatua-rekiko konposizioa kontuan hartu behar da; %0,1eko zehaztasuna eska daiteke laginaren pisua 2 g baino handiago denean eta osagai analizatuaren edukiera %5ekoa baino handiagoa denean, baina ezin da eskatu zehaztasun bera laginaren pisua 1 g-koa denean eta edukia ehuneko txikia denean. Ehunekoa txikiagotzen denean, errore handiagoa onartu behar da. Ondoren agertzen den taulan onar daitezkeen erroreak eta ehunekoak ematen dira.

Analisi kuantitatiboan onar daitezkeen muga-erroreak

Determinatutako osagaiaren %-a	Onartutako errore absolutua	Errore erlatiboa %-tan	Emaitzak %-tan
50,00	0,1	0,2	50,00 ± 0,1
5,00	0,05	1	5,00 ± 0,05
0,10	0,01	10	0,10 ± 0,01
0,0001	0,0001	100	

Balio horiek orientatiboak dira; onartutako errorea zein balioren inguruan egongo den adierazten dute. Gaur egungo analisi-metodoekin ez da zaila %0,2ko errore erlatiboa lortzea.

Analisi grabimetrikoan, hartu behar den laginaren prezipitatuaren pisuak 0,2 eta 0,5 g bitartean izatea komeni da. Errorea 1 mg-koa baino handiagoa ezin da izan; prezipitatuaren pisua 0,1 g-koa bada, errorea %1ekoa izango da eta %0,2koa, pisua 5 g bada. Horren ondorioz, analisirako hartuko den substantzia-kantitatea ezin da oso txikia izan, laginaren pisuak prezipitatuaren erabilerarekin erlazionatuta egon behar baitu. Prezipitatu bolumen handikoa bada, burdina eta aluminio oxido hidratatuen kasuetan, adibidez, 0,2 g-ko laginak hartzea nahikoa da. Bolumen txikia baina erabilgarria duten konposatuekin, zilar kloruroarekin edo bario sulfatoarekin, adibidez, baina erabiltzekoak badira, nahikoa da 0,5 edo 1 g-ko prezipitatu eman duten laginak hartzea.

Analisi bolumetrikoan, disoluzio baloratuen errorea 0,01 eta 0,05 ml artean dago. Azken balio horrekin, analisisan 5 ml disoluzio baloratu gastatzen badira, errorea %1ekoa da, baina 25 ml gastatuz gero, errorea %0,2koa izango da. Horregatik, laginaren bolumen-kopuru nahikoa hartzea komeni da balorazioan disoluzio baloratuaren 20 ml eta 30 ml arteko bolumenak gastatzeko. Era horretan, analisi bolumetrikoan errore totala ez da %0,3 baino handiagoa izango.

Metodo absortziometrikoetan, determinatzeko osagaien ehunekoak %0,1 baino txikiagoak direnean, onar daitezkeen errore erlatiboa %2 eta %5 bitartean dago, eta mikrogramoko zati-kietan, %100era irits daiteke.

Dugun substantzia-kantitatea oso txikia denean, laneko eskala labur daiteke mikro edo ultrateknikak erabiliz; era horretan, emaitzetan ez da galtzen zehaztasunik.

1.4.8. Analisi kimikoaren normalizazioa

Substantziaren osagaien determinaziorako hainbat metodo eta prozedura daude; eta erabiltzen dugun metodoaren arabera emaitzak ere desberdinak izan daitezke. Arazo hori gutxiagotzeko eta garantia-maila batekin lan egiteko, metodo eta prozedura analitikoaren *normalizaziorako* erakundeak eta komisiok sortu dira.

Espanian, C. S. I. C.-en barruan *Instituto Nacional de Racionalización del trabajo*-k UNE arau-seriea argitaratu du, substantzia batzuen analisi-metodoei buruz.

1947an ISO (Normalizaziorako Organizazio Internazionala) sortu zen eta ordutik argitaratzen ditu nazioarteko arauak.

Ondoren, orokorrean analisi kimikoan jarraitu behar diren pausoak deskribatzen dira:

a) *Metodoaren oinarria*

Adierazi metodoaren eskema, eta, beharrezkoa denean, osatu erreakzio nagusiaren ekuazioarekin, analistak metodoaren zergatia eta sor daitezkeen arazoak ulertzeko.

Ioiak, Fe^{2+} , Cl^- sinboloez adierazten dira, eta balentziak ezagutu behar badira, Fe(II) eta Sn(IV) .

b) *Tresnak*

Tresna bereziren bat erabiltzen bada, deskribatuko egingo da, proiektio bertikalean eta dimentsioak finkatzeko eskala batekin; diseinuan zati nagusien izenak letraz adieraziko dira. Ipini diseinuarekin batera tresnaren izena eta zatien deskripzioa.

c) *Erreaktiboak*

Prozeduran erabilitako erreaktiboak hurrengo ordenan deskribatuko dira:

- Disoluzio baloratuak.
- Adierazleak.
- Beste erreaktiboak.

Talde bakoitzean ordena hau jarraituko da: azidoak, baseak, gatzak, erreaktiboak eta substantzia bereziak.

Erreaktiboaren kontzentrazioak ordena beharrezkoan sailkatuko dira. Posible denean, adierazi kontzentrazioak, normalitatetan (N), molaritatetan (M), edo hobeto formalitatetan (F). Beste kasuetan g/l-tan emango dira, disolbatutako substantziaren formula eta jarraian erreaktiboaren izena emanez.

Erreaktibo kontzentratu arruntekin dentsitatea adieraziko da:

- Azido sulfurikoa 36 N ($d = 1,84$).
- Azido klorhidrikoa 12 N ($d = 1,19$).

Erreaktibo bi kontzentziotan erabiltzen denean eta bigarrena lehenengoarekin prestatu bada, x ur-bolumena gehituz, disoluzio kontzentratuaren izenaren ondoren $(1-x)$ idatziko da.

d) *Prestaketa*

Laginaren prestaketa eta determinaziorako hartu behar den kantitatea deskribatuko dira (v ml edo a mg).

e) *Prozedura*

Analisirako beharrezkoak diren pausoak deskribatuko dira. Kalkuluetarako kantitateren bat behar denean, letra baten bidez adieraziko da testuan:

- v bolumenerako, ml-tan.
- p pisurako, mg-tan.
- t titulaziorako.
- erreferentziako azpindizeekin.

Adibidea: gehitu 50 ml azido sulfuriko 0,1 N (t_a titulua) eta baloratu sodio hidroxido 0,1 N-ekin (v_b ml, t_b titulua).

f) *Kalkuluak*

Aurreko atalean erabilitako ikurrak erabiltzen dira, balioak ordezkatur. Emaitzak mg-tan eta askotan % pisutan ematen dira.

Sistema hamartarra erabiltzen da.

g) *Oharrak*

Atal honetan interferitzen dituzten substantziak adierazten dira, eta askotan eliminatzeko erabiltzen diren metodoak. Beharrezkoa denean, metodoaren aplikagarritasuna edo mugak, beste metodo alternatiboak... seinalatuko dira.

h) *Erreferentziak*

Metodoan jarraitu diren erreferentzia bibliografikoak adieraziko dira. Garrantzitsua da finkatzea doitasuna eta zehaztasuna. Balio horiek, laborategietan lortutako datuen emaitza bezala emango dira.

1.5. BI DIMENTSIOKO BANAKETAK

1.5.1. Aldagai estatistiko bidimentsionalak (x, y)

Behaketa bakoitzean neurri pare bat lortzen da. Aldagai estatistiko bidimentsionalak (x, y) balioak har ditzake.

1.5.2. Maiztasun-taula bidimentsionalak eta sakabanatze edo dispertsio-diagramak

a) *Maiztasun-taula bidimentsionalak* horrelakoak izan daitezke:

- Taula sinpleak.
- Bi sarrerako taulak.

b) *Sakabanatze-edo dispertsio-diagramak* (x, y) bikoteak ardatz kartesiarretan adierazterakoan grafikoki lortzen dira.

Ariketak:

1. Tauletan agertzen diren datuak sakabanatze-diagrametan irudikatu grafikoki.

a)

x	13	24	13	14	11	13	19	14	14	19	15	22
y	54	37	52	52	54	53	39	53	50	40	49	42

b)

x	3	4	5	6	6	7	7	8	10
y	2	5	5	6	7	6	7	9	10
f _i	4	6	12	4	5	4	2	1	2

2. Ondoren bi sarrerako taula adierazten da. Bihurtu taula simple eta marraztu sakabanatze-diagrama.

	x	0	1	2	3	4	5	6
y								
0		2	—	4	3	1	—	—
1		3	—	9	—	—	3	—
2		—	6	—	6	—	—	1
3		1	4	—	—	2	1	—
4		—	—	2	—	1	—	—
5		—	—	—	1	—	—	—

3. Ondoren bi sarrerako taula adierazten da, bihurtu taula simple eta marraztu sakabanatze-diagrama.

	x	(5-7)	(7-9)	(9-11)	(11-13)
y					
(25-30)		4	3	—	1
(30-35)		2	7	2	—
(35-40)		1	1	11	1
(40-45)		—	2	—	6
[45-50]		—	—	—	3

Taula bidimentsionalak ondoren azaltzen den bezala adieraz daitezke:

x aldagaia	y aldagaia	Maiztasun absolutua
x_i	y_i	f_i
x_1	y_1	f_1
x_2	y_2	f_2
x_3	y_3	f_3
....
x_n	y_n	f_n
		$\sum_{i=1}^n f_i = N$

- x eta y aldagai estatistiko unidimentsionalak dira.
- x_i, y_i aldagiek hartzen dituzten balioak dira.
- f_i maiztasun absolutuak dira.

1.5.3. Aldagai bidimentsional estatistiko baten batez bestekoa, bariantza eta kobariantza

— Batez bestekoak

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{N}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i f_i}{N}$$

– *Bariantzak*

$$s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 f_i}{N} - \bar{x}^2 \quad \text{edo} \quad s_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n f_i (x_i - \bar{x})^2}{N}$$

$$s_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2 f_i}{N} - \bar{y}^2 \quad \text{edo} \quad s_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n f_i (y_i - \bar{y})^2}{N}$$

– *Desbidazio estandarrek*

$$s_x = \sqrt{s_x^2} \qquad s_y = \sqrt{s_y^2}$$

– *Kobariantza*

$$s_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N} \quad \text{edo} \quad s_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i x_i y_i}{N} - \bar{x}\bar{y}$$

1.5.4. Parametro estatistikoek kalkulua

Aurreko parametroak kalkulatzeko taula hau osatuko dugu.

x_i	y_i	f_i	$x_i f_i$	$x_i^2 f_i$	$y_i f_i$	$y_i^2 f_i$	$x_i y_i f_i$
x_1	y_1	f_1	$x_1 f_1$	$x_1^2 f_1$	$y_1 f_1$	$y_1^2 f_1$	$x_1 y_1 f_1$
x_2	y_2	f_2	$x_2 f_2$	$x_2^2 f_2$	$y_2 f_2$	$y_2^2 f_2$	$x_2 y_2 f_2$
....
x_n	y_n	f_n	$x_n f_n$	$x_n^2 f_n$	$y_n f_n$	$y_n^2 f_n$	$x_n y_n f_n$
		$\sum f_i = N$	$\sum x_i f_i$	$\sum x_i^2 f_i$	$\sum y_i f_i$	$\sum y_i^2 f_i$	$\sum x_i y_i f_i$

Ariketa:

1. Kalkulatu aurreko ariketetako batez bestekoak, bariantzak eta kobariantzak.

1.5.5. Korrelazioa eta erregresioa

1.5.5.1. Korrelazioa

Metodo estatistikoak emaitza analitikoek desbidazioak ezagutzeaz gain, ikerketaren aldagaien arteko menpekotasunik dagoen aztertze erabiltzen dira. Ia beti erlazioa lehenik ezagutzen da, edo erraz ondoriozta daiteke. Ikerketa batzuetan, ordea, emaitzen dispersioa handiagoa izan daiteke eta korrelazioa kalkulatzeko beharrezkoa da.

Korrelazioak aldagai menpeko baten eta aldagai aske bat edo batzuen arteko menpekotasuna ematen du, *Pearson-en korrelazio-koefizientearen* bitartez:

$$r = \frac{s_{xy}}{s_x s_y}$$

r = korrelazio koefizientea

$$s_{xy} = \text{kobariantza} \quad s_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i (x_i - \bar{x}) (y_i - \bar{y})}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i x_i y_i}{n} - \bar{x} \bar{y}$$

$$s_x, s_y = \text{desbidazio estandarrak} \quad s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i (x_i - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i x_i^2}{n} - \bar{x}^2}$$

$$s_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i (y_i - \bar{y})^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i y_i^2}{n} - \bar{y}^2}$$

Korrelazio koefizienteak, r , honako propietate hauek ditu:

- Ez dauka dimentsiorik. Aldagaien balioak adierazteko erabiltzen diren unitateekin ez du zerikusirik.
- r -ren balioa -1 eta 1 bitartean dago.
 - Korrelazioa perfektua da $r = 1$ edo $r = -1$ denean.
 - Korrelazioa handia da, $|r|$ 1etik hurbil dagoenean.
 - Korrelazioa txikia da, $|r|$ 0tik hurbil dagoenean.

1.5.5.2. Erregresioa

Erregresio-ekuazioa, aldagaien arteko erlazioa sendoa denean, kalkulatzen da. Horren bidez, aldagai aske baten balio enpiriko bakoitzerako aldagai menpekoaren balioa kalkula daiteke.

r : *erregresio-zuzena*: sakabanatze-diagraman puntu-hodeira gehien hurbiltzen den zuzena da.

Erregresio-ekuazioak honako hauek dira:

$$y - \bar{y} = \frac{s_{xy}}{s_x^2} (x - \bar{x})$$

Ekuazio horren bidez y aldagaiaren balioak kalkula daitezke x -en balioak emanda.

$$x - \bar{x} = \frac{s_{xy}}{s_y^2} (y - \bar{y})$$

Ekuazio horren bidez x aldagaiaren balioak kalkulatzen dira y -ren balioak ezagututa.

1.5.6. Ariketak

1. Beheko taulak adierazten digu metalezko hagaska bat zenbat luzatzen den tenperatura-aldaketaren eraginez. Marraztu dispertsio-diagrama eta kalkulatu:
 - a) Korrelazio-koefizientea.
 - b) Erregresio-zuzena.
 - c) Luzapena, tenperatura 55 °C denean.
 - d) 4 mm-ko luzapenerako behar den tenperatura.

Temperatura (°C)	Luzapena (mm)
0	0
8	1
16	2
25	3
40	5
50	6
60	7
75	9

2. Kalkulatu taulako x eta y aldagaien arteko korrelazio-koefizientea eta erregresio-zuzenak:

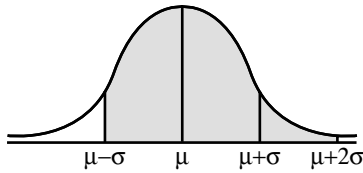
y	1	2	3	4	5	6
x	10	17	30	28	39	47

3. Ondoko taulan burdinazko eta altzairuzko hodian dimentsioak eta pisuak adierazten dira; kalkulatu korrelazio-koefizientea eta posible bada, erregresio-zuzena.

Barruko sekzio normala, cm ²	Pisua, kg/m
0,36	0,35
0,66	0,65
1,23	0,85
1,93	1,3
3,40	1,70
5,60	2,5
9,52	3,3
13,16	4,0
21,6	5,4
30,8	8,4
47,7	11,3
63,8	13,6
82,1	16,0
129,1	21,8
186,4	28,3

1.6. LAGIN ESTADISTIKOAK

1.6.1. Gauss-en kanpaia: kurba normala



Gauss-en kanpaia, Gauss-en kurba edo *kurba normala* probabilitate jarraiko funtzioa da, simetrikoa eta bere maximoa batez bestekoarekin, μ , bat dator. μ (batez bestekoa) eta σ -ren (desbidazio estandarra) balio bakoi-tzerako kurba normal bat dago eta honela adierazten da: $N(\mu, \sigma)$.

- Banaketa normal estandar $N(0,1)$ $\mu = 0$, $\sigma = 1$ taulatuta dago.
- Aldagaiaren tipifikazioa $N(\mu, \sigma)$ banaketak jarraitzen duen x aldagaia, $N(0,1)$ banaketak jarraitzen duen Z aldagai bihurtzean datza.

$$\begin{array}{ccc} N(\mu, \sigma) & \xrightarrow{\text{Tipifikatu}} & N(0,1) \\ P(x) & Z = \frac{x - \mu}{\sigma} & P(Z) \end{array}$$

Tarte batean:

$$P(x_1 < x \leq x_2) = P\left(\frac{x_1 - \mu}{\sigma} < Z \leq \frac{x_2 - \mu}{\sigma}\right) = P\left(Z \leq \frac{x_2 - \mu}{\sigma}\right) - P\left(Z \leq \frac{x_1 - \mu}{\sigma}\right)$$

Propietateak:

$$P(Z \leq a)$$

$$P(Z \leq -a) = P(Z > a) = 1 - P(Z \leq a)$$

$$P(a < Z \leq b) = P(Z \leq b) - P(Z \leq a)$$

$$P(-b < Z \leq -a) = P(a < Z \leq b) = P(Z \leq b) - P(Z \leq a)$$

$$\begin{aligned} P(-a < Z \leq b) &= P(Z \leq b) - P(Z \leq -a) = P(Z \leq b) - P(Z > a) = \\ &= P(Z \leq b) - [1 - P(Z \leq a)] = P(Z \leq b) - 1 + P(Z \leq a) \end{aligned}$$

1.6.2. Tarte karakteristikokoak

Tarte-mota eta bere probabilitatea emanda, bitartearen muturrak aurkitu beharko ditugu.

Adibidea:

K-ren zein baliorekin betetzen da $P(Z < K) = 0,85$?

$$\phi(1,03) = 0,8485$$

Tauletan:

$$\phi(1,04) = 0,8508$$

bigarrena gehiago hurbiltzen da $\implies K = 1,04$

Tarte karakteristikoak $N(0,1)$ banaketetan

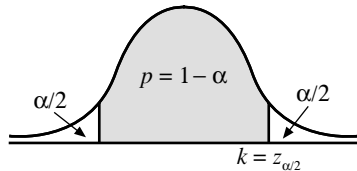
Z aldagaia $-K$ eta K bitartean egoteko probabilitatea p bada, hau da,

$$P(-K < Z < K) = p$$

$(-K, K)$ tarte, p probabilitateari dagokion *tarte karakteristikoa* dela esaten dugu, eta K -ri *balio kritikoa* esaten zaio.

Balio kritiko nagusien kalkulua:

Balio kritiko nagusiak



$1 - \alpha$	$\alpha / 2$	$Z_{\alpha/2}$
0,90	0,05	1,645
0,95	0,025	1,96
0,99	0,005	2,575

%90eko konfiantza-mailarekin

$$p=1 - \alpha = 0,9 \rightarrow \alpha = 0,1 \rightarrow \alpha / 2 = 0,05$$

$$P(Z > Z_{\alpha/2}) = 0,05 \rightarrow P(Z \leq Z_{\alpha/2}) = 1 - 0,05 = 0,95$$

$$\begin{cases} P(Z_{\alpha/2} \leq 1,64) = 0,9495 \\ P(Z_{\alpha/2} \leq 1,65) = 0,9507 \end{cases} \rightarrow Z_{\alpha/2} = 1,645$$

%95eko konfiantza-mailarekin

$$p=1 - \alpha = 0,95 \rightarrow \alpha = 0,05 \rightarrow \alpha / 2 = 0,025$$

$$P(Z > Z_{\alpha/2}) = 0,025 \rightarrow P(Z \leq Z_{\alpha/2}) = 1 - 0,025 = 0,9750 \rightarrow Z_{\alpha/2} = 1,96$$

%99ko konfiantza-mailarekin

$$p=1 - \alpha = 0,99 \rightarrow \alpha = 0,01 \rightarrow \alpha / 2 = 0,005$$

$$P(Z > Z_{\alpha/2}) = 0,005 \rightarrow P(Z \leq Z_{\alpha/2}) = 1 - 0,005 = 0,995$$

$$\begin{cases} P(Z_{\alpha/2} \leq 2,57) = 0,9949 \\ P(Z_{\alpha/2} \leq 2,58) = 0,9951 \end{cases} \rightarrow Z_{\alpha/2} = 2,575$$

Tarte karakteristikoak edozein motatako banaketa normaletan

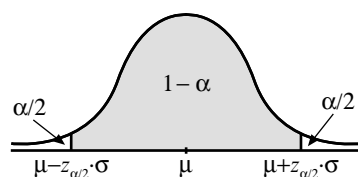
$$N(\mu, \sigma) \xrightarrow{\quad} N(0,1)$$

$$-Z_{\alpha/2} < x < Z_{\alpha/2} \quad Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad -Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}$$

$$-Z_{\alpha/2} < \frac{x - \mu}{\sigma} < Z_{\alpha/2}$$

$$\mu - Z_{\alpha/2} \sigma < x < \mu + Z_{\alpha/2} \sigma$$

$p = 1 - \alpha$ probabilitate bati dagokion tarte karakteristikoa hau da:



- $(\mu - Z_{\alpha/2} \sigma, \mu + Z_{\alpha/2} \sigma)$
- % 90eko konfiantza-mailarekin,*
 $1 - \alpha = 0,9 \rightarrow Z_{\alpha/2} = 1,645 \rightarrow (\mu - 1,645\sigma, \mu + 1,645\sigma)$
- % 95eko konfiantza-mailarekin,*
 $1 - \alpha = 0,95 \rightarrow Z_{\alpha/2} = 1,96 \rightarrow (\mu - 1,96\sigma, \mu + 1,96\sigma)$
- % 99ko konfiantza-mailarekin,*
 $1 - \alpha = 0,99 \rightarrow Z_{\alpha/2} = 2,575 \rightarrow (\mu - 2,575\sigma, \mu + 2,575\sigma)$

1.6.3. Laginen batez bestekoen banaketa

Limitearen teorema zentrala

μ batez bestekoa eta σ desbidazio estandarra dituen populazio jakin bat izanda, n tamainako laginen batez bestekoen banaketak:

- Populazioaren batez bestekoa, μ , bera izango du.
- Desbidazio estandarra σ/\sqrt{n} izango du eta, beraz, txikitu egingo da n handitzen denean.
- $n \geq 30$ denean, asko hurbilduko da banaketa normalera.

Limitearen teorema zentralaren ondorioak

$$\bar{x} \rightarrow N(\mu, \sigma/\sqrt{n}) \text{ da}$$

$$n \geq 30 \text{ denean}$$

1.6.4. Banaketa binomiala

Ausazko edo zorizko esperientzia batean, A gertakaria nabarmentzen badugu eta arreta jartzen badugu ea A edo bere kontrakoa, \bar{A} , gertatuko ote den, orduan *esperientzia dikotomikoa* dela esaten dugu.

$$\begin{array}{ll} A = \text{“arrakasta”} & P(A) = p \\ \bar{A} = \text{“porrota”} & P(\bar{A}) = 1 - P(A) = 1 - p = q \end{array}$$

Esperientzia dikotomikoa n aldiz errepikatzen da. Arrakasta kopurua, x , zein den galdetzen dugu. x aldagaia diskretoa da eta hartuko dituen balioak 0, 1, 2, ..., n dira. x aldagaiaren probabilitate-banaketari **B(n,p)** *Banaketa binomiala* esaten zaio.

$$P(x = k) = \binom{n}{k} p^k q^{n-k} \text{ formularen bidez edo taulen bidez kalkula daiteke}$$

x -aldagaiak k balioa hartzeko probabilitatea

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

$$\mu = np \text{ (batez bestekoa)}$$

$$\sigma = \sqrt{npq} \text{ (desbidazio estandarra)}$$

Banaketa binomiala normalari hurbiltzen zaio

$$B(n,p) \xrightarrow[\substack{\mu = np \\ \sigma = \sqrt{npq}}]{np \geq 5 \text{ eta } nq \geq 5} N(\mu, \sigma)$$

(Banaketa binomialetik normalera pasatzean doitu behar da:)

$$P(x = k) = P(k - 0,5 < x' < k + 0,5)$$

$$P(x < k) = P(x' < k - 0,5)$$

$$P(x \leq k) = P(x' < k + 0,5)$$

$$P(x > k) = P(x' > k + 0,5)$$

$$P(x \geq k) = P(x' > k - 0,5)$$

$$P(-k < x < k) = P(-k - 0,5 < x' < k + 0,5)$$

Lagin-proporzioen banaketa

Populazio batean C ezaugarria duten indibiduen proportzioa p bada, n tamainako laginaren barruan ezaugarri hori duten indibiduen proportzioak, pr , batez bestekoa, p , eta desbidazio estandarra, $\sqrt{\frac{pq}{n}}$, dituen banaketa normala izango du.

$$\boxed{N\left(\frac{np}{n}, \sqrt{\frac{npq}{n}}\right) \rightarrow N\left(p, \sqrt{\frac{pq}{n}}\right) \quad (np \geq 5 \quad \text{eta} \quad nq \geq 5)}$$

1.6.5. Banaketa normala: ariketak

1. $N(0, 1)$, banaketan, kalkulatu probabilitate hauek:
 - a) $P[z = 2]$; b) $P[z \leq 2]$; c) $P[z \geq 2]$; d) $P[z \leq -2]$; e) $P[z \geq -2]$; f) $P[-2 \leq z \leq 2]$
2. $N(0, 1)$ banaketan, kalkulatu probabilitate hauek:
 - a) $P[z \leq 1,83]$; b) $P[z \geq 0,27]$; c) $P[z \leq -0,78]$; d) $P[z \geq 2,5]$
3. $N(0, 1)$ banaketan, kalkulatu probabilitate hauek:
 - a) $P[z = 1,6]$; b) $P[-2,71 \leq z \leq -1,83]$; c) $P[1,5 \leq z \leq 2,5]$; d) $P[-1,87 \leq z \leq 1,25]$
4. Kalkulatu z_0 honako kasu bakoitzean:
 - a) $P[z < z_0] = 0,8365$; b) $P[z < z_0] = 0,8365$; c) $P[z < z_0] = 0,1894$
5. $N(43, 10)$ banaketan, kalkulatu probabilitate hauek:
 - a) $P[x \geq 43]$; b) $P[x \leq 30]$; c) $P[40 \leq x \leq 55]$; d) $P[30 \leq x \leq 40]$
6. $N(151, 15)$ banaketan, kalkulatu probabilitate hauek:
 - a) $P[x \leq 136]$; b) $P[120 \leq x \leq 155]$; c) $P[x \geq 185]$; d) $P[140 \leq x \leq 160]$
7. Altzairuzko 200 hagen batez besteko luzera 165 cm da eta desbidazio estandarra 10 cm. Luzerak modu normalean banatzen badira, kalkulatu zein probabilitate dagoen aukeratutako haga batek 180 cm izateko. Zenbat hagek neurtuko dute 180 cm baino gehiago?
8. Zementuzko 200 sakuren pisuek banaketa normala eratzen dute; batez bestekoa 65 kg da eta desbidazio estandarra 8 kg. Kalkulatu zein probabilitate dagoen aukeratutako saku batek izan dezan:
 - a) 61 kg-tik gora; b) 63 eta 69 kg bitartean; c) 70 kg-tik behera; d) 75 kg-tik gora.
9. Laborategi batean, uztailean zehar izaten diren eguneroko tenperatura maximoak modu normalean banatzen dira; 26 °C egoten dira batez beste eta desbidazio estandarra 4 °C da. Zenbat egunez egongo da tenperatura 22 °C-tik 28 °C-ra bitartean?

10. Anbulantzia batek laborategi batetik ospitalera heltzeko behar duen denbora aldagai normalaren arabera banatzen da, batez bestekoa 17 minutu eta desbidazio estandarra 3 minutu izanda. Kalkulatu heltzeko dagoen probabilitatea, behar duen denbora 13 minutu eta 21 minutu artekoa izateko.

1.6.6. Banaketa binomiala: ariketak

1. Makina batek torlojuak egiten ditu. %5 akastuna dela egiaztatu dugu. 10 torloju hartzen ditugu eta akastunak zenbat izan daitezkeen jakin nahi dugu. a) Banaketa binomiala da?; b) Kalkulatu μ eta σ parametroak; c) Kalkulatu $P[x = 0]$, $P[x > 0]$, $P[x = 2]$.
2. Lagin batek burdina edukitzeko probabilitatea $2/3$ koa da. 4 lagin hartzen badituzte, zein da laginaren kopuru-erdiak burdina edukitzeko probabilitatea?
3. Txerto baten eraginkortasuna frogatzeko, kutsatzeko arriskua zuten 4 pertsonako 150 talderi jarri zitzairen eta emaitzak ondoko taulakoak izan ziren.

Kutsatuak	Talde-kopurua
0	30
1	62
2	46
3	10
4	2
	150

Doitu datuak banaketa binomial bati eta kalkulatuz talde bakoitzean 3 pertsona baino gutxiago kutsatzeko dagoen probabilitatea.

4. $B(5, 0,3)$ banaketan, kalkulatuz honako probabilitate hauek:
 - a) $P[x = 3]$; b) $P[x = 0]$; c) $P[x = 5]$; d) $P[x < 2]$; e) $P[x > 3]$
5. Gaizki funtzionatzen duen makina batek 10 pieza minutuko egiten ditu eta lau piezetatik bat zuzena da. Pieza bat zorian hartuta:
 - a) Zein da 4 pieza ondo ateratzeko probabilitatea? b) Eta 2 baino gehiago ondo ateratzekoa? c) Kalkulatu pieza guztiak gaizki ateratzeko probabilitatea.
6. Lagin batek Mn edukitzeko probabilitatea $0,4$ da. 6 lagin hartzen badira, bilatu zein den probabilitatea:
 - a) Batek bakarrik Mn izateko.
 - b) Batek gutxienez Mn izateko.
7. Badakigu torlojuak egiteko prozesuan %2 akastunak aterako direla. 50 torlojuak kutxak osatzen dituzte. Kalkulatu zein probabilitate dagoen kutxa bakoitzean torloju akastun-kopurua hau izateko:
 - a) Bat ere ez; b) Bat; c) Bi baino gehiago.

Zenbat torloju akastun egongo dira, batez beste, kutxa bakoitzean?

8. Kromatografo bateko kromatogramen %4 akastunak dira. 5 kromatograma egiten badira, kalkulatu zein den kromatograma akastunik ez egoteko probabilitatea.
9. Pieza jakin batzuek 4 soldadura behar dituzte. Pieza horietako milari kalitate kontrola egiten zaie eta ondoko emaitzak lortu dira:

Soldadura akastunak	0	1	2	3	4
Piezak	603	212	105	52	28

Datu horiek binomialari doitu dakizkioke?

10. Kotxeentzako motorrak egiteko fabrikazioan eta motor horiek nola dabiltzan aztertu aurretik, motorretako batek akatsen bat izateko probabilitatea 0,05 da. Aztertu gabeko lau motorren artean, kalkulatu zein probabilitate dagoen:
- a) Akastunik ez egoteko; b) Akastunen bat egoteko; c) Akastun bat baino gehiago egoteko.

1.6.7. Binomiala → normala

11. Laborategian ikasteek egiten duten analisisen %11 txarto egiten dute. 46 analisi egin badira, zein da gehienez 10 gaizki egiteko probabilitatea?
12. Dado bat mila aldiz botatzen badugu, zein izango da lortutako bosten kopurua 100etik gorakoa izateko probabilitatea?
13. Txanpon bat 400 aldiz jaurtitzen dugu. Kalkulatu zein probabilitate dagoen aurpegi-kopurua 200etik aldentzea 10 txanpon baino gehiagotan. Eta 20 baino gehiagotan aldentzea?

1.6.8. Lagin estatistikoak: ariketak

- (6, 8) banaketan, aurkitu tarte karakteristikokoak %90, %95 eta %99 kasuetarako.
- (73, 6) banaketan, aurkitu tarte karakteristikokoak %90, %95 eta %99 kasuetarako.
- Pila elektriko jakin batzuen batez besteko iraupenaren banaketa normalak batez bestekoa 55 ordukoa du eta desbidazio estandarra 6 ordukoa. Aurkitu zein diren $p = 0,75$; $p = 0,90$; $p = 0,99$ probabilitateen tarte karakteristikokoak.
- 36 dado bota eta euren emaitzen batez bestekoa, \bar{x} , kalkulatu dugu. Proba hori behin eta berriro egiten badugu:
 - Zein izango da batez bestekoen, \bar{x} , banaketa?
 - Zein probabilitate dago botaldi baten batez bestekoa 4 baino handiagoa izateko?
 - Aurkitu botaldien batez bestekoen %99ri dagokion batez bestekoan zentratutako tarte.
- Laborategian mozten ditugun beirazko hagasken luzerak (18 eta 25 cm bitartean) $N(\mu, \sigma)$ banaketa du. Badakigu 81 hagasken laginen batez bestekoen %90 (173,4, 175,8) tarte karakteristikotan dagoela. Aurkitu μ eta σ .

6. Makina batek egiten dituen azukre poltsen batez bestekoa 500 g dela eta, desbidazio estandarra 50 g dela badakigu. Poltsa horiek 100 unitateko kutxetan sartzen dira. a) Zelan daude banatuta kutxa bakoitzeko poltsen pisuen batez bestekoak? b) Aurkitu kutxa bakoitzeko poltsen batez besteko pisuei dagozkien %90, %95 eta %99ko tarte karakteristikoak.
7. 18 eta 25 cm bitarteko hagasken %15ek akatsa du (datu hori ez da benetakoa). Zoriz 40 hagaska aukeratu baditugu, azertu lagin horretako akatsen proportzioa, pr.
8. Makina batek torlojuak egiten ditu. Badakigu %5ek akatsen bat duela. 400 torlojuko kutxak egiten ditugu. a) Nola dago banatuta pr, akastun torlojuen proportzioa, kutxetan? b) Aurkitu zein tartetan dagoen akastun torlojuen %90. c) Aurkitu zein bitartetan dagoen kutxetako akastun torlojuen %99.
9. Pentsa ezazu 18 eta 25 cm bitarteko hagasken %15ek akatsen bat duela. a) Nola dago banatuta akatsen proportzioa, pr, 40 hagasken laginetan? b) Aurkitu lagin proportzioen tarte karakteristikoak, %80eko konfiantza-mailarekin.
10. Badakigu dado ona botatzean bostekoak irteteko duen aldien proportzioa $1/6=0,167$ dela. 100 dado botatzen ditugu eta “bostekoen” proportzioa, pr, kalkulatu dugu. Ariketa hori behin eta berriro egiten badugu, nola banatuko da pr parametroa? Aurkitu $1-\alpha = 0,9$ probabilitateari dagokion pr-aren tarte karakteristikoak.

1.7. INFERENTZIA ESTADISTIKOA

1.7.1. Sarrera

Lagina emanda eta bere parametroetatik abiatuta, populazioaren parametro batzuen balioa *inferitu* ahal izango dugu.

Populazioaren parametro bat lagin batetik abiatuta baloratzen denean, *estimazioa* tarte baten bidez egiten da. Zenbat eta zabalagoa izan tarteak, hainbat eta handiagoa izango da estimazioan egin dezakegun akatsa. Eta, gainera, estimazioa ez da ziurra izango ziurtasun-maila jakin bat ez badago (%90, %95...), hau da, *konfiantza-maila* esaten zaiona ez badago.

Hiru aldagai daude:

- Laginaren tamaina: bertatik abiatuta egiten da inferentzia.
- Akatsaren tarteak: estimazioa egiteko erabiltzen den tartearen luzeren erdia da.
- Konfiantza-maila: estimazioa zein ziurtasun-mailarekin egin den adierazten digu.

1.7.2. Populazio baten batez bestekoaren estimazioa

– *Konfiantza tarteak batez bestekoarentzat μ*

- σ ezaguna bada: $\left(\bar{x} - Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{x} + Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$

- σ ezezaguna bada, laginaren desbideratze tipikoarekin, S ordezkatzan da

$$\left(\bar{x} - Z_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}}, \bar{x} + Z_{\alpha/2} \frac{S}{\sqrt{n}} \right)$$

– Akats maximo onargarria $E = Z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

1.7.3. Proporzio edo probabilitate baten estimazioa

- P -ren ondoko konfiantza tartea, konfiantza maila $(1-\alpha)$ %100-ekoa izanik

$$\left(pr - Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{pr(1-pr)}{n}}, pr + Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{pr(1-pr)}{n}} \right)$$

- Akats maximo onargarria (akatsaren bornea)

– $E = Z_{\alpha/2} \sqrt{\frac{pr(1-pr)}{n}}$

1.7.4. Inferentzia estatistikoa: ariketak

1. Aldagai estatistiko baten desbidazio estandarra zein den badakigu, $\sigma = 8$; baina batez bestekoa, μ , ez dakigu zein den. Estimatzeko hartu $\bar{x} = 37$ tamainako lagina eta kalkulatu batez bestekoa.
2. 400 ur-lagin hartu dira eta kaltzio-kontzentrazioak neurtu dira. Lortutako emaitzak alboko taula horretan daude bilduta. Emaitza horietatik abiatuta, estimatu %95eko konfiantza-mailarekin populazioaren batez bestekoaren balioa.

x_i	f_i
1	24
2	80
3	132
4	101
5	63

3. Erreakzio kimiko baten erreakzio-denbora neurtzean, neurketaren desbidazio estandarra 0,5 minutukoa dela ikusi da. Zenbat neurketa egin beharko dira, %99ko konfiantza izanik, horren estimazioaren akatsa 0,1 minutu baino handiagoa ez izateko?
4. Erreakzio kimiko baten denbora neurtzean, kimikariak badaki desbidazio estandarra 0,5 minutukoa dela. Erreakzioaren batez besteko denbora estimatu nahi du, akats maximoa 0,1 minutukoa izanik, eta horretarako 100 saiakuntza egiten ditu. Zein konfiantza-mailarekin eman ahal izango du $(\bar{x} - 0,1; \bar{x} + 0,1)$ tartea?
5. Lantegi batek egiten dituen burdinazko piezen batez besteko luzera estimatu nahi du, 0,5 m baino gutxiagoko akatsarekin, horretarako, 30 piezatak lagina erabiltzen du.

Desbidazio estandarra $\sigma = 5,3$ cm dela jakinda, zein izango da estimazioaren konfiantza-maila?

6. 300 ur-alikuoten laginetatik 104 alikuoten kloruro-kontzentrazioa 15 mg/l-koa baino handiagoa da. %90eko konfiantza-mailarekin, aurkitu 15 mg/l-ko baino handiagoa duten alikuoten proportzioa estimatzeko tartea.
7. Aurreko problemaren emaitza kontuan izanda, ariketa berriro egin nahi dugu, akatsaren bornea 0,01ekoa lortzeko konfiantza-maila berberarekin: %90. Zenbat indibiduo (alikuota) izan behar ditu laginak?
8. Lantegi batek torlojuen batez besteko pisua estimatu nahi du %95eko konfiantza-mailarekin. Horretarako, 30 torlojoko lagina hartu eta pisatu egiten ditu. Lortu duen batez bestekoa $\bar{x} = 507$ g izan da eta desbidazio estandarra $s = 32$ g. Zein da populazioaren batez bestekorako μ , konfiantza-tartea?
9. Zementu-sakuen batez besteko pisua estimatzeko, 100 sakuren zorizko lagina hartu da. Ondoko parametroak lortu dira: $\bar{x} = 52,5$ kg, $s = 5,3$ kg. Ondoko baieztapena egin da: sakuen batez besteko pisua 51 eta 54 kg tartekoa da. Zein konfiantza-mailarekin egin da baieztapena?
10. Pieza-multzo baten diametroaren batez bestekoa μ , ezezaguna da eta desbidazio estandarra $\sigma = 8$ mm. Zein lagin hartu behar da batez bestekoa estimatzeko, %99ko konfiantza-mailak izanik, eta akats onargarriak $E = 3$?
11. Txanpon bat 100 aldiz bota dugu eta 62tan “busti” lortu dugu. Estimatu “busti” ateratzeko dagoen probabilitatea %90, %95 eta %99ko konfiantza-tarteen bidez.
12. Aurreko problema oinarritzat hartuta, “busti” lortzeko probabilitatea estimatu nahi dugu akatsa 0,002 baino txikiagoa eta %95eko konfiantza-maila izanik. Zenbat aldiz bota beharko dugu txanpona?
13. Urmael batean dagoen arrain-kopurua estimatzeko, honela joka dugu: sarearekin zerbait arrain hartu (349), marka jarri diegu (badaude urarekin joaten ez diren tintak) eta berriro urmaelera bota ditugu. Handik egun batzuetara berriro hartu beste arrain mordo bat eta marka zein proportziok duen ikusi dugu. Bigarren arrantza horretan 514 arrain lortu ditugu eta eurretatik 37 izan dira markadunak.
 - a) Aurkitu konfiantza-tartea, %90eko konfiantza-mailarekin, urmaeleko markadun arrainen proportziorako.
 - b) Aurkitu konfiantza-tartea, %90eko konfiantza-mailarekin, marka duten arrain guztientzat.

1.8. BATEZ BESTEKOEN DIFERENTZIAREN LAGIN-BANAKETA

Bi populazioen batez bestekoak konparatu nahi ditugu; horretarako, demagun lehen populazioak μ_1 batez bestekoa eta σ_1 desbidazio estandarra dituela, eta bigarrenak μ_2 batez bestekoa eta σ_2 desbidazio estandarra. n_1 tamainako laginak hartuko ditugu lehen populaziotik eta n_2 tamainakoak bigarrenetik, eta lagin-bikote horietako bakoitzean euren batez bestekoen diferentziak kalkulatu ditugu: $\bar{x}_1 - \bar{y}_1, \bar{x}_2 - \bar{y}_2, \dots$. Baldin eta $\bar{X} - \bar{Y}$ deitzen badiogu $\bar{x}_1 - \bar{y}_1, \bar{x}_2 - \bar{y}_2, \dots$ balioak hartzen dituen aldagai aleatorioari, orduan,

– $\bar{X} - \bar{Y}$ aldagai aleatorioaren batez bestekoa, $\mu_{\bar{x} - \bar{y}}$, bi populazioen batez bestekoen diferentziaren berdina da,

$$\mu_{\bar{x} - \bar{y}} = \mu_1 - \mu_2$$

– $\bar{X} - \bar{Y}$ -ren desbidazio estandarra, $\sigma_{\bar{x} - \bar{y}}$, ondoan adierazten da:

$$\sigma_{\bar{x} - \bar{y}} \approx \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

– n_1 eta n_2 handitu ahala, $\bar{X} - \bar{Y}$ aldagai aleatorioaren banaketa, batez bestekoen diferentziaren lagin-banaketa deritzona, banaketa normal batera hurbiltzen da.

$$N\left(\mu_1 - \mu_2, \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}\right)$$

σ_1 eta σ_2 ezezagunak badira, parametro horien estimaziotzat har dezakegu lagin handietarako lagin-desbidazio estandarra.

Batez bestekoaren diferentziarentzako konfiantza-tarteak

$$\left(\bar{x} - \bar{y} - z_{\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}, \bar{x} - \bar{y} + z_{\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}\right)$$

1.8.1. Batez bestekoen diferentzia: ariketak

1. A motako pilek 1000 orduko biziraupena dute, batez beste 100 orduko desbidazio estandarrekin; B motakoek, ordea, 900 orduko batez besteko biziraupena dute eta 200 orduko desbidazio estandarra. A motako 400 pilako lagina eta B motako 100 pilakoa hartzen baditugu, kalkulatu zein den A motako pilen batez besteko biziraupena B motako pilen batez besteko biziraupena baino 50 ordu handiagoa izateko.
2. Demagun bi metalezko, kobrezko eta burdinazko barren luzerak aztertzen ditugula; kobrezkoaren batez besteko luzera 1,95 m da eta desbidazio estandarra 0,2 m; burdinazkoaren batez besteko luzera 1,70 m da, eta 0,25 m-ko desbidazio estandarra du. 25 kobrezko barra hartu eta 36 burdinazko, zein da kobrezko barren batez besteko luzera burdinazkoena baino 0,3 metro handiagoa izateko probabilitatea?
3. Hona A makinak bost egunetan egin dituen piezen kopurua: 50, 48, 53, 60 eta 37; egun horietan, B beste makinak 40, 51, 62, 55 eta 64 pieza egin ditu. A makinaren desbidazio estandarra 8,3koa eta B makinarena 9,6koa; aurkitu batez bestekoaren diferentziarentzako konfiantza-tartea, %95eko konfiantza-mailarekin.

1.9. HIPOTESI ESTADISTIKOAK

1.9.1. Sarrera

Test estatistikoa, zorizko lagin adierazgarri batetik abiatuta, populazio horretan ezagutzen ez den parametro baten balioari buruz aldeztetik egindako hipotesia onartzeko edo ukatzeko balioko digun ondorioa ateratzeko prozedura da.

1.9.2. Hipotesia egiaztatu

Hipotesi estatistikoak egiaztatze metodoak.

1. *Enuntziatu*. Hipotesia enuntziatu egiten da, emandako hipotesia adierazteko H_0 erabiltzen da eta *hipotesi nulu* esaten zaio. Kontrako hipotesia adierazteko, H_1 erabiltzen da eta *ordezko hipotesi* esaten zaio. Populazio jakin bateko parametro bati balio bat ezaritzen zaio.
2. *Ondorioak atera*. Hipotesia egia bada, laginaren parametro hori modu ezagunean egongo da banatuta. Ondorioz:
 - *Esangura-maila* bat aukeratzen da. Erabilienak $\alpha = 0,10$; $\alpha = 0,05$; $\alpha = 0,01$ dira.
 - *Onarpen-eremua* kalkulaten da.
3. *Egiaztatu*. Aurreko urratsean erabaki den tamainako lagina hartzen da eta bertatik dagokion parametroa lortzen da.
4. *Erabaki*. Laginen parametroaren balioa onarpen eremuaren barruan badago, hipotesia onartu egiten da onarpen mailaz. Bestela ukatu egiten da.

1.9.3. Hipotesiak batez bestekoari begira egiaztatu

Bi kasu bereiz ditzakegu: hipotesi nulua $\mu = \mu_0$ den kasua, batetik, eta hipotesi nuluak: $\mu \geq \mu_0$ edo $\mu \leq \mu_0$ motako desberdintasunak onartzen dituen kasua, bestetik.

Aldebateko egiaztatpena: $\mu = \mu_0$

1. *urratsa*. Hipotesia: $H_0: \mu = \mu_0$

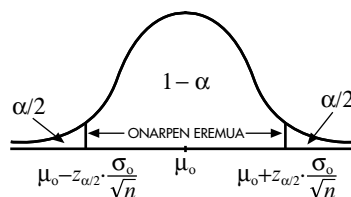
Hipotesi nulua populazioaren batez bestekoari balio jakin bat ematea da.

2. *urratsa*. Ondorioak atera. Onarpen-eremua lortu

$n \geq 30$ denean edo n -ren beste edozein balioaren kasuan, jatorrizko populazioa normala bada, laginen batez bestekoaren banaketa $N(\mu_0, \sigma_0/\sqrt{n})$ da.

Beraz, x esangura-maila baterako onarpen-eremua kasu horri dagokion tarte karakteristiko izango da:

$$\left(\mu_0 - z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}}, \mu_0 + z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma_0}{\sqrt{n}} \right)$$



Esangura-maila erabilienei dagozkien $z_{\alpha/2}$ balioak hauek dira:

Balio kritikoak			
α	0,10	0,05	0,01
$z_{\alpha/2}$	1,645	1,96	2,575

3. eta 4. urratsak. Egiaztatu eta erabaki

Lagina atera, \bar{x} kalkulatu eta onarpen-eremuaren barruan ala kanpoan dagoen ikusten da.

Adibidea:

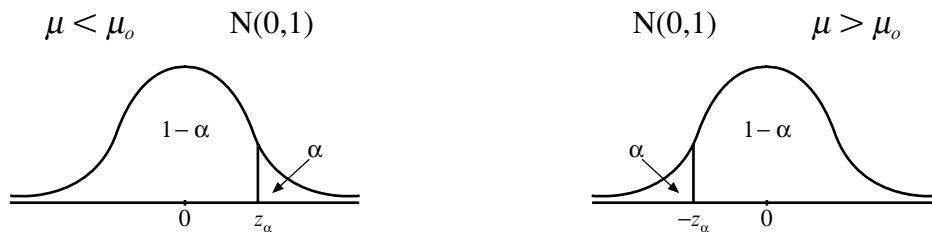
Unibertsitate bateko Kimikako ikasleen adimen-koefizientearen batez bestekoa 113 dela uste da, desbidazio estandarra 7 izanik. Hipotesia egiaztatzeko, 180 ikasleko lagina hartu da eta eurretatik adimen-koefizientearen batez bestekoa 115 dela lortu dugu. Onar dezakegu hipotesia %5eko esangura-mailaz?

Aldebateko egiaztapena: $\mu \leq \mu_o$ edo $\mu \geq \mu_o$

1. urratsa. Hipotesia: ($\mu \leq \mu_o$ edo $\mu \geq \mu_o$)

Ordezko hipotesiak $\mu > \mu_o$ edo $\mu < \mu_o$ dira, hurrenez hurren.

2. urratsa. Onarpen-eremua



Kasu horietan buztan osoa (onartzen ez den edo ukatzen den bitartea) banaketaren murturretako batean dago. Taulan balio kritikoak N(0,1) adierazten dira.

α	0,10	0,05	0,01
z_{α}	1,28	1,665	2,33

Onarpen-eremua hau da:

Hipotesiaonarpen-eremua ordezkoko hipotesia

$$\mu \geq \mu_o \quad \left(\mu_o - z_{\alpha} \cdot \frac{\sigma_o}{\sqrt{n}}, \infty \right) \quad \mu < \mu_o$$

$$\mu \leq \mu_o \quad \left(-\infty, \mu_o + z_{\alpha} \cdot \frac{\sigma_o}{\sqrt{n}} \right) \quad \mu > \mu_o$$

3. eta 4. *urratsak. Egiaztatu eta erabaki*

Lagina atera, \bar{x} kalkulatu eta onarpen-eremuaren barruan ala kanpoan dagoen ikusten da.

Adibidea:

Laginketa bateko 50 laginen pisuen batez bestekoa 2,6 kg-koa da, desbidazio estandarra 0,5 kg da eta banaketa normala jarraitzen du. Beste era batean hartuta, lortzen dugun batez bestekoaren pisua 2,78 kg da. Populazio osoaren pisua handitzen ez dela dioen hipotesia egiaztatu, esangura-maila %1 izanik.

1.9.4. **Hipotesiak proportzioari begira egiaztatu**

Aldebateko egiaztapena: $P = P_o$

1. *urratsa. Hipotesia. $H_o: p = p_o$*
2. *urratsa. Onarpen-eremua*

$p = p_o$ bada, laginen proportzioak, p_r , banaketa hau izango du $N\left(p_o, \sqrt{\frac{p_o q_o}{n}}\right)$

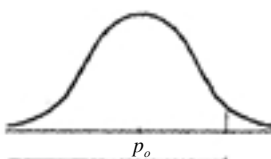
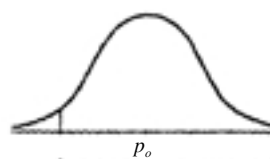
Onarpen-eremua, α esangura-mailarako, hau izango da:

$$\left(p_o - z_{\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{p_o q_o}{n}}, p_o + z_{\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{p_o q_o}{n}} \right)$$

3. eta 4. *urratsak. Egiaztatu eta erabaki*

Lagineko proportzioa, p_r , kalkulatzen da eta onarpen-eremuan dagoen ala ez ikusten da.

Aldebateko egiaztapena: $P \leq P_o$ edo $P \geq P_o$

1. URRATSA	HIPOTESI NULUA	$H_o : p \leq p_o$	$H_o : p \geq p_o$
	ORDEZKO HIPOTESIA	$p > p_o$	$p < p_o$
2. URRATSA ONARPEN EREMUA		 $\left(\infty, p_o + z_{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{p_o q_o}{n}} \right)$	 $\left(p_o - z_{\alpha} \cdot \sqrt{\frac{p_o q_o}{n}}, \infty \right)$

3. eta 4. urratsetan, laginerako p_r kalkulatzen da eta onarpen-eremuan dagoen ikusten da.

Adibidea:

Olioaren dentsitatea neurtzeko, A, B eta C prozedurak aurkezten dira. Kimikarien artean inkesta bat egin da. Emaitzak hauek izan dira: A-ren alde %40, B-ren alde %40 edo gehiago eta C-ren alde %40 edo gutxiago.

Hipotesi horiek 250 kimikariren lagina hartuta egiaztatu nahi dira:

- Aurkitu hipotesi bakoitzaren onarpen-eremua, esangura maila %5ekoa izanik.
- Lagina atera ondoren, A-ren alde 132 kimikari, B-ren alde 88 eta C-ren alde 30 agertu dira. Hartu hiru hipotesi horiei buruzko erabakiak.

1.9.5. Hipotesi estatistikoak: ariketak

- Ontzat dugun dadoa daukagu. 100 aldiz bota eta 25 "BOSTEKO" lortzen ditugu. Ustea onargarria dela esan dezakegu (dadoa ondo eginda dago) ala zuzendu egin beharko dugu lortutako emaitzetan onarrituta? (esangura-maila $\alpha = 0,05$).
- Orain bost urte ezagumenduen proba egin zitzaizen maila jakin bateko Kimikako ikasle guztiei. Emaitzaren batez bestekoa $\mu = 102$ izan zen eta desbidazio estandarra $\sigma = 11$. Aurten test bera egin zaio 400 ikasleko laginari eta batez bestekoa $\bar{x} = 101$ puntu izan da. Bost urte horietan ikasleen ezagutzetan aldaketarik egon ez dela eta, beraz, agertzen den aldea zorizkoa dela pentsa dezakegu? ($\alpha = 0,05$).
- Egin berriro 1. kasua urratsez urrats, $\alpha = 0,01$ esangura-mailarako.
- Egin berriro 2. kasua urratsez urrats, $\alpha = 0,01$ esangura-mailarako.
- Kaltzio trioxiodato(V)aren disolbagarritasun-biderkadura kalkulatzeko metodoa proposatu da. Metodo horren alde kimikarien %53 dago. Duela gutxi, zoriz aukeratutako 360 kimikariri galdeketa egin zaie eta 176k adierazi dute alde daudela. Metodoak laborategian indarra edukitzen duela baieztatu dezakegu %90eko esangura-mailarekin?
- Espektrofotometro batek neurketen %40 gaizki egiten duela baieztatu du teknikariak. 100 neurketa egin ditu eta 30 txarrak direla ikusi dugu. Hurbilketa normala erabiliz, egiaztatu emaitza horren arabera teknikariak esandakoa gezurta dezakegula, esangura-maila %5ekoa izanik.
- Enpresa batek egiten dituen 100 watteko bonbillen iraupenak banaketa normala du, eta desbidazio estandarra 120 ordukoa. Batez besteko iraupena 800 ordukoa duela egiaztatzen du enpresak. Multzo bateko 50 bonbilla zoriz hartu ditugu eta, egiaztatu ondoren, batez besteko iraupena 750 ordukoa dutela ikusi dugu. Esangura maila 0,01ekoa izanik, multzoa atzera bota beharko genuke garantia ez duelako betetzen?
- Lanpara elektrikoek egile bat produkzio-metodo berria probatzen ari da. Ontzat emango diote metodoa lortzen dituen lanparek batez besteko iraupena 2.400 ordukoa eta desbideratze tipikoa 300ekoa duen populazio normala sortzen badute. Metodo horren bidez egindako lanparen artean 100 hartzen dira lagintzat eta batez besteko iraupena 2.320 ordukoa dutela lortzen dugu emaitzat. Ontzat eman dezakegu produkzio-metodo berria baliagarria dela dioen hipotesia, %5aren pareko edo txikiagoko arriskuaz?
- Xaboi-pastilek 11 egun edo gehiago irauten dutela dioen hipotesia egiaztatu nahi da. Horretarako, 100 galdeketa egin dira. Erantzunak hauek dira:

Iraupena (egunak)	5-9	10-14	15-19	20-24
Erantzunak	24	46	19	11

Esangura-maila $\alpha = 0,05$ izanik, hipotesia bete daiteke?

1.10. STUDENT-EN t BANAKETA

1.10.1. Sarrera

Lagin-kopurua txikia denean ($N < 30$) banaketa normalera egindako hurbilketa ez da egokia eta N zenbat eta txikiagoa izan orduan eta txarragoa izango da hurbilketa. Kasu horietan STUDENT-EN t banaketa erabiltzen da.

Student-en t honela definitzen da:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s} \sqrt{n - 1}$$

antzekoa da z parametroarekiko $z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$

n tamainako laginak hartzen baditugu populazio normalean (edo ia normalean) μ batez bestekoarekin eta bakoitzerako t kalkulatzeko badugu, \bar{x} batez bestekoa eta s desbidazio tipikoa erabiliz, laginen banaketa t -rentzat lor daiteke. Banaketa hori irudian agertzen da eta hurrengo adierazpenak azaltzen du:

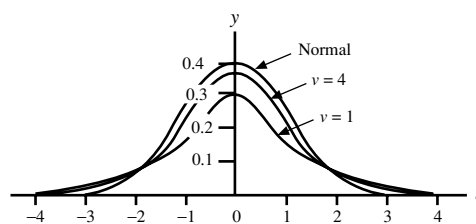
$$Y = \frac{Y_o}{\left(1 + \frac{t^2}{n-1}\right)^{n/2}} = \frac{Y_o}{\left(1 + \frac{t^2}{v}\right)^{(v+1)/2}}$$

Y_o konstante bat da eta n -ren menpekkoa, kurbaren azalera totala 1 izanik, eta $v = (n-1)$ askatasun-graduen kopurua da.

v balio handietarako edo $n \geq 30$ erako, kurbak kurba normala hurbiltzen dira.

1.10.2. Konfiantza-tarteak

Banaketa normalean bezala, konfiantza-tarteak %95, %99...definitzen dira, t banaketaren taula erabiliz. Era honetan populazioaren batez bestekoa estima dezakegu muga batzuen artean.



—Student-en t V balioetarako—

Adibidea:

Demagun eta $-t_{0,975}$ eta $t_{0,975}$ t -ren balioak direla, zeinetarako azaleraren %2,5 t banaketaren buztan bakoitzean dauden eta %95 dela konfiantza-tartea:

orduan, $-t_{0,975} < \frac{\bar{x} - \mu}{s} \sqrt{n - 1} < t_{0,975}$

μ ondoren adierazten den tartean egongo da:

$$\bar{x} - t_{0,975} \frac{s}{\sqrt{n-1}} < \mu < \bar{x} + t_{0,975} \frac{s}{\sqrt{n-1}}$$

%95eko konfiantza-mailarekin (edo 0,95eko probabilitatearekin).

Orokorrean, konfiantza-mailak populazioen batez bestekoentzat irudika daitezke:

$$\bar{x} \pm t_c \frac{s}{\sqrt{n-1}}$$

$\pm t_c$ balioak, *balio kritikoak* edo *konfiantzako koefizienteak* dira, nahi den konfiantza-mailarekin eta laginaren tamainaren menpekoak, (taulan agertzen dira).

1.10.3. Hipotesia eta esangura-maila

Hipotesia eta esangura-maila lagin txikitara aplikatu daitezke. Diferentzia bakarra z parametroaren ordez t erabiltzean datza.

1. *Batez bestekoak*. Populazio normalak μ batez bestekoa duen H_0 hipotesia kontrastatzeko, t parametroa erabiliko dugu

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{s} \sqrt{n-1}$$

\bar{x} n tamainako laginaren batez bestekoa da.

(n handietarako $z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$ erabiltzen zen).

2. *Batez bestekoen kendura*. Populazio normal batetik n_1 eta n_2 tamainako bi zorizko lagin hartzen ditugu, desbidazio estandarrak berdinak dira ($\sigma_1 = \sigma_2$). Eta demagun bi laginen batez bestekoak \bar{x}_1 eta \bar{x}_2 direla eta desbidazio estandarrak s_1 eta s_2 direla, hurrenez hurren. Bi laginak populazio beretik datozelako hipotesia kontrastatzeko (hau da, $\mu_1 = \mu_2$ eta $\sigma_1 = \sigma_2$).

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}} \text{ da, non } \sigma = \sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \text{ den.}$$

Banaketa Student-en banaketa da $v = n_1 + n_2 - 2$ askatasun-graduarekin.

1.10.4. Student-en t banaketa: ariketak

1. Kalkulatu t balio kritikoak t banaketaren eskuineko azalera itzaltsua 0,05 izateko, askatasun-graduen kopurua, v , a) 16; b) 27 eta c) 200 bada.
2. %95eko (bi buztanak) konfiantza-koefizienteak eta banaketa normalerako $\pm 1,96$ dira. a) $v = 9$; b) $v = 20$; c) $v = 30$ eta d) $v = 60$ badira, zenbatekoak izango dira koefizienteak t banaketarako.

3. Esfera baten diametroaren 10 neurketaren laginak $\bar{x} = 4,38$ cm-ko batez bestekoa eta $s = 0,06$ cm-ko desbidazio estandarra ematen ditu. Kalkulatu benetako diametroarako konfiantza-limiteak a) %95 eta b) %99 badira.
4. a) Errepikatu 3. ariketa lagin handien metodoarekin.
b) Alderatu bi metodoekin lortutako emaitza.
5. Makina batek 0,05 hazbeteko (in) lodierako zirrindolak (arandelak) egiten zituen. Jakiteko egoera onean jarraitzen duen, 10 zirrindolako lagina hartzen da, lodiera 0,053 in eta desbidazio tipikoa 0,003 in izanik. Makinak ondo funtzionatzen duelako hipotesia kontrastatu, a) 0,05 eta b) 0,01 esangura-mailarekin.
6. Fabrikatzaile baten 6 sokarekin proba bat egin zen eta batez besteko apurtze-tentsioa neurtu zen, emaitza 7.750 lb eta desbidazio estandarra 145 lb dira. Fabrikatzaileak 8.000 lb zela iragartzen zuen. Baiezta daiteke fabrikatzaileak zioena a) 0,05 eta b) 0,01 esangura-mailarekin?
7. Auzotegi bateko 16 ikasleren batez besteko adimen-koefizientea 107 (AK) eta desbidazio estandarra 10 dira, eta beste auzotegi bateko 14 ikasleren AK 112 eta desbidazio estandarra 8. Badago desberdintasunik bi AK-en artean a) 0,01 eta b) 0,05 esangura-mailarekin?
8. Ongarri bat probatzeko, eskualde bateko 24 lursail hartu ziren; erdia ongarri horrekin tratatu zen eta beste erdia beste batekin; beste baldintzak berdinak izan ziren. Tratatu gabeko partzeletan batez besteko gari-produkzioa 4,8 bushels (bu) eta desbidazio estandarra 0,40 bu izan ziren. Esan dezakegu ongarria erabiltzeagatik hobekuntzarik egon zela, a) %1 eta b) %5eko esangura-mailarekin?

Kalitatea

2

AURKIBIDEA

2. KALITATEA

2.1. KALITATE TOTALA	55
2.1.1. Zer da kalitatea?	55
2.1.2. Kalitateko teknikak	55
2.1.3. Kalitate totala: ariketak	67
2.1.4. Kontrol-grafikoak	71
2.1.5. Prozesuen kapazitate-azterketak	84
2.2. KALITATEA LABORATEGIAN	93
2.2.1. Antolakuntza eta laborategikideak	94
2.2.2. Kalitateko garrantzia-programa	95
2.2.3. Laborategia	95
2.2.4. Tresnak, materialak eta erreaktiboak	95
2.2.5. Sistema esperimentalak	96
2.2.6. Entzaiurako eta erreferentzirako substantziak	96
2.2.7. Lan-prozedura normalizatuak	97
2.2.8. Ikerketaren betekizunak	97
2.2.9. Bukaerako txostena	98
2.2.10. Artxiboa	99
2.3. LAN-PROZEDURA NORMALIZATUAK (SOP's)	100
2.4. INSTRUMENTUEN PROTOKOLOEN EGINKIZUNA	101
2.4.1. Tresnen erregistroak eta SOP's-ak	103
2.5. LAGINKETA	105
2.5.1. Laginketaren garrantzia	105
2.5.2. Lagintzeko produktuen arteko desberdintasunak	105
2.5.3. Laginketa-motak	106
2.5.4. Laginketa-kopurua: laginaren balioen extrapolazioa lote osora	111
2.5.5. Laginketaren adibideak	112

2.1. KALITATE TOTALA

2.1.1. Zer da kalitatea?

Laborategiak kalitate handiko datu analitikoaren lorpena izan behar du helburu nagusietariko bat; metodo zehatzak, ziurak eta egokiak erabiliko ditu nahi dugun helburua lortzeko.

Helburu hori Kalitateko Sistema baten bidez lor daiteke.

2.1.2. Kalitateko teknikak

2.1.2.1. *Brainstorming* edo *ideien ekaitza*

Teknika hori ingelesetik dator: *brain* burmuina eta *storming* ekaitza da. Metodo hori 1939an A.F. Osborn-ek sortu zuen.

Teknika hori taldean garatzen da eta partaide bakoitzak egoera konkretu bat ebazteko ideiak azaltzen ditu.

Idea guztietatik, batzuk bakarrik erabiliko dira azaldutako arazoa edo egoera ebazteko.

Oso garrantzitsua da taldea partaideekin kritikoa ez izatea, ideiak ez daitezen murriz.

Teknika hori era onenean garatzeko, arau batzuk bete behar dira:

- Taldeek txikiak izan behar dute, 3 eta 8 partaide bitartekoak.
- Taldearen partaide bakoitzak planteatutako arazoa ezagutu eta ulertu egin behar du.
- Azaldutako ideia guztiak kritikatu gabe onartu behar dira.
- Taldeak moderatzailea izan behar du.
- Emandako ideiak lotuta egon daitezke.
- Bileraren iraupena aurretik jarri behar da.

Arau horiek kontuan izanda, teknika hori aplikatzeko faseak hauek dira:

1. Arazoaren azalpen argia egin behar da taldeko partaide guztiek ondo uler dezaten.
2. Ondoren, partaideek ideiak sortuko dituzte. Ideia horiek idatzi egin behar dira.
3. Sortutako ideietatik egokienak aukeratu eta ordenatu garrantziaren arabera.

Komeni da bileraren akta egitea; eredia ondoren azaltzen da:

Enpresa:	Data:	Ordua:
Partaideak:		
Bileraren helburua:		
Ideiak:		
– ...		
– ...		
– ...		

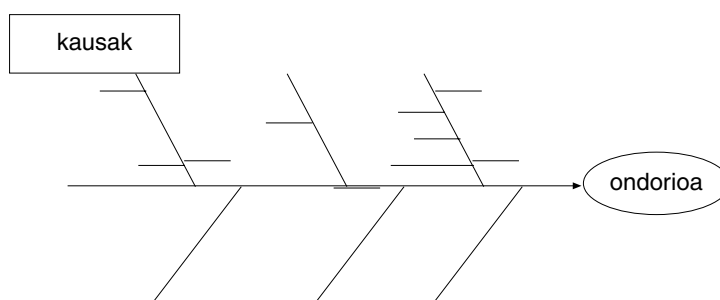
2.1.2.2. *Kausa-ondorio diagrama*

Edo Ishikawa diagrama (1943an Tokioko Unibertsitatean Kaoru Ishikawa doktoreak garatu zuen) edo arrain-hezurra ere deitzen da.

Teknika horren bidez arazoa sortzen duten kausak detektatzen dira. Horiek blokeetan biltzen dira analisia errazago egiteko.

Teknika hori aplikatzeko hurrengo pausoak proposatzen dira:

- Aukeratu kontrolatu nahi dugun ondorioa. Hori izango da diagramaren enborra eta horik aterako dira ondorioan eragina duten kausak.
- Kausak ondorioan duten garrantziaren arabera ordenatuko dira.



2.1.2.3. *Histograma*

Datu-seriea nola antolatzen den ikusteko erabiltzen da. A.M. Guerryk 1833an sortu zuen.

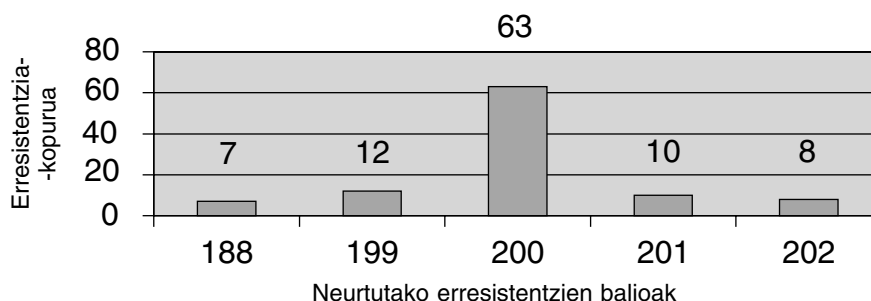
Aldagai baten maiztasun-banaketa irudikatzen da. Nahi dugun balioarekiko datuen dispersioa ikus daiteke.

Nola egiten den histograma ikusiko dugu:

Demagun enpresa batek 200 Ω -ko erresistentzia elektrikoak fabrikatzen dituela. 100 erresistentziaren balioak neurtu dituzte eta taulako emaitzak lortu dituzte:

Neurtutako erresistentzien balioak (Ω)	Erresistentzia-kopurua
188	7
199	12
200	63
201	10
202	8

Neurtutako balioak ardatz horizontalean kokatuko ditugu (datuak tartetean bil daitezke) eta ardatz bertikalean maiztasunak ipiniko dira.



—Histograma—

Histograma aztertzen badugu, datuek nahi dugun balioarekiko (200 Ω) banaketa simetrikoa azaltzen dutela ikus daiteke, eta prozesua onargarria da.

Histogramak ematen duen informazioa osatzeko, aurreko blokean (Estatistikan) ikusitako parametroak erabil daitezke (populazioa, lagina, batez bestekoa, ibiltartea, maiztasuna, desbidazio estandarra, etabar).

2.1.2.4. *Sektore-diagrama*

Beste adierazpen grafiko bat sektore-diagrama edo *tarta-diagrama* da. Orokorrean, ehunekoak irudikatzen dira, baina graduak ere erabil daitezke. Era zirkularra du eta zatiki erradialak.

Adibidea:

Laborategi batean fabrikatzen diren produktuak ondoko taulan adierazten dira:

Produktuak	Kopurua
A	100
B	400
C	200
D	100
Guztira	800

Diagrama egiteko produktu bakoitzaren ehunekoa kalkulatu da:

$$A: \frac{100}{800} \cdot 100 = \%12,5$$

$$C: \frac{200}{800} \cdot 100 = \%25,0$$

$$B: \frac{400}{800} \cdot 100 = \%50,0$$

$$D: \frac{100}{800} \cdot 100 = \%12,5$$

Diagramako graduak produktu bakoitzerako hiruko erregelaz lor daitezke, %100 360° direla jakinik.

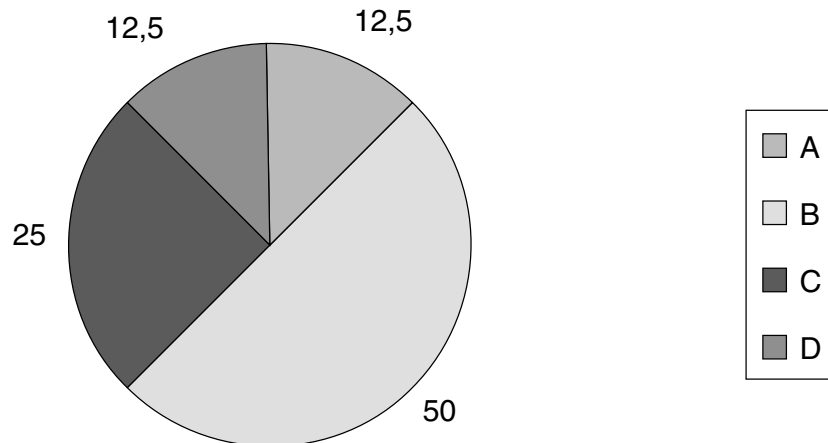
$$A: \frac{\%12,5 \cdot 360^\circ}{\%100} = 45$$

$$C: \frac{\%25 \cdot 360^\circ}{\%100} = 90$$

$$B: \frac{\%50 \cdot 360^\circ}{\%100} = 180$$

$$D: \frac{\%12,5 \cdot 360^\circ}{\%100} = 45$$

Datuekin sektore-diagrama egingo dugu:



–Laborategiko produktuak–

2.1.2.5. Dispersio-diagramak

Batzuetan giro tenperaturaren eta prozesu batean atera diren pieza akastunen arteko erlazioa jakitea beharrezkoa da, edo makina batek funtzionatzen duen orduen eta doitasunaren arteko erlazioa, etab. Hau da, bi aldagaien arteko erlazioa ezagutzeko korrelazioa eta dispersio-diagramak erabiltzen dira. (Korrelazioa Estatistikaren atalean aztertu genuen, korrelazio-koefizientea, diagramak, etabar.)

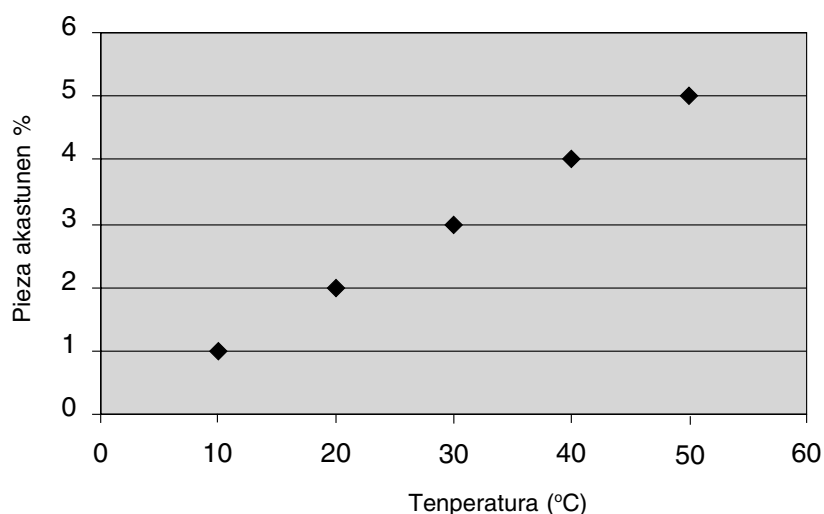
Atal honetan adibide bat aztertuko dugu:

Demagun prozesu batean atera diren pieza akastunen ehunekoa tenperaturarekin duen erlazioa aztertu dugula. Pieza horien ehunekoa temperatura bakoitzerako neurtu dugu eta eta ondoko taulan idatzi dugu:

Temperatura °C	10	20	30	40	50
Pieza akastunen %	1	2	3	4	5

Balio horiek esperimentalki lortu dira prozesu produktibotik.

Ondoren, datuekin dispertsio-diagrama osatuko dugu, x ardatzean temperatura °C-tan eta y ardatzean pieza akastunen % ipiniko ditugu.



–Dispertsio-diagrama–

Diagrama aztertzen badugu, puntuak zuzen batera hurbiltzen direla ikus daiteke; korrelazioa, beraz, lineala da, hau da, korrelazioaren puntu guztiak zuzen batekin lot daitezke.

Horren arabera, lan-tenperaturak akatsen ehunekoan eragina du. Hori diagraman ikus daiteke, temperatura zenbat eta handiagoa izan, prozesuan agertzen diren pieza akastunen ehuneko handiagoa da.

Adibide hori osa daiteke korrelazio-koefizientea eta erregresio-zuzena kalkulatu, Estadistikaren atalean ikusi genuen bezala.

2.1.2.6. Pareto-ren diagrama

Pareto-ren diagrama beste izen batzuekin ere ezagutzen da:

- ABC diagrama.
- 80-20 diagrama.
- 70-30 diagrama.

Diagrama horrek prozesu industrialetan eta gertaera naturaletan efektuen banaketa eta honen ondorioak ez direla linealak baizik eta kausen %20k akatsen %80 sortzen duela kontuan hartzen du. Hurbilketa hori beti ez da betetzen. Horregatik, 70-30 diagramaz hitz egiten da.

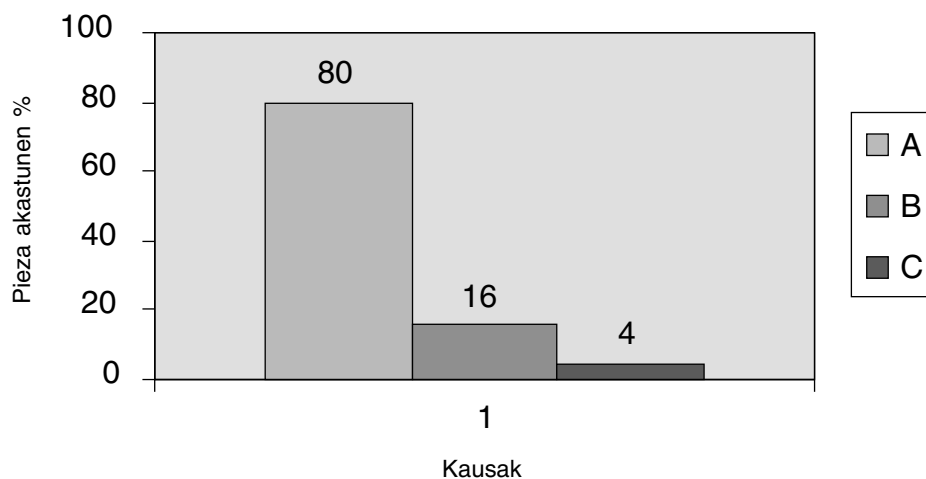
Pareto-ren diagrama aztertzeko adibide batzuk ikusiko ditugu:

1. Adibidea

Demagun lote bat, 100 erresistentzia akastunekin. Akatsak sortzen dituzten kausei buruz ikerketa egin da. Ikerketa horren arabera zera esan dezakegu:

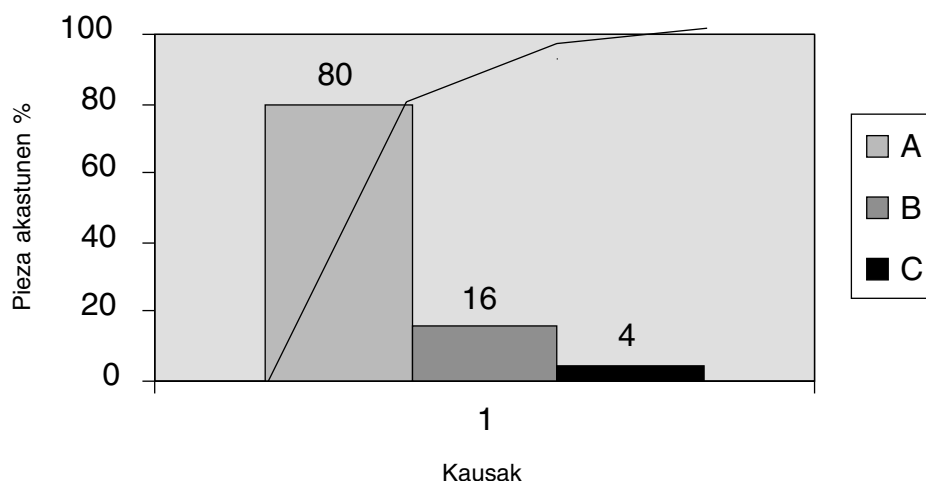
- 80 erresistentzia akastunak dira, nahiko material dielektriko ez dutelako (A motako kausa).
- 16 akastunak dira, material dielektriko gehiegi dutelako (B motako kausa).
- 4 akastunak dira, beste batzuegatik (C motako kausa).

Grafikoa egiteko, y ardatzean pieza akastunen ehunekoa (0tik 100era kokatzen dira) eta x ardatzean kausa posibleak, handienetik txikienera ordenatuta.



–Pareto-ren diagrama–

Ondoren, ehuneko metatuaren marra egiten da, zutabe bakoitzari ezkerreko zutabe guztien ehunekoa gehituz.



–Pareto-ren diagrama–

Pareto-ren diagrama marra metatuarekin.

Marra metatuari Pareto-ren diagrama deitzen zaio.

Diagrama-mota horiekin akatsek sortzen dituzten ondorioak azter daitezke.

2. Adibidea

Enpresa batean 250 langile daude, eta hilabete batean gertatu diren lan-istripuen kausak ondoren adierazten dira:

- A. Maila bereko erorikoak: 42 istripu.
- B. Maila desberdinetako erorikoak: 21 istripu.
- C. Makadurak edo kolpeak: 22 istripu.
- D. Ebakidurak: 12 istripu.
- E. Erredurak: 57 istripu.

Hasteko, I. eta II. taulak beteko ditugu, eta ondoren Pareto-ren diagrama osatuko dugu.

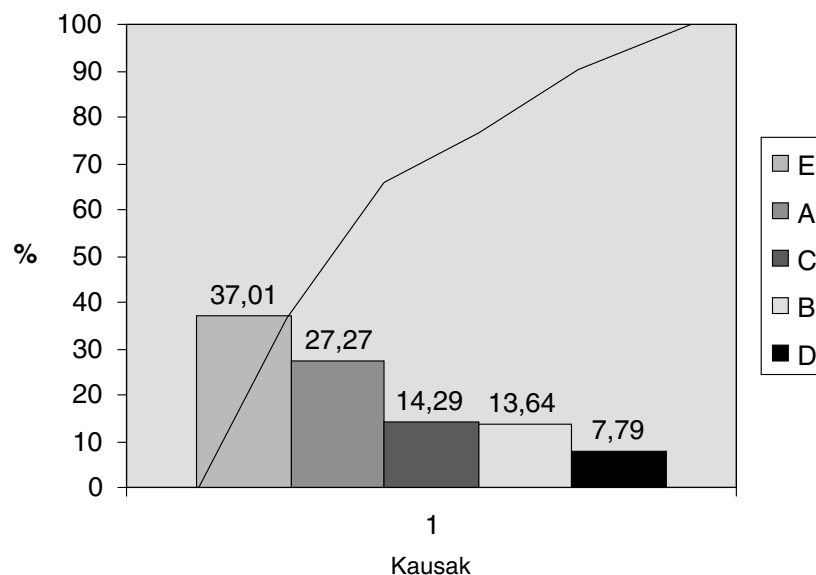
I. taula

Kausak	Istripu-kopurua	%
A	42	27,27
B	21	13,64
C	22	14,29
D	12	7,79
E	57	37,01
Guztira	154	100

II. taula

Kausak ordenatuak	%	% metatua
E	37,01	37,01
A	27,27	64,28
C	14,29	78,57
B	13,64	92,21
D	7,79	100
Guztira	100	

Pareto-ren diagrama



3. Adibidea

Banaketa-enpresa batean azkeneko 6 hilabeteetan 152 desadostasun izan dituzte, eta etorkizunean zifra hori gutxiagotu nahi dute. Hasteko Pareto-ren diagrama egingo da, lehenbait lehen zein kausatan eragin behar den ikusteko.

Enpresaren desadostasunak ondoren laburtzen dira:

- 45 ez dira eman hartzailearen helbidearekin, arazoak izan zirelako (DIR).
- 5 hartzeilek ez zuten onartu (RECH).

- 70 berandu iritsi ziren biltegi zentralera, arazoak egon zirelako (ALM).
- 20 berandu iritsi ziren, eguraldiaren arazoengatik (CLIM).
- 2 apurtuta iritsi ziren (ROT).

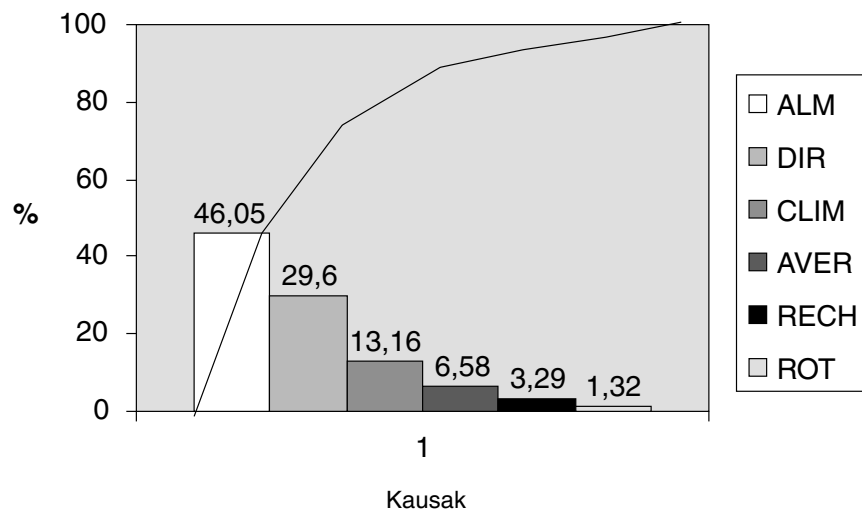
Kausa bakoitzaren ehunekoa kalkulatu dugu:

$$\begin{aligned} \text{DIR: } & \frac{45 \cdot 100}{152} = \%29,6 \\ \text{RECH: } & \frac{5 \cdot 100}{152} = \% 3,29 \\ \text{ALM: } & \frac{70 \cdot 100}{152} = \%46,05 \\ \text{CLIM: } & \frac{20 \cdot 100}{152} = \%13,16 \\ \text{AVER: } & \frac{10 \cdot 100}{152} = \% 6,58 \\ \text{ROT: } & \frac{2 \cdot 100}{152} = \% 1,32 \end{aligned}$$

Datuak handienetik txikienera ordenatuko ditugu:

ALM: %46,05
 DIR: %29,6
 CLIM: %13,16
 AVER: %6,58
 RECH: %3,29
 ROT: %1,32

Datu horiekin Pareto-ren diagrama egingo dugu:



Diagramatik hurrengo ondorioak atera daitezke:

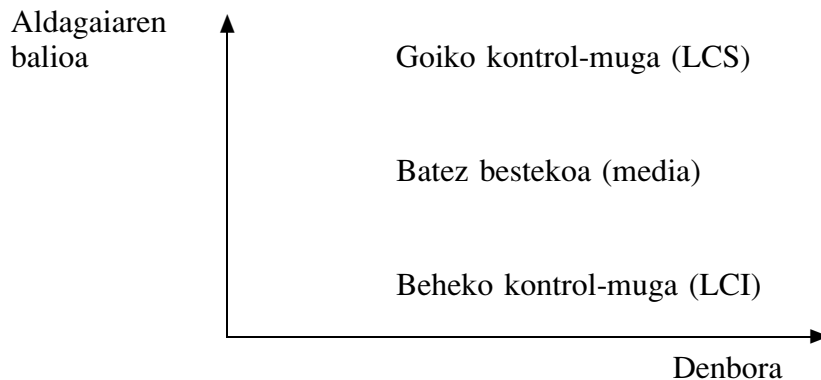
- Biltegi zentralerako arazoak konpoduz gero, desadostasunak %46 gutxituko dira.
- Biltegi arazoak eta hartzailearenak, konpoduz gero, desadostasunak %75 gutxituko dira.

Horrekin guztiarekin, kausen %33k akatsen %75 sortzen duela ondoriozta daiteke.

2.1.2.7. Kontrol-grafikoak

Teknika horren bidez, prozesu bat, kontrolpean izan dezakegu aldagai batekiko eta denborarekin egonkorra den ala ez egiazta daiteke. Horrekin, neurri batean prozesuaren portaera aurrean daiteke, hau da, "kontrolatuta" edo kontrol-mugetatik kanpo dagoen aurrean daiteke.

Grafiko horietan aldagaiak gaintitu ezin dituen goiko eta beheko mugak marrazten dira. Mugetatik kanporatzen ez den artean, prozesua kontrolpean dago. Mugak gaintuz gero, prozesua kontrolpean ez dagoela esango dugu.

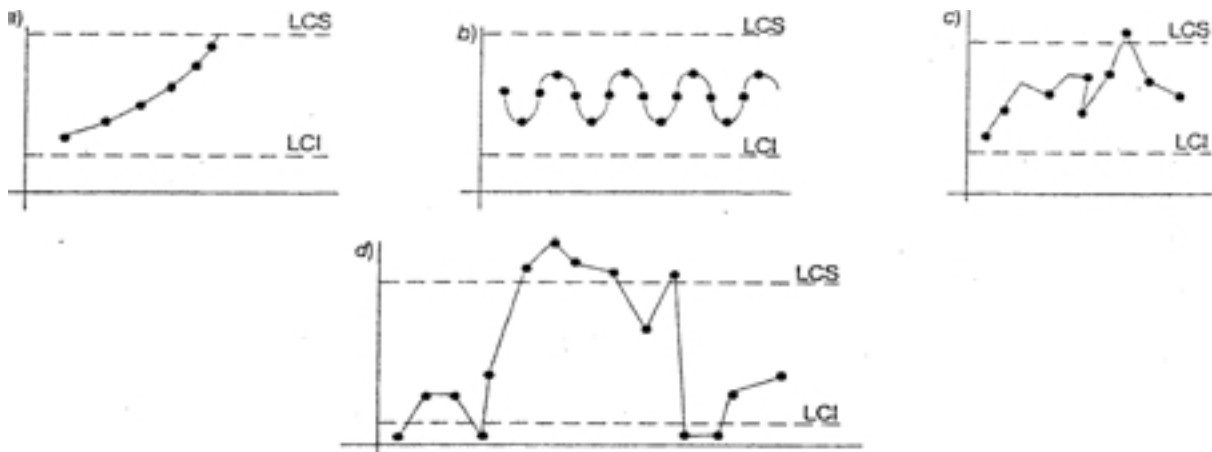


–Kontrol-grafikoa–

Grafiko horiek bi motatakoak dira:

- Atributuaren kontrol-grafikoak:* prozesuaren ezaugarri bat kontrolatzen da (pasa/ez pasa; adostasuna/ez adostasuna). Adibidez, torlojuak tamainaren arabera sailkatzen direnean: torloju bat pasa/ez pasa kalibretik pasatzen bada, txikiagoko tamainakoa da eta beheko kategoriakoa.
- Aldagaiaren kontrol-grafikoak:* neur daitekeen magnitude baten aldaketa kontrolatzen da (neurketak, pisuak, etab.). Adibidez, kable baten diametroaren balioa kontrolatzea.

Kontrol-grafikoaren bigarren mota horrek prozesuari buruz informazio gehiago ematen du, aldaketen balioei buruzko informazioa ematen duelako. Badaude aldagaiaren kontrol-grafiko desberdinak; hemen batzuk bakarrik aztertuko ditugu, guztiak berdin egiten baitira.



Kontrol-grafikoan datuak adierazterakoan, kasu batzuk bereizi behar dira:

- Datuen aldaketan joera argia badago, zergatik gertatzen den aldaketa hori aztertu behar da (a irudia).
- Aldaketetan zikloak agertzen badira, eragiketa periodikoengatik edo inguruko kausengatik izan daitezke (b irudia).
- Puntu bat kontrol-mugetatik kanpo agertzen bada, aztertu behar da kanpoko kausa batetik izan daitekeen (c irudia).
- Zortzi edo puntu gehiago kontrol-mugetatik kanpo agertzen dira (d irudia).

Grafikoak eraikitzeko hurrengo puntuak kontuan izan behar dira:

1. Goiko (CLS) eta beheko (CLI) kontrol-mugak banaketaren parametroetatik datoz (lagin batetik lor daitezke).
2. Banaketa normala jarraitzen duen prozesu baterako, mugak lortzen dira hurrengo adierazpenak jarraituz:
 - Goiko kontrol-muga (LCS) = $\bar{x} + 3\sigma$
 - Beheko kontrol-muga (LCI) = $\bar{x} - 3\sigma$

1. Adibidea

Demagun enpresa batean egunean lehenengo 10 orduetan fabrikatutako pieza akastunak ondoko taulan adierazten direla:

Ordua	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pieza-kopurua	19	18	17	17	20	20	20	19	20	23

Pieza akastunen batez bestekoa (\bar{x}) zera da:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f_i} = 19,3$$

eta desbidazio estandarra (σ):

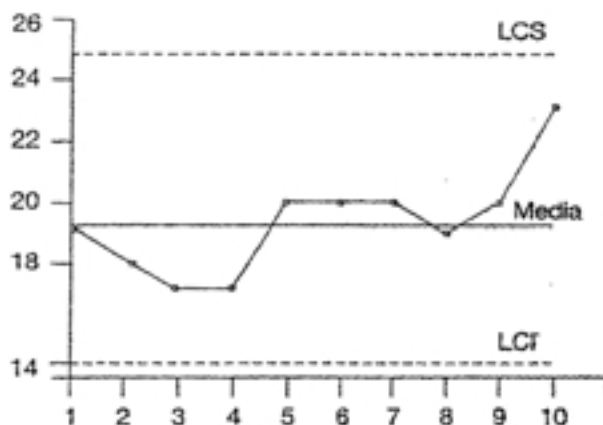
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 f_i}{\sum f_i} - \bar{x}^2} = 1,8$$

Bi parametro horiekin kontrol-mugak kalkulatuko ditugu:

$$\text{LCS} = \bar{x} + \sigma = 19,3 + 3 \cdot 1,8 = 24,7$$

$$\text{LCI} = \bar{x} - \sigma = 19,3 - 3 \cdot 1,8 = 13,9$$

KONTROL-GRAFIKOA



Lortutako grafikotik prozesua kontrolpean dagoen ondoriozta daiteke.

Aldagaiaren beste kontrol-grafikoetan laginen batez bestekoak kalkulatzeko dira. Laginen batez bestekoen batez bestekoarekin (\bar{x}) eta ibiltartearekin (R) lortutako balio handienaren eta txikienaren arteko kendura) \bar{x} / R grafikoa lortzen da. Kasu horretan bi kontrol-grafiko lortzen dira: bata laginen batez bestekoen joerarekin eta bestea, ibiltarteen joera adierazten duena.

– Batez bestekoen grafikoa

$$\begin{aligned} \text{LCS} &= \bar{x} + C \cdot \bar{R} \\ \text{LCI} &= \bar{x} - C \cdot \bar{R} \end{aligned}$$

– Ibiltarteen grafikoa

$$\begin{aligned} \text{LCS} &= D \cdot \bar{R} \\ \text{LCI} &= E \cdot \bar{R} \end{aligned}$$

Konstanteak taulatuta daude. Taulan konstanteak laginaren (n) tamainaren arabera adierazten dira:

n	C	D	E
3	1,023	2,574	0
4	0,729	2,282	0
5	0,577	2,114	0

2. Adibidea

	1. seriea	2. seriea	3. seriea	4. seriea	5. seriea	6. seriea
1. lagina	3	2	2	2	2	2
2. lagina	4	3	4	2	1	2
3. lagina	2	3	5	3	1	4
4. lagina	2	5	1	3	3	2
Batez best.	2,75	3,25	3,00	2,50	1,75	2,50
Ibiltartea	2	3	4	1	2	2

Laginen batez bestekoen batez bestekoa zera da:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{2,75 + 3,25 + 3,00 + 2,50 + 1,75 + 2,50}{6} = 2,62$$

Ibiltarteen batez bestekoa hurrengoa da:

$$\bar{R} = \frac{2 + 3 + 4 + 1 + 2 + 2}{6} = 2,33$$

$n = 4$ (lau lagin) dela jakinik:

– Batez bestekoen grafikoa

$$LCS = \bar{x} + C \cdot \bar{R} = 2,62 + 0,729 \cdot 2,33 = 4,32$$

$$LCI = \bar{x} - C \cdot \bar{R} = 2,62 - 0,729 \cdot 2,33 = 0,92$$

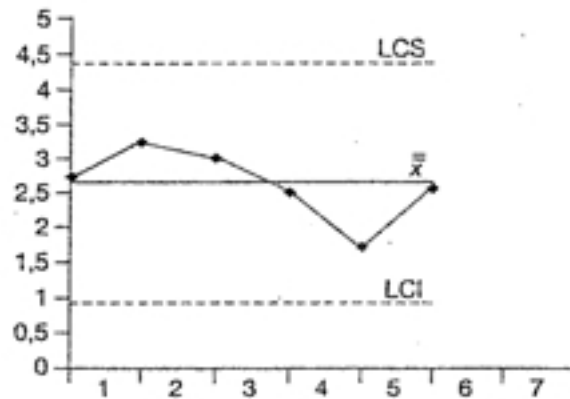
– Ibiltarteen grafikoa

$$LCS = D \cdot \bar{R} = 2,282 \cdot 2,33 = 5,32$$

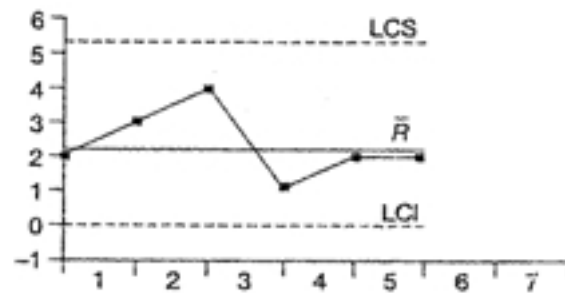
$$LCI = E \cdot \bar{R} = 0 \cdot 2,33 = 0$$

Dagozkien kontrol-grafikoak hurrengo irudietan agertzen dira:

BATEZ BESTEKOEN GRAFIKOA



IBILTARTEEN GRAFIKOA

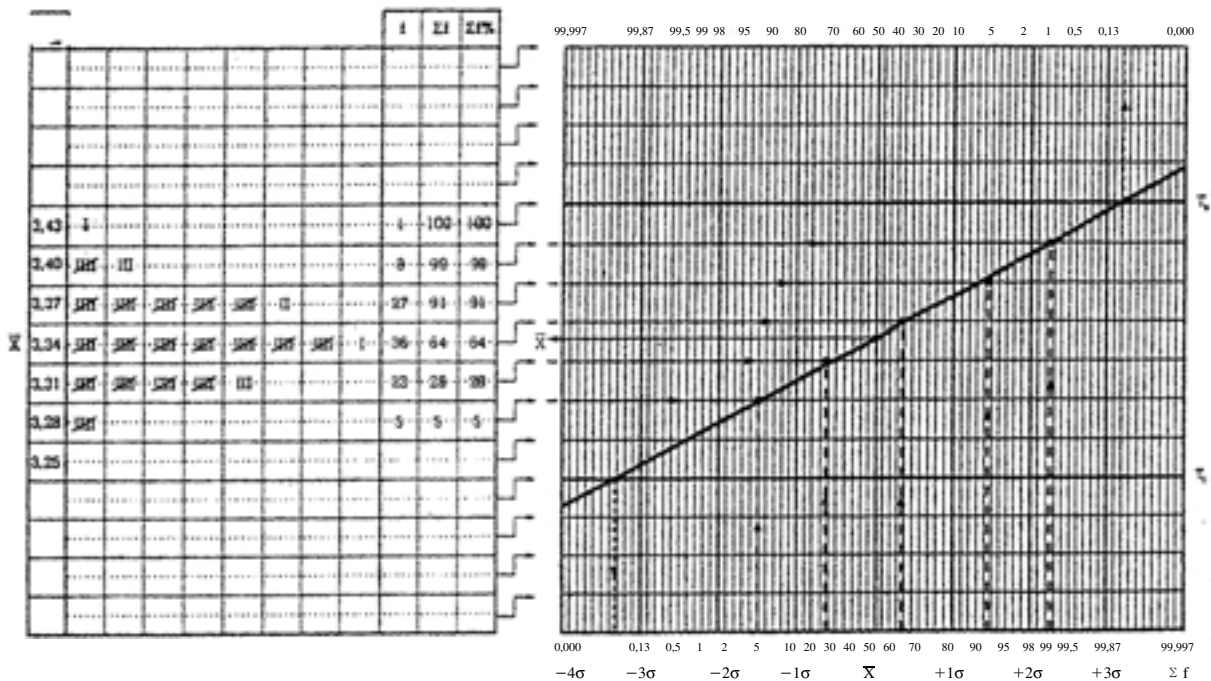


2. Marraztu histograma; horretarako, klasearen markak behetik gora eta txikienetik handienera taulan kokatuko dira; datuen maiztasunak adierazteko marrak, (II...), erabiliko dira, adibidean adierazten den bezala.
3. Marraztu, zuzen horizontalen bitartez, goi- eta behe-tolerantziak, eta erabili eskala egokitua.
4. Kalkulatu klasearen marka bakoitzeko maiztasun absolutuak, eta idatzi "f" balioak maiztasun absolutuen zutabean.
5. Egin maiztasun absolutu metatuen zutabea, (Σf), behetik hasita, maiztasunaren azkeneko balioak laginaren tamainarekin (n) bat etorri beharko du.
6. Kalkulatu maiztasun absolutu metatuekin ehunekoak, ($\Sigma\%f$).
7. Balio metatu horiek ($\Sigma\%f$), gezien bidez eta goiko zuzenetik eraman grafikoaren eskuineko aldera; beheko eskala logaritmikotik zuzenak gora eraman, eta markatu puntuak, elkar gurutzatzen dutenean.
8. Aurreko puntuetara hurbilduz, marraztu Henry-ren zuzena, goi- eta behe-tolerantziako zuzenak moztu arte.
9. Aztertu emaitzak. Henry-ren zuzenaren eta goi- eta behe-tolerantziako zuzenen arteko ebakidura puntuak pieza akastun ehunekoa adierazten dute.

2.1.5.5. Henry-ren zuzenaren adibidea

Banaketa normala

Ezaugarriak $3,34 \pm 0,1$



2.1.5.6. Kapazitatearen azterketak

Badakigu bi pieza berdin fabrikatzea ia ezinezkoa dela. Dena den, askotan desberdintasunak oso txikiak izaten dira eta ezin ditugu detektatu, baina badaudenez, onarpen-limiteak (tolerantziak) ezarri behar dira produktuak onartzeko.

Kapazitatearen azterketen helburua makinaren eta/edo prozesuen joera ezagutzea da, ateratzen diren piezak edo prozesua tolerantzia-mugen barruan dauden jakiteko, eta kontrolatzen edo hobetzen saiatzeko.

– Kapazitate-indizeak.

- Prozesu batek edo makina batek espezifikazioak betetzen dituela adierazten dute.
- Makinean edo prozesuan egin diren zuzenketak adierazten dituzte.
- Makinaren kapazitateak makinaren aldagarritasuna adierazten du. Prozesuaren kapazitateak, berriz, prozesuaren kapazitate osoa eta bere aldagaiak: pertsonak, materiala, metodoak, etab.
- Orokorrean aplikatzen diren indizeak ondokoak dira:

– C_m : Makinaren kapazitate potentzial jarraiaren indizea.

$$C_m \geq 1,66$$

– C_p : Prozesuaren kapazitate potentzial jarraiaren indizea.

$$C_p \geq 1,33$$

– C_{mk} : Makinaren kapazitate erreal jarraiaren indizea.

$$C_{mk} \geq 1,66$$

– C_{pk} : Prozesuaren kapazitate erreal jarraiaren indizea.

$$C_{pk} \geq 1,33$$

– Makinaren kapazitatearen azterketak.

Makina baten kapazitatearen azterketen kalkuluak egiteko aurreko kapazitate-indizeak determinatu behar dira “ P_p ” = “ C_m ” eta “ P_{pk} ” = “ C_{mk} ”.

Baldintza batzuk bete behar dira:

- Laginaren tamaina. Zenbat eta handiagoa, hobe, 50 pieza izatea gomendatzen da.
- Materialak. Erabilitako materialak aurretik konprobatu behar dira.
- Aditiboak. Aditibo egonkorak eta egoera onean daudenak erabili behar dira.
- Neurgailuak. Kalibratutako neurgailuak eta tolerantzia 1/10eko zehaztasunarekin bakarrik erabil daitezke.

Makinaren kapazitatearen azterketak hurrengo kasuetan egingo dira:

- Makina berriak direnean, eta fabrikatzailearen kokalekuan egingo dira.
- Makinak berrietan, bezeroaren fabrika instalatu ondoren.
- Matxura izan duen makinan edo asko aldatu denean.
- Lekuz aldatu diren makinetan, desmontatu eta birmontatu direnean.
- Orokorrean, kapazitateari buzuko zalantzaren bat dagoenean ($\bar{X} - R$ grafikoetan eze-gonkortasunen bat detektatu denean).

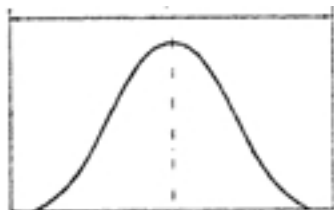
– Lehen prozesuen kapazitatearen azterketak.

Prozesu bat gai izateko, egiten dituen piezek edo eragiketek tolerantziaren balio determinatu batzuen barruan egon behar dute.

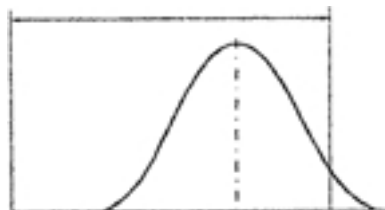
Prozesuan kapazitatea hauen menpe dago:

1. Batez bestekoa \bar{X} .
2. Aldagarritasuna, hau da, desbidazio estandarra σ .

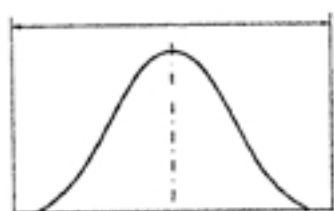
PROZESU KAPAZA



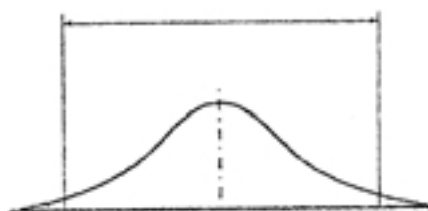
PROZESU EZKAPAZA



PROZESU KAPAZA



PROZESU EZKAPAZA



– Prozesu baten kapazitatearen “aurreko” ikerketak.

Ikerketa horiek epe motzean, prozesu berri bati buruzko informazioa behar dugunean egiten dira.

- Prozesu (makina) baten aurreko kapazitate potentziala (P_p).
Prozesuaren kapazitate potentziala, epe motzean pieza guztiak espezifikazioen barruan lortzea adierazten du.

$$P_p = \frac{T_s - T_l}{6\sigma} \geq 1,66$$

- Prozesu (makina) baten “aurreko” kapazitate erreala (P_{pk}).

$$P_{pk} \geq 1,66$$

P_{pk} -ren balioa, Z_l -ren balio minimoa da:

$$Z_l = \frac{T_s - \bar{X}}{3s} \text{ edo } Z_l = \frac{\bar{X} - T_l}{3s}$$

– Prozesu baten ikerketa “jarraia” .

Ikerketa horietan prozesuak aztertzen dira epe luzean, espezifikazioen barruan dauden ala ez jakiteko.

- Prozesuaren kapazitate potentzial jarraia, (C_p).
Kapazitate potentziala epe luzean neurtzeko, pieza/eragiketa guztiak espezifikazioen barruan egoteko kapazitatea.

$$C_p = \frac{T_s - T_l}{6s} \geq 1,33$$

- Prozesuaren kapazitate erreal jarraikia, (C_{pk}).
Prozesua zentratuta dagoen tolerantziekiko, epe luzean neurtzen du; horregatik balio txikiena hartzen da.

$$C_{pk} \geq 1,33$$

C_{pk} kalkulatzeko hurrengo balioetatik txikiena hartzen da:

$$Z_s = \frac{T_s - \bar{X}}{3s} \quad \text{edo} \quad Z_i = \frac{\bar{X} - T_i}{3s}$$

Taula batzuetan agertzen dira:

$$Z_s = \frac{T_s - \bar{X}}{s} \quad \text{edo} \quad Z_i = \frac{\bar{X} - T_i}{s}$$

$$\text{eta } C_{pk} = \frac{Z_{\min}}{3} \geq 1,33$$

$C_{pk} \geq 1,33$ izateak piezen %99,73a espezifikatutako tolerantzien barruan dagoela adierazten du.

2.1.5.7. Prozesu baten kapazitatearen kalkulua: adibidea

Hori dena hobeto ulertzeko, adibide bat proposatuko dugu.

Adibidea:

Enpresa batean 10.000 pieza fabrikatu behar dira, pisu nominala 360 gramo izan da, eta onartutako tolerantzia $T_i = 350$ eta $T_s = 370$ balioen artean egon da, bezero edo diseinuaren espezifikazioen arabera, piezak onartzeko.

Prozesua aztertzeko 50 piezakako lagina hartu da eta emaitzak ondoko taulan adierazten dira:

Datu-bilketaren orria:

1. saioa	2. saioa	3. saioa	4. saioa	5. saioa	6. saioa	7. saioa	8. saioa	9. saioa	10. saioa
351,7	355,3	360,7	357,6	348	356,7	354,2	358	359	352,8
355,1	357,4	353,5	349,5	356	354	356,4	351,5	355,2	358,4
350,9	355,6	356	353,6	358,7	352,6	358	357	354,7	355,7
359,4	355	352,2	356,1	353,7	356,5	364	354	358,2	354,8
353,2	358,9	357,3	349,6	356,3	361,7	356,9	362,4	351	360

Hori kontuan hartzen badugu, kalkulatu:

- Prozesuaren kapazitate-indizeak “ C_p ” eta “ C_{pk} ”.
- Adierazi prozesua hobetzeko, beharrezkoa bada, hartu behar diren neurriak.

Ebazpena:

1. Tolerantzia espezifikatuaren kalkulua.

$$\text{Tolerantzia} = T_s - T_i = 370 - 350 = 20 \text{ gramo.}$$

2. Parametro estatistikoaren kalkulua.

$$\text{Batez bestekoa: } \bar{X} \implies \bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} = \frac{17795}{50} = 355,9$$

Desbidazio estandarra:

$$\sigma = s \implies s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}} = \sqrt{\frac{526,82}{50 - 1}} = 3,2789$$

3. Prozesuaren kapazitatearen potentziala kalkulatzeko.

Horretarako C_p kalkulatu da.

$$C_p = \frac{T_s - T_i}{6s} = \frac{370 - 350}{19,67} = 1,01$$

$1,01 < 1,33$ enez, prozesua ez da gai.

4. Prozesuaren kapazitate erreal jarraiaren kalkulua.

Kapazitate errealaren indizea C_{pk} kalkulatu da.

C_{pk} balioa determinatzeko, Z_s eta Z_i kalkulatu dira eta txikiena hartzen da C_{pk} bezala.

$$Z_s = \frac{T_s - \bar{X}}{3s} = \frac{370 - 355,9}{3 \cdot 3,2789} = 1,43$$

$$Z_i = \frac{\bar{X} - T_i}{3s} = \frac{355,9 - 350}{3 \cdot 3,2789} = 0,599$$

$C_{pk} = 0,599 \leq 1,33 \longrightarrow$ Prozesua ez da errealki gai.

5. Histograma (marratu Kurba Normala eta Henry-ren zuzena).

6. Eraitzen azterketa eta hobekuntzaren proposamena.

Eraitzen azterketa:

$R = 364 - 348 = 16$ eta $S = 3,2789$ parametro estatistikoak aztertzen baditugu oso handiak dira, horiek prozesuaren aldakortasuna adierazten dute eta horrekin lotuta prozesua ez dela gai izango. Hori, C_p -ren balioa ikusita ziurtatzen da, $C_p = 1,01 < 1,33$ baita.

Bestetik, batez bestekoaren balioak, $\bar{X} = 355,9$, prozesua deszentratuta dagoela adierazten du (batez besteko nominaletik, 360, desbideratzen baita). Hori, $C_{pk} = 0,599 < 1,33$ balioa ikusita ziurtatzen da. Prozesua behe-tolerantziarantz deszentratuta dago.

Ondorio horietara, Henry-ren zuzena aztertu ondoren, iristen da.

Hobekuntzaren proposamena

Emaitzak aztertu ondoren, bi arazo hobetu behar dira:

- a) Dispersioa.
- b) Prozesua deszentratuta egotea.

Kalkulu berriak

Hobekuntzak egin ondoren, neurketak berriro egiten dira. Lortutako datuekin parametro estatistikoak berriro kalkulatzen dira: $\bar{x} = 359,9$ eta $s = 1,8$.

– Prozesuaren kapazitate potentzialaren kalkulua, C_p .

$$C_p = \frac{T_s - T_i}{6s} = \frac{370 - 350}{6 \cdot 1,8} = 1,85 > 1,33 \longrightarrow \text{Prozesua } \textit{potentzialki} \textit{ gai} \textit{ da.}$$

– Prozesuaren kapazitate errealaren kalkulua, C_{pk} .

$$Z_s = \frac{T_s - \bar{X}}{3s} = \frac{370 - 359,9}{3 \cdot 1,8} = 1,87$$

$$Z_i = \frac{\bar{X} - T_i}{3s} = \frac{359,9 - 350}{3 \cdot 1,8} = 1,83$$

Balio txikiena hartzen denez, $C_{pk} = 1,83 > 1,33 \longrightarrow \text{Prozesua } \textit{errealiki} \textit{ gai} \textit{ da.}$

Orain tolerantziatik kanpo ateratzen den pieza-kopurua kalkula daiteke:

$$Z_{T_s} = \frac{X - \bar{X}}{\sigma} = \frac{370 - 359,9}{1,8} = 5,51$$

$$p(Z \leq Z_{T_s}) = p(Z \leq 5,61) = 0,99977 \implies \textit{azalera}$$

$$Z_{T_i} = \frac{X - \bar{X}}{\sigma} = \frac{350 - 359,9}{1,8} = -5,5$$

$$p(Z \leq Z_{T_i}) = p(Z \leq -5,5) = 0,0002 \implies \textit{azalera}$$

Tolerantziatik kanpo dagoen piezen ehunekoa zera da:

$$\%0,023 + \%0,02 = \%0,043$$

Tolerantziatik kanpo dagoen pieza-kopurua zera da:

- Goi-tolerantziatik:

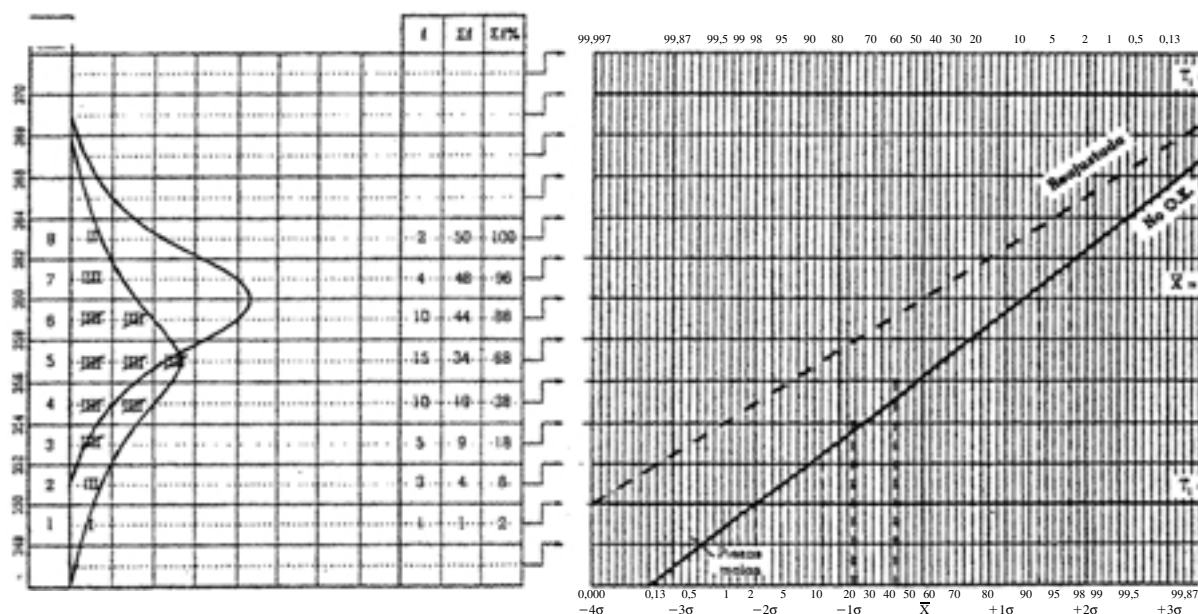
$$\frac{5000 \cdot 0,023}{100} = 1,15 \textit{ pieza}$$

- Behe-tolerantziatik:

$$\frac{5000 \cdot 0,02}{100} = 1 \textit{ pieza}$$

$$1,15 + 1 \approx 2 \textit{ pieza}$$

Grafikoa



2.2. KALITATEA LABORATEGIAN

GPL arauak, arau-multzoa da, laborategiko praktikak arautzen dituztenak, eta *Buenas Prácticas de Laboratorio*tik hartuta daudenak. Izaki bizidunengan eta ingurumean eragina duten edozein produktu berri aztertzeke egiten diren ikerketa guztiekin zerikusia dute. Atal honetan farmazia, kosmetika, aditibo alimentarioen eta plagiziden industriak sartzen dira, hau da, lehen aipatu den bezala izaki bizidunengan eragina duten produktu kimikoenak (plastikoak, aerosolak, garbitasun-produktuak, etab.).

Zer dira laborategi-praktiken arauak?

Ikerketak planifikatzeko, antolatzeko, kontrolatzeko, aztertzeke eta aurkezteke sistemak eta baldintzak dira.

Helburua, ikerketa batean lortutako datuen kalitatea ziurtatzea da, batez ere entsaiu toxikologikoetan.

Laborategi-praktiken arauak bil daitezke:

1. Antolakuntza eta laborategikideak.
 - Laborategiko zuzendaritzaren erantzukizunak.
 - Ikerketaren zuzendariaren erantzukizunak.
 - Laborategikideen erantzukizunak.
2. Kalitateko Garantia-programa.
 - Kalitateko Garantia-Unitatetik arduradunen erantzukizunak.
3. Laborategia.
 - Saiakuntza-sistemeekin erlazionatutako instalazioak.
 - Entsairurako substantziak erabiltzeko instalazioak.

- Artxibo-gelak.
 - Hondakinen jariaketa.
4. Tresnak, materialak eta errektiboak.
- Tresnak.
 - Materialak.
 - Errektiboak.
5. Sistema esperimentalak.
- Fisiko-kimikoak.
 - Biologikoak.
6. Entzaurako eta erreferentzirako substantziak.
- Jasotzea, erabiltzea, lagintzea eta biltzea.
 - Karakterizazioa.
7. Lan-prozedura normalizatuak (SOS's-ak).
- Orokortasunak.
 - Aplikazioa.
8. Ikerketaren betekizunak.
- Protokoloa.
 - Protokoloaren edukina.
 - Ikertaren betekizunak.
9. Ikertaren emaitzekin txostenaren betekizuna.
- Orokortasunak.
 - Bukaerako txostenaren edukina.
10. Artxiboak: erregistroen eta materialen bilketa eta kontserbazioa.
- Bilketa eta kontsulta.
 - Kontserbazioa.

2.2.1. Antolakuntza eta laborategikideak

GPLaren arabera, entsaiua egiteko erakunde bat egon behar du. Erakunde hori laborategiaren edo zentroaren zuzendariak, ikerketaren zuzendariak eta ikertzaileak osatzen dute.

- Laborategiaren edo zentroaren zuzendaritza pertsonalaren disponibilitateaz eta ikerketa egiteko baliabideak edukitzeaz arduratzen da. Ikerketaren zuzendaria izendatu behar du eta Kalitateko Garantia-Unitatearen programa gainditu behar du akatsak zuzentzen direla ziurtatu behar du.
- Ikerketaren zuzendaria entsaiuaren garapeneko kalitate zientifikoaren arduraduna da.
- Ikertzaileak ikerketako protokoloen edo SOP's-en jarraipenen arduradunak dira.

2.2.2. Kalitateko garantia-programa

Programa horren helburua GLPak jarraitzea da. Hau da, instalazioak, materiala, pertsonala, metodoak, txostenak, etab., protokoloen arabera egiten direla ziurtatzea.

2.2.3. Laborategia

Laborategiko zuzendaria ikerketak garatzeko behar diren instalazioen arduraduna da.

Laborategiak bete behar dituen baldintzak ondoren adierazten dira:

- Tamaina, eraiketa eta kokapena, ikerketaren ezaugarrien arabera.
- Banaketa nahikoa ekintza desberdinetarako.
- Gela-kopuru nahikoa (ikerketak banatuta).
- Sistema esperimentalen gaixotasunen diagnostikorako, tratamendurako eta kontrolerako gelak.
- Materiala biltzeko gelak.
- Substantziak biltzeko eta manipulatzeko gelak.
- Animaliak hartzeko tokia.
- Laborategiko arloak banatuak.
- Mikroorganismoentzako arlo bereziak.
- Garbiketa-tokiak, esterilizaziorako eta ekipamenduaren mantentzerako.
- Arlo administratiboak.
- Dutzetarako arloak, garbiketa pertsonalerako, komunetarako etab.
- Artxiborako tokia.
- Hondakinak biltzeko eta jariatzeko tokia.
- Erregistro guztien mantentzea.

2.2.4. Tresnak, materialak eta erreaktiboak

Tresnek, materialek eta erreaktiboek hurrengo baldintzak bete behar dituzte:

- Diseinu egokia.
- Edukiera egokia eta nahikoa.
- Kokapen egokia.
- Aldizka errebisatu behar dira.
- Aldizka garbitu behar dira.
- Azdizka mantendu behar dira.
- Konprobatu, kalibratu eta normalizatu.
- Behar diren SOP's-ak edukitzea:
 - Tresnen mantendua.
 - Tresnen garbitasuna.
 - Tresnen kalibrazioa.
 - Disoluzioen prestakuntza.
- Aparatu bakoitzerako arduraduna.
- Erregistro guztien mantendua.
- Aparatuek eta materialek, substantzia edo sistema esperimentalekin ez interferitzea.
- Erreaktibo eta disoluzioen etiketatzea:
 - Identifikazioa.
 - Purutasuna eta kontzentrazioa.
 - Prestaketa-data.
 - Kaduzitate-data.
 - Bilketarako baldintzak.

2.2.5. Sistema esperimentalak

Sistema esperimentalak honela definitzen da: ikerketan erabiltzen den edozein sistema animalia, landare, mikrobiano, zelular, azpizelular, kimiko, fisiko edo haien konbinazioa. Hori dela eta, saiakuntza-animaliek eta beraien inguruak baldintza hauek bete behar dituzte:

1. Baldintza fisiko-kimikoak.
2. Baldintza biologikoak.
 - Sistema esperimentalen mantendurako baldintza egokiak, alojatzeko, zaintzeko eta manipulatzeko.
 - Baldintzekiko legezkoak bete.
 - Berrogeialdia.
 - Animalien osasun-egoera ikustea.
 - Aklimatizazio-aldia.
 - Animalien identifikazioa.
 - Espezien banaketa.
 - Erabilitako materialaren garbitasuna.
 - Pentsu eta uraren aldikako analisia.
 - Materialaren kontrola (biruta, botilak etab.)
 - Erhortze humanitarioa.
 - Harrera-erregistroa.
 - SOP's-ak edukitzea:
 - Alojamenturako.
 - Manipulaziorako.
 - Aklimataziorako.
 - Zainketarako.
 - Behaketarako.
 - Identifikaziorako.
 - Harrerarako.
 - Espezimenen jasotze eta manipulaziorako.

2.2.6. Entzaiurako eta erreferentziorako substantziak

Saiakuntza ez-kliniko batean, entzaiatu behar den substantziak dosifikazioan, administrazioan, erabileran, etabarrean zuzenak izatea nahi da. Horretarako, kontuan hartu behar dugu:

- Erregistroak behar direla:
 - Substantzien karakterizazioarekin.
 - Jasotze-datarekin.
 - Jasotako kantitatearekin.
 - Erabilitako kantitatearekin.
- SOP's-ak eduki behar ditugula:
 - Jasotzerako.
 - Manipulaziorako.
 - Laginketarako.
 - Bilketarako.
 - Identifikaziorako.
- Homogeneitate-kontrola.
- Egonkortasun-kontrola.
- Etiketatutakozuzena.
- Identifikazioa zuzena.

- Lote bakoitzaren identitatea jakitea.
- Bilketaren egonkortasun-baldintzak jakitea.
- Ikerketaren egonkortasun-baldintzak jakitea.
- Lote bakoitzeko laginak kontserbatzea.

2.2.7. Lan-prozedura normalizatuak

Protokoloetan azaltzen ez diren eta laborategian egiten diren entsaiuei buruzko idatzitako prozedurak deskribatzeko dira.

Prozedura horiek, SOP's (Standard Operating Procedures) letrekin ezagutzen dira, eta protokoloekin batera, azterketarako edo inspekzioetarako Kalitate-Garantiaren Unitatearen onarri dira.

SOP's-en helburu nagusiak, hiru dira:

1. Saiakuntza egiten duten pertsonen okerrak gutxiagotzea.
2. Metodoak estandarizatzea.
3. Erroreak minimizatzea.

Bestetik, oso garrantzitsuak dira erabilitako metodoak argitasunez ezagutzea. Eta horrekin batera, jarraitasun profesionala, teknikariak aldatzen badira, prozedurarekin jarrai daiteke.

Beraz, edozein laborategitan edo saiakuntza-zentroan eduki behar ditugu:

- SOP's-ak idatzita eta onartuta.
- Aldaketen baimena idatzia.
- Datuen lorpena.
- Txostenen laboraketa.
- Artxiboa.
- Sistema esperimentalak (animaliak).
- Kalitate-Garantiaren prozedurak.
- Higiene eta seguritate-neurriak.
- Laborategiko teknika indibidualak.
- Ordenagailua.
- Balidazioa.

2.2.8. Ikerketaren betekizunak

Atal honetan bi zati daude. Lehenengoak, protokolo esperimentalaz dihardu eta bigarrenak, ikerketa bat egiteko jarraitu behar diren prozedurez.

Protokoloa ikerketan oso garrantzitsua da eta zehaztasunez eta argitasunez egin behar da. Entsaia egin baino lehen helburu zientifikoa zehaztasunez definitu behar da. Bestetik, xehetasun teknikoak adierazi behar dira.

GPL arauen arabera entsaiuak egiteko protokoloak jarraitu behar dira eta aldaketak egiteko ikerketaren zuzendariaren baimema beharrezkoa da, eta horrek erabakia dokumentatu eta justifikatu behar du.

Ikerketan jasotzen diren datu guztiak, datarekin eta sinadurarekin, berehala erregistratu behar dira.

Horrekin guztiarekin, ikerketa egiterakoan kontuan izan behar dugu:

– *Protokoloak:*

- Ikerketak bere protokoloa izan behar duela.
- Protokoloa artxibatzen dela “datu primario” izenburuarekin.
- Aldaketen edo errebisioen baimena idatzi behar dela.
- Edukiera minimoa.
 - Titulua.
 - Ikerketaren helburua.
 - Entsaiu eta erreferentzia-substantzien identifikazioa.
 - Zentro esperimentalaren izena eta helbidea.
 - Promotorearen izena eta helbidea.
 - Ikerketaren zuzendariaren izena eta helbidea.
 - Ikerketaren zuzendariaren eta promotorearen sinadura eta data.
 - Entsaiuaren hasierako eta bukaerako data.
 - Erabilitako sistema esperimentalen justifikazioa.
 - Sistema esperimentalen ezaugarriak.
 - Sistema esperimentalen identifikazio-prozedurak.
 - Administrazio-bidearen metodoa eta justifikazioa.
 - Dosifikazio-mailak. Maiztasuna eta iraupena.
 - Egin behar diren entsaiu-motak eta maiztasuna.
 - Erabilitako metodo estatistikoak.
 - Dieten deskribapena eta identifikazioa (Kutsatzaile-mugak).
 - Produktuen absorzio-maila.
 - Protokoloen aldaketak dokumentatu.

– *Ikerketaren betekizuna:*

- Ikerketa bakoitzerako identifikazio bakarra.
- Betekizuna protokoloaren arabera.
- Espezimenen identifikazio zuzena.
- Laginak patologoarentzat.
- Datu-hartze zuzena: zuzena, azkarra, zehatza eta irakurgarria.
- Lortutako datuei data eman eta sinatu.
- Datuen aldaketak, argiak: justifikazioa, data eta sinadura.
- Datuen sarrera ordenagailura: data, pertsonaren izena eta sinadura.

2.2.9. Bukaerako txostena

Entsaiua bukatu ondoren, txostena egin behar da. GPL arauak txostenak nola egin behar diren erregulatzen dute.

Ikerketa egin den bitartean jasotako datu guztiak Kalitateko Garantia-Unitatera eraman edo bidali behar dira, gainbegiratzeko eta dagokion txostena balidatzeko.

Bukaerako Txostenak hurrengo puntuak bete behar ditu:

1. Ikerketa bakoitzerako txostena prestatu behar da.
2. Ikerketaren zuzendariaren data eta sinadura.
3. Beste zientzilarien data eta sinadura.

4. Zuzenketak, enmienden bidez.
5. Txostenak hurrengo datu minimoak eduki behar ditu:
 - Ikerketaren eta substantzien identifikazioa:
 - Izenburuaren deskribapena.
 - Entsaiu-substantzien deskribapena.
 - Erreferentzia-substantzien deskribapena.
 - Entsaiu-substantzien ezaugarriak (purutasuna, egonkortasuna eta homogeneitate).
 - Produktuen egonkortasuna administrazio-baldintzen arabera.
 - Zentro esperimentalak:
 - Izena eta helbidea.
 - Ikerketaren zuzendariaren izena.
 - Beste zientzilarien izena.
 - Datak:
 - Ikerketaren hasierako eta bukaerako data.
 - Bukaerako txostenaren data.
 - Txostenak:
 - Kalitateko Garantia-Unitatearen txostena.
 - Txostenen zuzenketak.
 - Bibliografia.
 - Materialak eta metodoak:
 - Deskribapena.
 - “Datu primarioen” lokalizazioa eta bilketa.
 - Erabilitako sistema esperimentalen deskribapena.
 - Dosiak, administrazio-bideak eta iraupenaren deskripzioak.
 - Emaitzak:
 - Laburpena.
 - Protokolorako behar diren datuak eta informazioa.
 - Ebaluazioa, eztabaida eta ondorioak.
 - Kalkuluak eta metodo estatistikoak.
 - Unitate internazionalen erabilera.
 - Arazoen deskribapena.
 - Artxiboak:
 - Lagin, espezimen, *datu primario* eta bukaerako txostenak artxibatzeke tokia.

2.2.10. Artxiboa

Laborategiko zuzendaritzak artxiboaren arduraduduna izendatu behar du, Kalitateko Garantia-Unitatearen burua izaten da.

Artxiboak hurrengo baldintzak bete behar ditu:

- Bildu behar ditu zuzenki:
 - Protokoloak.
 - Datu primarioak.
 - Bukaerako txostenak.
 - Inspezioen txostenak.
 - Laginak eta espezimenak.
- Errekuperazio erraza.
- Ziurra.
- Arduraduna pertsona bakarra.
- Artxiboaren tokiaren identifikazio argia.

- Kontserbazio-denbora, legediaren arabera.
- Artxiboan kontserbatu behar diren dokumentuak:
 - Protokoloak, datu primarioak, laginak, espezimenak eta bukaerako txostena.
 - Ikerketen txostenak.
 - Mantentze-lanen txostenak eta ekipoen kalibrazio-txostenak.
 - SOP's-en fitxeroa.

2.3. LAN-PROZEDURA NORMALIZATUAK (SOP's)

Atal honetan laborategian egiten diren ekintza guztien normalizazioa aztertuko dugu.

Lan-prozedura normalizatuak (SOP's-ak) honela definitzen dira, “metodo analitikoak jarraitzeko, tresnak erabiltzeko edo laborategiko ekintzak nola egin behar diren jakiteko protokoko idatziak dira”. Prozedura horiek *derrigorrez* jarraitu behar dira.

SOP's-en helburua hau da normalean instrumentua edo metodoa edo laborategiko ekintza erabiltzen edo egiten ez duen pertsonak lan-prozedura normalizatua burutzea. Adibidez, askotan gidoian “iragazi” irakurtzen dugu baina nola egin behar dugun, zer paper-motarekin, edo iragazteko beirazko plakatan, zein zenbakidunekin; bestetik, askotan idazten dugu “garbitu”, baina azaldu behar dugu nola, zein prozedurarekin, zein disolbatzailerekin, etabar.

Gauza bera gerta daiteke tresnen erabilerarekin. Egunero erabiltzen duenak botoi bakoitzak zertarako balio duen badaki. Baina, normalean erabiltzen ez duen pertsonak arazoak izan ditzake.

Hori dela eta, beharrezkoa da *prozedura guztiak* idatziz izatea. Horrela kapazitatuta daogoen edozein pertsonak laborategian lan egin ahal izango du.

Laborategiko zuzendaria *dena* normalizatua egoteaz arduratu behar da, nahiz eta lan honen kostua denboraren aldetik eta diruaren aldetik altua izan.

SOP's-ak egiteko hurrengo pausuak jarraituko ditugu:

1. Teknikari bakoitzak bere lanari buruzko SOP's-a idatziko du.
2. Idatzi ondoren saileko nagusiari emango dio gainbegira dezan, eta beharrezkoak izango diren zuzenketak egin ditzan.
3. Hurrengo pausoa hau da: idatzi ez duen baina trebe den teknikariak SOP's-a jarraituz metodo analitikoarekin instrumentuarekin lan egiteko gai izan behar du, eta ikusten dituen zailtasun guztiak galdetu eta idatzi beharko ditu.
4. Prozesu hori bukatu ondoren, SOP's-a berriro saileko zuzendariari bidaliko dio definitiboki gainbegiratzeko. Horrek, Kalitateko Garantiaren arduradunari emango dio errebizatzeke, hau da, erabilitako idazkera, terminologia, unitateak, etab., egokiak izan direla ziurtatzeko.
5. Bukatzeko, idazkariak idatziko du berriro eta KG-unitateak fitxa irekiko du SOP's bakoitzerako eta unitatean gordeko du.
6. SOP's-aren orri guztiek idatzi duenaren eta gainbegiratu duenaren sinadura eraman behar dute. Gainera, “lehenengo orrian” ondokoa idatzi behar da:

- a) SOP's-aren izena eta eman zaion kodea.
- b) Idazkera definitiboaren data.
- c) Egin duen pertsonaren izena eta sinadura.
- d) Gainbegiratu duenaren izena eta sinadura.
- e) Kalitateko Garantia-unitatearen buruaren izena eta sinadura.
- f) Aleen zirkulazioa. Zein pertsonak dauzkaten kopiak konkretatu behar da.
- g) Zuzenketak egiteko tokia utzi behar da.
- h) Erlazionatutako SOP's-ak.

Aipatu behar da, idazkera definitiboa egin ondoren *dagoen bezala jarraituko dela aldatarik egin gabe*. Zuzenketaren bat egiteko erabiltzen duen teknikariak zuzendariari idatziz adierazi beharko dio, eta araututako prozedura jarraituko du. Horrek aldaketa aztertuko du, txikia bada SOP's berdinean sartuko du, *aldatutako data...* ipiniko du eta *onartu duenaren izena*. Aldaketa handia bada, SOP's-a ezaba daiteke eta beste berri bat idatziko du.

Bestetik, jakin behar dugu SOP's-ak ezin direla fotokopiatu, *fotokopiatzea debekatuta dago*. SOP's-ak laborategiko patrimonio intelektual dira, eta kopia bat egin behar bada, Kalitateko Garantiaren arduradunari edo zuzendariari idatziz eskatuko zaio.

Bukatzeko, kopia minimo-kopurua hiru izango da: bat Kalitateko Garantia-Unitatearen arduradunarentzat edo zuzendariarentzat, bigarrena saileko arduradunarentzat, eta hirugarrena teknikariarentzat.

Ondoren metodologia analitikorako SOP's-en adibideak azaltzen dira:

2.4. INSTRUMENTUEN PROTOKOLOEN EGINKIZUNA

1. *Teknika*

Lehenago adierazi izen nagusia eta ondoren kodea.

2. *Metodoaren oinarria*

Laburtu 3-5 lerrotan metodoaren oinarri kimikoa.

3. *Metodoa aplikatzeko substantziak*

Adierazi metodoa dagoen bezala zein substantziei aplikatzen zaien eta aldaketeak zeini aplikatzen zaizkien.

4. *Laginak*

Protokolo analitikoarekin hasi aurretik aspektu batzuk konkretatu behar dira:

- a) Lan-hartzearen baldintzak.
- b) Laginen kontserbazioa analisia egin arte (giro-tenperatura, izozkailua, etab.).
- c) Lagina analisirako zein balditzetan ezin den onartu (ontzi-mota, ontzi apurtua, denbora hartu denetik, etab.).

5. *Erreaktiboaren prestaketa*

Adierazi behar da:

- a) Erreaktiboaren izena.

- b) Erreaktiboaren kalitatea (arrunta, analisi suprapurua, etab.). Oso espezifikoa badira, erabilitako marka eta erreferentzia.
- c) Kalitate-eta garbitasun-baldintzak. (Beirazko materialaren garbitasuna disolbatzaile organikoarekin, etab.). Doitasuna material graduatuarekin edo aforatuarekin adierazi.
- d) Gordetzen diren ontzien kalitatea eta materiala (beira arrunta, topazioa, pyrex, plastikoa, etab.).
- e) Erreaktiboaren prestatzeko prozedura zehatza.
- f) Kontserbazio-baldintzak (Giro-tenperatura, hozkailua, izozkailua etab.).
- g) Kaduzitatea: Denboraz kanpoko bada azpimarratu behar da. Eta ez badakigu ez ipini. Etiketan idatzi behar da:
 - Erreaktiboaren izena.
 - Erreaktiboaren kodea.
 - Zeinek prestatu duen.
 - Non gorde: tokia, kodea, mahaia, armairua, etab.
 - Kaduzitate-data.
- h) Laborategian gordetzeko tokia (mahai bakoitzean eta armairuan). Hori arkatzez idatziko da.

6. Patroiak

Erreaktiboetarako ezan dugunaz gain, ondokoa adierazi behar da:

- a) *STOCK* disoluzioa den.
- b) Lan-patroiak nola prestatzen diren.
Adibidea: Ez esan *diluitu 1/10*, baizik eta hartu *0,9 ml ur distilatu eta 0,1 ml erantsi STOCK*. Pipetak, aurretik kontrastatutako izango dira (“Ependorff” edo “beirazko pipetak”, etab...).

7. Lan egiteko teknika

- a) *Adierazi beharrezko den beirazko material fungiblea eta ez-fungiblea.*
Azaldu era berezian garbitu edo tratatu behar den.
- b) *Laginaren prestatzea.*
Azaldu laginketa, birrintzea, disoluzioa, homogeneizazioa etab. nola egin diren. Egin atal bat lagin-mota bakoitzerako, eta adierazi lagin-kantitatea, disoluzioak, etab.
- c) *Azaldu jarraitutako pauso guztiak prozesu analitikoan.*
Iragazi zein iragazki paper, Kitasatoaren tamaina, hutsean ala ez, etab.
Zentrifugatu, zenbat rpm eta zein zentrifugagailurekin.
Astindu eskuz, mekanikoki, vortex, agitatzaile magnetikoa, etab.
- d) *Aplikatzeko teknika instrumentala.*
Idatzi tresnak ondo funtzionatzeko behar diren datu guztiak.
Tresnen erabilerarako *Protokolo bereziak* jarraitu:
 - Bolometriarako.
 - Kolorimetriarako.
 - Espektrofotometriarako.
 - Polarografiarako.
 - GC-rako.
 - HPLC, etabarrerako.

8. Kalkuluak

- a) Adierazi argi kalkuluetan erabiliko diren parametroak:
 - Laginaren g edo ml-ak.
 - Diluzioak.
 - Alikuotak.
 - Baporizazioak.
 - Birdisoluzioak.
 - Tresna, etab.
- b) Idatzi kalkulu guztiak.
- c) Idatzi formulak konstante guztiekin.
- d) Adierazi emaitzak nola eman behar diren (% , ppm, etab.).

9. Metodoaren kalitate-parametroak

Ezagutzen badira definitu:

- %CV.
- Espezifizitatea.
- Interferentziak.

10. Bibliografia

- Arau ofizialak.
- Arau ofizialak ez badira, adierazi teknika zein lanetan oinarritzen den.

11. Metodoaren eskema orokorra

Idatzi metodoaren eskema gehienez bi orritan, normalean teknika erabiltzen duen pertsonak “txuleta” moduan izateko.

12. Ohizko balioak edo balio legalak

Araudia badago, eman agertzen diren balioak edo adierazi produktu baterako espero direnak.

2.4.1. Tresnen erregistroak eta SOP's-ak

Tresnen SOP's-ekin hasi aurretik *inbentarioa* egin behar da, erregistro-liburuan edo fitxetan. *Erregistroan* gutxienez hurrengo datuak agertuko dira:

- Tresnaren izena
- Marka Modeloa Zenbakia
- Fabrikatzailea
- Erosketaren data
- Errepresentatea Espainian
- Laborategiaren kokapena
- Laborategiko erregistro-zenbakia (aukerakoa)

Bestetik, *tresna* zer den definitu behar da, teknikarien eta idazkarien artean. Inbentariatzeko oso konplikatu den laborategiko materiala badago, adibidez: enbolo-pipetak, *vortex* agitatzaileak, kalkulagailuak, etab., material hori fungible bezala sailkatuko da.

Tresnen SOP's-ak:

Tresnenen SOP's-ek bi atal dituzte: erabiltzeko prozedura eta mantenu-egutegia. Lehenengo orrian, gutxienez ondokoa agertuko da:

– Tresnaren izena
– Marka	Modeloa Zenbakia
– Fabrikatzailea
– Erosketaren data
– Errepresentatea Espainian
– Gure hiriko agentea
– Kontaktatzeko pertsonak
Sail teknikoa:	Telefonoa:
Sail komertziala	Telefonoa:
Tresnaren arduraduna	Data:

Bestetik, laborategiko erregistro-zenbakia eta kokapena ager daitezke. Tresna bakoitzaren arduraduna teknikari bat izango da, nahiz eta beste pertsona batzuek erabili dezaketen. Teknikari hori tresna garbi egoteaz, baldintza egokietan, mantenuaz, errebisioak egiteaz eta erabiltzen duena kontrolatzeaz arduratuko da.

Erabiltzeko instrukzioak argiak izango dira eta, adibidez, martxan jartzeko botoia non dagoen kokatuta tresnen adierazi behar da. Ez da jakintzat ezer eman behar. Pauso guztiak adierazi behar dira, zehaztasun guztiekin. Instrukzio horiekin, tresna normalean erabiltzen ez duen pertsonak erabiltzeko gai izan behar du.

Garbitasun-prozedurak azpimarratu behar dira eta itzaltzeko jarraitu behar diren pausoak.

Mantenu-egutegia:

SOP's-a osatzeko mantendu-egutegia beharrezkoa da. Horretarako bi orri-mota egitea proposatzen da.

- Orri batean laborategikideak eta mantenu-enpresako langileek egin behar duten eragiketekin. Bi zutabe emango dira:

Aldizkotasuna	Egin behar den mantenua
---------------	-------------------------

Aldizkotasunaren zutabearen, egunero, astero, hilero, etab. adieraziko da. Bestean egin behar den eragiketa. Adibidez, elektrolitoa aldatu, elektrodoaren mintza aldatu, uhin-luzera errebitasu, ispiluak doitu (mantenu-enpresa), urteko errebisio orokorra, etab.

- Beste orrian, hurrengo zutabeak izango ditugu:

Data	Egindako eragiketa	Teknikaria	Behaketak
------	--------------------	------------	-----------

Orri horretan teknikariak edo mantenu-enpresako langileek egindako errebisioak idatziko dira.

Konponketak eginez gero, mantenu-egutegian idatz daitezke. Eta horiek bezalako orriak egin daitezke baina *Egindako konponketa* ipini behar da.

Bestetik, gomendatzen da tresnaren karpeta konponketa-albaranaren kopia gordetzea. Batetik, tresnak izan dituen matxurak kontrolatzeko eta bestetik, egindako gastuak.

Bukatzeko mantenu-planaren abantailak ondoren aipatzen dira:

1. Segurtasun handiagoa emaitzetan.
2. Datuen doitasuna handitzea.
3. Lan-erritmoan etenaldiak gutxiagotzea.
4. Matxurak konpontzeko gastuak txikitzea.
5. Funtzionatzen ez duen ekipo gutxiago izatea.
6. Tresna bakoitzaren funtzionamendua hobeto ezagutzea.

2.5. LAGINKETA

2.5.1. Laginketaren garrantzia

Laginaren analisisia lagina hartzen den unean hasten da. Nahiz eta prozesu analitikoak eraginkorrak edo neurgailuak kalitate onekoak izan, baldintza batzuk bete behar dira analisisien emaitzak aurkezteko modukoak izateko.

Praktikan laginketa-prozedura, orokorrean, laborategian egoten ez den pertsonalak egiten du, bezeroak berak laborategi independenteen kasuetan, eta bakarrik, ingurugiroko ikerketetan laborategiko teknikariek egiten dute.

Eguneroko praktikan industriari askok laginketari ematen dion garrantzia oso txikia edo hutsa dela ikusten da. Askotan, toneladatan saltzen edo erosten den produktu baten “pixka bat” ematen da analizatzeko, eta alde batetik, ez da nahikoa analisisia bikoizteko eta, bestetik, laginketa ez dela egokia izan susmatzen da.

Hori dela eta, “lagin desegokiak emaitza txarrak emango ditu” eta “emaitzak inoiz ez dira laginaren kalitatea baino hobek izango”.

2.5.2. Lagintzeko produktuen arteko desberdintasunak

Lagintzeko badaude hiru produktu-talde handi:

- 1. taldean *piezatan* edo *unitatetan* fabrikatzen diren materialak sailka daitezke. Adibidez, torlojuak, kotxeko piezak, ontziak, bonbilak, etab., orokorrean makinak edo prozesu industrialak fabrikatzen dituen elementuak. Kasu horietan, kontroleko laborategian neurtzen dira: ezaugarri metrikoak, erresistentzia, entsaiu fisiko ez-suntsitzaileak... orokorrean unitate guztietan egin daitezkenak.
- 2. taldean unitate desberdinez osatutako produktu natural edo industrial solidoak daude. Esate baterako, produktu begetalak eta euren deribatuak (irinak, pentsu konposatuak), okelak eta deribatuak, sintesi-produktuak (aditiboak, produktu kimikoak).
- 3. taldea, aurrekoetan sartzen diren produktuak, baina likidoak sartzen dira.

2. eta 3. taldeetan, analisiak alikuota batean egin behar dira. Likidoa bada, lagina erre-presentatiboagoa izango da solido batean baino, eta kontainer bakarra dagoela suposatzen da.

Kontainer asko (sakuak, bidoiak, etab.) badaude, laginketan multzoaren azpiunitateak kontuan hartu beharko ditugu.

2.5.3. Laginketa-motak

Laginketa-prozesu guztian laginak *zoriz* hartzen dira. Hau da, populazioaren elementu bakoitzak probabilitate berdina dauka laginean sartzeko.

Zorizko laginketa bakuna (Simple Random Sampling). Populazio osoaren N unitateen probabilitatea langinean sartzeko berdina denean.

Zorizko laginketa estratifikatua (Stratified Random Sampling). Populazio osoa N , taldetan banatzen da eta talde bakoitzean laginketa bakuna zoriz egiten da, azpilaginak biltzen dira lagin osoa osatzeko.

Laginketa sistematikoa (Systematic Sampling). Laginaren lehenengo elementua zoriz aukeratzen da populazioaren lehenengo K elementuen artean (adibidez, datuen bidez) eta orduan unitate bat hartzen da K alditan. (Adibidea hau izango litzateke: zenbaki bat aukeratzen da 1etik 10era, 7a ateratzen bada, laginak honela hartzen dira 7, 17, 27, 37, 47, etabar.)

Laginketa Estatistikoa egiteko plana, produktu-partida lagintzeko proposatzen den arau multzoa da eta lagindutako unitateen ikertetaren informazioarekin, onartu edo baztertu partida hori.

2.5.3.1. Unitate berdinez osatutako laginketa

Kasu hori, lehen aipatu dugun lehenengo taldean sartzen da. Unitate berdinez osatutako multzoak direnez, erabaki behar da lotea onartzen edo baztertzen den. Kontuan hartu behar diren datuak ondokoak dira:

1. Lotea edo partida osoa osatzen duen unitate-kopurua.
2. Lagina osatuko duen unitate-kopurua.
3. Unitate akastunen muga-balorea (eta defektu motak) lotea edo partida onartzeko.

Multzo horretan sartzen diren produktuetan (ontziak, pilulak, fundizio-piezak, plastikozko piezak, tapoiak, etab.) “ikerketak” edo “entsaiu fisikoak” defektuak bilatzeko egiten dira.

Badaude laginketa-arau asko, onartuena “Military Standards-105 D” da. Espainian, UNE-66-020-73 da; 63 orri ditu eta ondoren puntu batzuk aipatzen dira. Arau hori aplikatzen da:

- a) Produktu bukatuetan.
- b) Osagaietan.
- c) Eragiketetan.
- d) Fabrikatzen ari diren materialetan.
- e) Almacenatutako produktuetan.
- f) Mantenuko eragiketetan
- g) Prozedura administratiboetan.

Arau horien aplikazio-eremua oso zabala da, materialetatik edo produktuetatik hasita, mantendu-eragiketa edo prozedura administratiboetaraino. Hori dela eta, puntu batzuk komentatuko ditugu.

1. Akatsen sailkapena

Akatsa, produktu-unitatean eskatutako baldintzekiko dagoen edozein desadostasuna da. Garrantziaren arabera akatsen sailkapena hau litzateke:

Akats kritikoa. Produktua erabiltzen duen indibiduoak baldintza arriskutsuetara bultzatzen duena.

Akats nagusia. Matxura edo produktuaren erabilgarritasuna gutxiagotu dezakeena.

Akats sekundarioa. Ez du produktuaren sentsibilitatea gutxiagotzen.

2. Unitate akastunen sailkapena

Unitate akastuna, akats bat edo gehiago aurkezten duen produktuaren unitatea da. Honela sailka daiteke:

Unitate akastun kritikoa. Akats kritikoa bat baino gehiago duena eta akats nagusiak edo sekundarioak aurkez ditzakeena da.

Unitate akastun nagusia. Akats kritikorik ez duena baina akats nagusi bat baino gehiago izan ditzakeena. Akats sekundarioak izan ditzake.

Unitate akastun sekundarioa. Akats kritikoa eta nagusirik ez duena baina bai sekundarioak.

Unitate akastunen ehunekoa honela definitzen da:

$$\text{Akastunen } \% = \frac{\text{Unitate akastun-kopurua}}{\text{Aztertutako unitate-kopurua}} 100$$

$$\text{Akatsak 100 unitateko} = \frac{\text{Akats-kopurua}}{\text{Aztertutako unitate-kopurua}} 100$$

3. Onartutako kalitate maila (OKM)

Onartutako kalitate-maila (OKM) hau da: prozesua onartzeko laginketa-ikerketaren ikuspuntutik prozesuaren batez bestekoak lor dezakeen unitate akastunen ehuneko altuena (edo akats maximoen kopurua 100, unitateko).

4. Laginketa-irizpideak

OKMa hiru ataletan, unitate akastun kritikoetan, nagusietan eta sekundarioetan, laginketa-irizpideak eta lagindu behar den unitate kopurua definitu behar dira. Horiek burutuko den ikerketaren menpean daude:

1. Ikerketa arrunta.
2. Ikerketa hertsia.
3. Ikerketa murriztua.

Badaude taulak, maila bakoitzerako, laginaren unitate-kopurua finkatzeko, beti zorizko laginketa-programarekin eta egin nahi den ikerketa-mailarako. Arauak ikerketa batetik bestera noiz pasatu behar den adierazten du.

Ikerketa-mailak lotearen tamaina eta laginaren tamainaren arteko erlazioa finkatzen du.

UNE arauetan, hiru ikerketa-maila adirazten dira: I, II eta III maila, eta besterik espezifikatzen ez bada, beti II maila erabiliko da eta lortu diren emaitzen arabera edo III mailara pasatuko da. Laginketaren gogortasuna Ietik IIIra handitzen doa. Taula berdinean beste lau maila: S-1, S-2, S-3 eta S-4 daude, lagin-tamainak txikiagoak hartu eta laginketan arrisku handiagoak onartu behar direnean erabiltzeko.

Laginen tamainak, taulan agertzen den letraz lotearen tamainaren funtzioz adierazten dira. Datu honekin eta OKMrekin, beste taula batzuetatik laginketa-plana lortuko da.

5. *Onargarritasunaren determinazioa*

Laginketa bakunean, aurkitutako unitate akastun-kopurua onartutako kopuruaren berdina edo txikiagoa bada, lotea onartzen da.

Ikusitakoaren arabera, kalitatearen kontrola egiteko ezin dira bidali *unitate batzuk* kontrol-sailera edo laborategira, aurretik lotearen unitateak, ikerketa-mota eta OKMa definitu ez badira.

2.5.3.2. *Unitatetan ekoizten ez diren produktuen laginketa*

UNE 66-020-73 ezin da aplikatu unitatetan ekoizten ez diren produktuetan. Adibidez, produktu kimiko likido bateko hiru bidoitan, 100 saku irinetan, etab. Kasu horietan, laginen analisi fisiko, kimiko edo biologikoa egin behar dira –orokorrean destruktiboak– kalitatea onartzen den edo ez jakiteko. Laginketarako ere plana osatu behar da. Horretarako, kontuan hartu behar da:

1. Lagindu behar den unitate-kopurua, partidaren konposizioaren arabera (sakuak, bi-doiak, kutzak, etab.).
2. Azpiunitate bakoitza nola lagintzen den. Hau da, *nola egin eta zenbat hartu*.
3. Nola nahastu laginen azpiunitateak lagina edo laginak osatzeko eta laborategira bidaltzeko.

Sakutan datorren produktua lagintzeko, –kafe berdea, esate baterako– ez da zuzena sakua irekitzea eta goiko partetik “pixka bat” hartzea. Hornitzaileak goiko partean kafe ona jar dezake eta sakuren erdian kalitate txarreko kafea. Horretarako, laginketa-araua finkatu behar da eta kasu horretan zunda bat (espatula bat) behar da alboetatik laginak hartzeko sakua ireki gabe. Kasu horretan jarraitu behar diren pausoak hauek dira:

1. Lagindu gutxienez 10 saku, partidak 100 saku baino gutxiago baditu.
2. Partidak 100 saku baino gehiago baditu, lagindu %10.
3. Lagintzeko sakuak “zoriz” hartuko dira, taulen edo onartutako prozedura ofizialen arabera.
4. Saku bakoitza hiru puntu desberdinetatik laginduko da.
5. Lagin bakoitza isolatuko da. Laginketa bukatu ondoren, azpilaginek makroskopikoki itxura antzekoa badute nahastuko dira. Lote desberdinetan ezaugarri desberdinak badituzte ezaugarrien arabera sailkatuko dira. Lagin osoak, gutxienez 1.500 g produktu izango du, eta laborategira analizatzeko, gutxienez 300 g bidaliko dira.
6. Laborategirako lagina, ontzi lehorrean, ur lurrinerako iragazkaitz eta itxiera hermetikoarekin bidaliko da.
7. Laginarekin data, laginketa egin duen pertsonaren izena, bidalpen dokumentua, garraiobidea, identifikazio-zenbakia, kantitatea eta iruzkinekin joango gara.

Adibide hori produktu askotara aplika daiteke. Produktu heterogeneo horietan, arau orokorra ezin da eman; kasu bakoitzean arau batzuk daude, eta laginketa hasi aurretik informatu behar dugu.

2.5.3.3. *Espedizio-orria*

Lagina bidaltzeko espedizio-orriarekin joan behar da. Espedizio-orrian hurrengo puntuak azalduko dira:

1. Produktuaren izena. Marka. Lotearen zenbakia.
2. Bidaltzailearen izena eta helbidea.
3. Laborategiaren helbidea. Ezagutzen bada, nori zuzendutako pertsonaren izenarekin.
4. Laginketa egin duen pertsonaren izena. Data eta ordua.
5. Laginketa egin den uneko baldintza atmosferikoak (landare-produktuetarako eta ingurumeneko analisietarako).
6. Kontserbazio-baldintzak.
7. Garraiobidea. Garraiolariari bidali zaion data eta ordua.
8. Analisisako bidaltzen den produktuaren deskripzioa.
9. Analizatu nahi diren parametro edo kalitateen deskripzioa.
10. Analizatu nahi diren elementuen gutxi gorabeherako purutasuna.
11. Eszipienteak, aditiboak eta matrizetik egin diren aldaketak.
12. Bidaltzen diren unitate-kopurua.

10. puntuan aipatu behar da elementuen proportzioa jakitea beharrezkoa dela, analisiak metodo desberdinekin egiten direlako baldin eta, elementuak bilioiko partetan, milioiko partetan, gramo kiloko edo gramo ehunekotan badaude.

2.5.3.4. *Laginen kate abministratiboak hartu behar diren puntuak: laginen gestioa*

Lagina hartzen den unetik anilisia egiten den arte, prozedura ez-analitikoa, administratiboa baizik, jarraitu behar da. Prozedura horrek errorea sor dezake, eta hori gerta ez dadin laborategira analizatzeko eraman behar den laginak prozedura administratiboa, "laginen gestioa", jarraitu behar du. Puntu nagusiak ondokoak dira:

- a) Eskariaren idazketa.
- b) Laginen hartzea.
- c) Laginaren kodifikazioa.
- d) Garraioa laborategira.
- e) Erregistroa laborategian.
- f) Laginaren zaingo-katea.

- a) *Eskariaren idazketa*. Gai hori, espedizio-orria azaltzean, komentatu da. Dena den, eskariaren idazketa batzuetan luzeagoa izaten da. Komentatu dugunari ondokoa gehituko zaio:

- Laginean zer analizatu behar den argi geratuko da, zergatik eta zer lortu nahi dugun analisiarekin. Askotan horrek zein parametro analizatu eta zein teknika edo metodo erabili behar den jakiten laguntzen du. Lagina beste herrialde batera bidali behar bada espezifikatu behar da, analisisan herrialde horretako metodo ofiziala jarraitzeko.
- Posible bada, analizatu behar diren parametroen mailak eta sentzibilitatea adieraziko dira edo ea proba kualitatiboarekin nahikoa den. Horrek anilisia azkartzen eta mer-

keagotzen du. Esate baterako, baimendutako ez dagoen aditibo bat analizatzerakoan, proba analitiko kualitatiboarekin askotan nahikoa da.

- Askotan, aginaren konposizio portzentuala edo daramatzen aditiboak eta eszipienteak ez dira azaltzen. Horrek erroreak sor ditzake, neurtu nahi ditugun parametroetan tarteka daitezkeelako. Kolorimetrian, espektrofotometrian edo kromatografian interferentziak sor daitezke.

b) *Laginen hartzea*. Jadanik komentatu dugu oso garrantzitsua dela laginen hartzea eta arauen aplikazioa. Horri gehitu ahal zaio lagina ontzi egokian kokatu behar dela, analizatu behar dena eta garraioa laborategira zein izango den kontuan hartuz. Adibidez:

- Fruitu lehorrak izango dituen plastizkozko poltsako disolbatzaile-hondarrak analizatu behar badira, ezin dira laginak bidali paperezko kartazalean, iristen direnerako disolbatzailearen parte bat lurrunduko delako. Paper metalikoan bidali behar dira eta eguzkitik eta tenperatura altuetatik babestuak.
- Konposatu hegazkorak uretan –adibidez, triklorometanoa– analizatu nahi direnean, ontzia beirazkoa izan behar da, urez beteta eta airezko kamararik utzi gabe eta tapoia kiribilezkoa eta tefloizkoa.

Adibide horrek ikusita, esan daiteke edozein ontzik ez duela balio laginak gordezko. Gainera, garbia eta posible bada, berria izango dela. Laginak argiarekiko sensibleak badira ontzi berezietan (topazio koloredunetan) gordeko dira. Analisi mikrobiologikoak egin behar badira, esterila izango da. Bukatzeko, aipatu behar da nahikoa lagin-kopurua bidali behar dela laborategira analisi bikoitza egiteko eta zati bat geratzeko analisi berriak edo konprobazioak egiteko.

c) *Laginen kodifikazioa*. Laginek ondo kodifikatuta egon behar dute, zenbakiak eta letrak irakurtzerakoan erroreak ez sortzeko. Erabiliko diren errotuladoreak, urarekiko iraunkorrak izango dira. Lagin batzuk batera bidaltzen direnean, kontuz ibili behar dugu errotulatzerakoan ez nahasteko.

d) *Garraioa laborategira*. Batzuetan, espedizio-orria egin behar da garraiolariarentzat. Orri horretan adierazi behar da ontziaren hauskortasuna, argitik edo berotik babestu behar den, denbora-tarte batean iritsi behar duen, kasu horretan laborategiko ordutegia ezagutu behar da. Nahiz eta ondo babestua egon, adierazi behar da toxikoa, edo karruskagarria den edo kutsatzen duen. Hau da, istripua gertatuz gero, pertsonentzat kaltegarria den.

e) *Erregistroa laborategian*. Lagina laborategira iristen denean, jasotzen duen pertsonak egiaztatu behar du:

1. Ikuspuntu makroskopikotik lagina kontserbazio-baldintza egokietan iritsi den.
2. Kodifikazioa argia dela. Lagin batzuk badaude, bat errepikatuta den, edo batzuk desberdinak diren.
3. Lagina ondo garraiatuta eta kontserbatua izan den. Askotan, puntu hori ez da posible egiaztatzea.
4. Espedizio-orria datu guztiekin doan eta eskatzen dena argi dagoen.

Hori dena konprobatuta, *sarrerako fitxa* beteko da. Arazoren bat badago, arduradun teknikoari komentatu behar zaio. Fitxan hurrengo datuak azalduko dira:

1. Lagina bidaltzen duen enpresaren izena eta helbidea eta zein pertsonarekin harremanetan jar daitezkeen.

2. Laginaren identifikazioa bezeroaren kodifikazioarekiko.
3. Ematen zaion erregistro-zenbakia. Laginaren ontzia argi agertu behar da.
4. Produktuaren izaera.
5. Eskatzen diren analisiak eta eskabide-orrian agertzen badira jarraitu behar diren protokoloak edo arauak.
6. Laginaren kontserbazio-datuak (giro-tenperatura, hozkailua, izozgailua, etab.).
7. Lagina non kokatzen den (armairua, hozkailuan, izozkailuan etab.). Jarriko diren lekuak kodifikatuak izatea komenigarria da.
8. Data eta ordua. Komeni da lagina jasotzea eta fitxa egin duen pertsonaren izena ipintzea.

Fitxa bukatu ondoren, analisisia egingo duenak lagin-kantitatea nahikoa den, eta ez duela informazio gehiagorik behar egiaztatuko du.

f) *Laginaren zaingo-katea*. Protokolo idatzia bezala, analisi kontraesankor batetik, edo bide judizial edo notarialetik, epaiketa bateko proba bezala, iritsi den laginetarako beharrezkoa da laginaren zaingo-katea. Dena den, komeni da beti izatea laginaren zaingo-katearen fitxa. Laburtuz, erregistratu behar diren datuak hurrengoak dira:

- Laborategira iritsi den laginaren data eta ordua.
- Laginaz arduratzen den pertsona.
- Lagina bidali duen pertsonaren izena, helbidea, NAN eta kargua (notarioa, epaitegiko idazkaria, etab.). Eguneroko analisisietarako lagina bidali duen pertsonaren edo agentziaren izena jartzen da.
- Zein baldintzetan iritsi den lagina (giro-tenperatura, hoztuta, baldintza onean, ontzi itxian edo irekian, etab.).
- Laginaren kantitatea.
- Zein tokitan gordetzen den analisiak bukatu arte.
- Analisisiak egin dituzten teknikarien izenak. Analisi bakoitzean, zein egunetan eta zein ordutan hasi eta bukatu den adieraziko da.
- Laginetik lortutako emaitzen zerrenda.
- Erabili den kantitate-kopurua, eta gutxi gorabehera zenbat geratzen den.
- Analisisiak bukatu direnean, non gorde diren.

Laburtuz, prozedura administratiboa lagina laborategira iristen denean ez da konplikatu, baina kontuan hartu behar da, erroreak ez izateko, horiek analitikoak baino zailago detektatzen direla.

2.5.4. Laginketa-kopurua: laginaren balioen extrapolazioa lote osora

Unitateka kontaktzen diren produktuetan, hartu behar den lagin-kopuruari buruzko arauak daudela argi dago, adibidez UNE-66-020-73. Dena dela, unitateka kontaktzen ez diren produktuetarako kasu bakoitzean araua bilatu behar da, baina ideia orokorra emango dugu teorikoki jakiteko zenbat lagin analizatu behar diren.

Arazoa dago analisiaren balioak ez duela garrantzirik, ezin bada lotera estrapolatu, eta horrek laginketa behar du. Laginketa, lotearen tamainaren menpe egongo da. Hartu behar den lagin-kopura hiru faktoreren menpe dago:

1. Emaitzetarako nahi dugun konfiantza-maila erabakitzen denan t -ren balioa tauletan dator. Orokorrean, %95eko konfiantza-maila hartzen da, 2 DS-etik balioen %5 kanpo gera daiteke; $t=2$ izango da.
2. Metodo analitikorako finkatu dugun desbidazio estandarra.

3. Balio analitikoaren eta benetako balioaren artean onartuko dugun tolerantzia. Hau da, lortuko dugun balio teorikoaren eta benetako balioaren arteko kendura d . Adibidez, laginean azukre totala baloratzera, espero den balioa %14 da. Onartzen badugu lotearen balioak bi puntuko diferentziarekin daudela, %12 eta %16 bitartean, balio horiek eragina du analizatu behar den lagin-kopuruan.

Erabiliko den ekuazioa hau da:

$$n = t^2(DS / d)^2$$

n : analizatu behar den lagin-kopurua da.

t : tauletako "t" faktorea da.

d : benetako balioaren eta onartuko dugun balioaren arteko kendura da.

Demagun, onar dezakegun benetako balioaren eta balio analitikoaren arteko kendura 1DS dela, formula aplikatuz %95eko konfiantza-mailarako ($t=2$), analizatu behar den lagin-kopura 4 da.

$d = 0,5$ DS dela onartzen badugu, %95eko konfiantza-mailarekin, analizatu behar den lagin-kopurua 16 da.

Orokorrean datu horiek ez dira kontuan hartzen, eta laborategira *analisi* eskatzen da. Estatistikoki balio onargarriak lortu nahi baditugu, gutxienez bi laginekin lana egin behar dugu, eta bezeroak bi analisi eskatuko ditu, horrela lau balio lortuko ditugu, 4 lagin izan ez arren. Hori kontrol arruntetan egin daiteke, baina konturatu behar dugu lagin bat bakarrik analizatzea ez dela zuzena. Enpresa bereko laborategian Kalitate Kontroleko Arduraduna emaitza estatistiko onargarriak lortzeko analizatu behar den lagin-kopuruaz arduratuko da.

2.5.5. Laginketaren adibideak

2.5.5.1. Laginketa alea fabrikatzen diren piezetan

Komeni da finkatzea laginaren tamaina eta laginketa zein maiztasunekin egin behar den; horretarako, ondoko metodoak proposatzen dira:

– *Metodo bakuna*. Ordu batean fabrikatzen diren piezen %5 lagintzean datza. Ez da operatiboa kate azkarretan.

Metodo horren adibidea ondoren azaltzen da:

Demagun makina bat 300 pieza orduko kadentziarekin, eta metodoaren arabera piezen %5a lagintzen da, hau da 15 pieza. Laginketa hau egin daiteke:

5 pieza, 20 minututik behin.

7 pieza, 30 minututik behin, etab.

– *Metodo analitikoa*. Metodo hori ulertzeko elementu batzuk definitu behar dira:

C = Ordu-kadentzia edo ordu batean makinak fabrikatzen duen pieza-kopurua.

n = Lagin bakoitzeko pieza-kopurua edo laginaren tamaina.

N = Bi erreglajeren arteko periodoan fabrikatutako pieza-kopurua.

Lagindu behar den pieza-kopurua erlazio honek ematen du:

$$\sqrt{n \cdot N} \text{ piezatik} \text{ "n pieza"}$$

eta laginketaren maiztasuna hau izango da:

$$\sqrt{n \cdot N} \cdot \frac{60}{C}$$

Ondoren metodo hori azaltzeko adibide bat ematen da:

$$C = 150 \text{ pieza}$$

$$n = 5 \text{ pieza}$$

$$N = 320 \text{ pieza}$$

Metodoaren arabera, lagindu behar den pieza-kopurua:

$$\text{"5 pieza", } \sqrt{5 \cdot 320} = 40 \text{ piezatik"}$$

$$\text{eta } \sqrt{n \cdot N} \cdot \frac{60}{C} = 40 \cdot \frac{60}{150} \text{ 16 minutuko maiztasunarekin.}$$

2.5.5.2. Aleka produzitzen ez diren laginketen adibideak

1. Ura

Laginketaren helburua, materialaren bolumen txikiko zati bat hartzea da, garraiatzea eta laborategian maneiatzea erraza izatea da, jatorrizko materialaren errepresentagarritasuna utzi gabe. Helburu horren arabera, laginean osagaien proportzioa eta kontzentrazioa eta jatorrizko materialekoak berdinak izango dira.

Orokorrean kontuan hartuko dugu:

- Lagina ezin dela lurrindu edo kutsatu laborategira iritsi aurretik.
- Ontzia laginarekin bete aurretik hartu behar dugun urarekin bi edo hiru bider garbituko dugula, kontzerbatzaile edo koloranteren bat badu izan ezik.
- Egingo diren analisien arabera, ontzia guztiz beteko dela (analisi organikoetan) edo airetzeko edo nahastetarako, etab., espazio hutsa nahikoa utziko dela (analisi mikrobiologikoetan). Laginak garraiatu behar badira, ontziaren kapazitatearen %1 utziko dela zabalkuntza termikorako.
- Konposatu organikoak edo aztarna metalikoak dituzten laginetan kontu bereziak hartuko direla. Osagai batzuk mikrogramo mililitroko kantitatetan egongo dira eta lagina ondo hartzen ez bada, gal daitezkeela osorik edo partzialki. Kasu batzuetan, komeni da lagin batzuk hartzea periodo batean zehar edo puntu desberdinetan.
- Kontu bereziak hartuko direla hondar-osagaiekin, laginen prozesatuan (zatiketean, nahastean, iragazketan, banaketan), batez ere osagai metalikoak eta organikoak analizatzen direnean.

- Lagina homogenea izan behar dela; orokorrean materia esekia dekantazioz, zentrifugazioz edo iragazketaz banatzen dela. Askotan, uhertasun maila txikia onartzen da, baldin analisi grabimetrikoan eta bolumetrikoan interferitzen ez bada, eta analisi kolorimetrikoan duen eragina zuzentzea posible bada. Uhertasuna handia bada lagina iragazten den edo ez erabaki behar dela. Osagai baten kantitate osoa neurtzeko, ez direla esekitako solidoak eliminatu behar, era egokian tratatu baizik.
- Hartutako lagin guztiak erregistratu eta identifikatu behar direla, uraren tenperatura eta beharrezkoa den edozein datu, korrelazioak egiteko: uraren maila, korrontearen abiadura, ondorengo manipulazioa etab., etiketaren bidez. Laginketa egin duenaren izena, data, ordua eta zein tokitan egin den. Etiketak espazioa izan behar duela, lagineraren zaingoaren arduradunen izenak eta data ipintzeko.
- Uraren hartzeko puntuak finkatu behar direla, mapatan edo postez, buiaz edo mugarriaz beste pertsona batzuk identifikatu ahal izateko.
- Analisisien emaitzak auzietan erabili behar badira, zaingoaren katea jarraitu behar dela.
- Presiopean hartutako lagin beroak presio berean hoztu behar direla.
- Lagina hornikuntza sistema batetik hartuz gero, urak erion egin behar diela hodie eta kontuan hartu behar da kondukzioaren diametroa, luzera eta fluxuaren abiadura, lagina errepresentatiboa izateko.
- *Putzu* batetik ur-lagina hartuz gero, askotan, ponpaketa-abiadura finkoarekin egin behar da maila-jaitsiera lortzeko, eta ura nondik datorren ikusteko.
- Laginak *ibai edo erreka* batetik hartzean, emaitzak alda daitezke sakonera, korrontearen abiaduraren eta bazterren arteko distantzien arabera. Ekipoa egokia bada, hartzea “integrala” egingo da, azaletik hondoraino, korrontearen tarteko eskualdean, edo alde batetik bestera sakonera ertainera. Horrela, lagina integratua izango da fluxuarekiko. Hartze txikia bakarrik eginez gero, korrontearen erdian, sakonera ertainera egingo da.
- *Lakuek eta zingirek* aldaketa handiak aurkezten dituzte estratifikazioagatik, eroritako ur kantitatea, haizea eta isurbideengatik .
- Osagai determinatu batzuetarako oso garrantzitsua da laginaren hartze-puntua. Turbulentzia handiko eskualdeak ekidin behar dira, osagai hegazkorrak eta lurrin toxikoak gal daitezkelako. Laginak ez dira isurtegietan hartuko, konposatu ez-miszibleak hartuko direlako.
- Lagin-nahasteak egin behar badira, nahastea egitean, kontuan hartuko da osagaiak ez direla galdu behar.
- Laginak hartzen direnean, laginketaren programa jarraitu behar da. Eta orokorrean, zein proba eta analisi egingo diren, eta emaitzen helburua kontuan hartuko da.

2. *Segurtasunari buruzko gogoramenak*

Laginaren osagaiak toxikoak izanez gero, hartze- eta erabilera-prozesuan neurri bereziak hartu behar dira. Substantzia toxikoak azaletik sar daitezke eta, lurrinen kasuan, biriketetan zehar. Istripuz irents daitezke janariekin edo lurrinen adsorzioz. Hori ekiditeko: bata, eskularruak, amantalak edo beste babes-sistemak erabiliko dira. Beti, betaurrekoak erabiliko dira. Lurrin toxikoak daudenean, laginaren hartzea aireatutako leketan egingo da. Ontziak gas kanpian irekiko dira laborategian; eta eskuak garbituko dira janariak maneiatu aurretik.

Konposatu organiko sukoiak izanez gero, laginen ondoan erretzea debekatuta egongo da (gogoratu laborategian ezin dela erre). Laginak txinpartetatik, sugarretatik eta ur-iturrietatik urruti ipiniko dira. Ekidin lurrin sukoiak hozgailuan metatzea, termostatoaren kontaktuek osatzen duten arku elektrikoek, atearen argiak edo beste osagai elektrikoek sua edo leherketa sor dezaketelako. Konposatu sukoiak izanez gero hozgailu bereziak erabiliko dira.

Dudaren bat izatekotan, zein neurri hartu behar diren jakiteko, osasun industrialeko espezialistarekin kontsultatuko da.

Substantzia erradiaktibodun laginek beste segurtasun-neurri batzuk behar dituzte; osasunean espezializatutako fisikariari kontsultatu.

3. *Lagin-motak*

- a) *Zundaldiko laginak*. Lagina puntu batean eta une batean hartuta bakarrik puntu eta une horretako konposizioa aurkeztuko du. Dena den, iturria denboran zehar nahiko konstantea denean, denbora-periodo luzean zundaldiko laginak har daitezke. Adibidez, ur-hornikuntzahornikuntza batzuetan, gainazaleko uretan, eta arraroago hondar-uren korronteetan.

Iturria denborarekin aldatzen denean, laginak hartu behar dira, aldaketa horien maiztasuna kontuan hartuz. Adibidez, sistema naturalen urtaroko aldaketengatik laginketa hilabeteetan zehar egin behar dira.

Iturriaren konposaketa espazioan aldatzen denean, eta ez denboran, laginketa toki ego-kietan egin behar da.

Laginketa hondar-ur ez-puruetan, lohietan eta basetan egitean kontu guztiak hartu behar dira lagina errepresentagarria izateko.

- b) *Lagin konposatuak*. Leku berean baina une desberdinetan hartzen diren laginak dira. Batzuetan, "konposatu-denbora" adierazpena erabiltzen da. Lagin horiek erabiltzen dira, batez besteko kontzentrazioak kalkulatzeko. Adibidez, kalkulatzeko hondar-uretako karga, ur-tratamenduko plantetan. Lagin konposatuek laborategirako aurrezkoa aurkezten dute. Helburu horrekin, lagin konposatua era estandarrean hartzen da, 24 orduan zehar analisiak egiteko. Dena den, baldintzen arabera, hobe da lagin konposatua hartzea.

Denborarekin laginen osagaiak edo ezaugarriak aldatzen direnean ez dira lagin konposatuak hartu behar. Mota horretako analisiak banakako laginetan, eta hartu bezain pronto egingo dira. Esate baterako, gas disolbatuak, kloro hondarra, sulfuro disolbagarria, tenperatura eta pH-a. Osagai-mota horietan aldaketak gerta daitezke, oxigenoan edo karbono dioxido disolbatuan, tenperaturan edo pH-an. Gainera, erreakzio sekundarioak gerta daitezke: beste konposatu inorganikoetan, burdinan, manganesoan, alkalinitatean edo gogortasunean.

Banakako zatiak irekidura zabala duten ontzietan hartzen dira, diametroa 35 mm-koa eta edukiera 120 ml-koa baino handiagoa izanik. Laginak ordu hartzen dira (kasu batzuetan orduerdi edo 5 minututik behin) eta laginketa bukatu ondoren nahasten dira, edo botila batean sartzen dira hartzen diren bitartean. Kontserbatzaileak erabiltzen badira, ontzira erantsiko dira hasieran, nahastearen zati guztiak lehenbailehen babes-tuak geratzeko.

Komeni da, banakako laginak konbinatzea fluxuarekiko proportzionalak diren bolumenetan. Nahastearen bukaerako bolumena 2 edo 3 l-koa izatea nahikoa da araztegiak, korrontek eta hondar-urak analizatzeko.

Laginak hartzeko tresna automatikoak badaude, baina erabiliz gero laginak kontserbatu behar dira azaldu den bezala. Tresnak, ordea, egunero garbitu behar dira, organismo biologikoen ugaritzea galarazteko.

- c) *Lagin integratuak*. Kasu batzuetan, behar den informazioa hobeto lortzen da banakako laginen nahasteak puntu desberdinetan eta une berean hartzen badira, edo tarte posible txikienarekin hartu eta analizatzen badira. Lagin horiei integratuak deitzen zaie. Eta ibaietan edo korronteen konposizioa zabalerarekin eta sakonerarekin aldatzen denean, hartzen dira.

Lagin integratuak prestatzeko ekipo berezia behar da. Hartzea, sakonera ezagunera egiteko gainazaleko urarekin ez nahasteko; prozedura konplexua da.

4. *Laginak hartzeko metodoak:*

- a) *Eskuko hartzea*. Ez da ekipo berezirik behar, baina garestia da eguneroko eta eskala handiko laginketan.
- b) *Hartze automatikoa*. Giza-erroreak ezabatzen dira hartze automatikoarekin, kostu laboralak txikiagotzen dira eta hartzeak maizago egiten dira. Tresna automatikoa egiaztatu behar da lagina ez kutsatzeko. Adibidez, osagai plastikoak ez dira bateragarriak plastikoetan disolbagarriak diren konposatu organikoekin. Tresna automatikoak programatzen dira; horretarako, laginetarako ponpaketa-abiadura eta hodien tamaina kontrolatu behar dira.

5. *Laginetarako ontziak*

Ontziak orokorrean plastiskoak edo beirazkoak izaten dira. Beiratik silizea eta sodioa lixibiatzen dira, baina ez plastikotik. Eta metalek hondarrak utz ditzakete beirazko ontzien paretetan. Konposatu organikoak dituzten laginetarako plastikozko ontziak hobeak dira, polimero fluoratuenak, politetrafluoretielena (TFE), izan ezik.

Osagai organiko hegazkorak dituzten laginetan, plastikozko ontzietan disolba daitezke edo material horren substantziak lixibia ditzakete. Plastikozko ontziak degrada edo puska daitezke. Dena den, plastikozko ontzi batzuk bateragarriak dira, fabrikatzailea kontsultatu behar da. Orokorrean hobe da beirazko ontziak erabiltzea. Plastikozko tapoiek ere arazoak aurkez ditzakete osagai organikoekin kontaktuan jartzean. Kasu horietan metalezkoak edo TFE-zkoak erabiliko dira.

6. *Kopurua*

Analisi fisiko eta kimikoetarako, gehienetan 2 l-ko laginak behar dira.

Ez da erabili behar lagin berdina ikerketa kimiko (organikoak eta inorganikoak), bakteriologiko eta mikroskopikoetarako, hartze eta manipulazio-metodoak desberdinak direlako.

7. *Lagin-kopurua*

Gerta daitezkeen aldaketa aleatorioengatik, prozedura analitikoetan lagin bakarra ez delaa nahikoa izango ziurtasun-maila egokia lortzeko. Desbidazio estandarra ezagutzen bada, beharrezkoa den lagin-kopurua hurrengo formularekin kalkula daiteke:

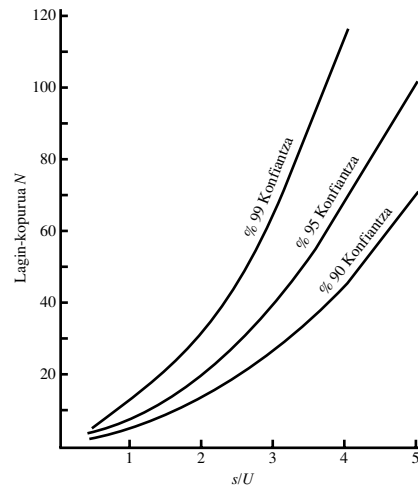
$$N \geq \left(\frac{ts}{U} \right)^2$$

N = lagin-kopurua

t = Student-en t , konfiantza-maila determinatu baterako

s = desbidazio estandar osoa

U = konfiantza-maila onargarria



—Lagin-kopurua batez besteko kontzentrazioa lortzeko—

Adibidea: $s = 0,5 \text{ mg/l}$, $U = \pm 0,2 \text{ mg/l}$ eta %95eko konfiantza-maila izanik, 25-30 lagin hartu behar dira.

8. Laginen kontserbazioa

— Laginaren kontserbazioa analisiaren aurretik.

- a) *Aldaketen izaera*: analisi batzuetan aldaketak egon daitezke laginaren kontserbazio dela kausa. Katioi batzuk galdu egiten dira beirazko ontzien hormetako absorzioaz edo truke ionikoaz. Katioi horien artean aluminioa, kadmioa, kromoa, kobrea, burdina, beruna, manganesoa, zilarra eta zinka daude. Kasu horietan, ontzi desberdina, azido nitrikoarekin ($\text{pH} < 2$) azidifikatu eta ontzien paretan adsorzioa gutxiagotzeko, garbitzea gomendatzen da.

Hartzea egiten denean, tenperatura, pH-a eta gas disolbatuak kontrolatu behar dira, horiek berehala aldatzen baitira. pH-alkalinitate-karbono dioxido oreka aldatzerakoan, karbonato kaltzikoa hauspea daiteke eta kaltzio-balioak eta gogortasun osoa gutxiagotu daitezke.

Burdina eta manganesoa oxidazio egoera txikian oso disolbagarriak dira, baina nahiko disolgaitzak oxidazio egoera altuetan; hori dela eta, katioi horiek hauspea daitezke edo sedimenturen bat aurkitzen badute, disolbatu; laginaren eredo potentzialaren arabera.

Aktibitate mikrobiologikoa nitrato-nitrito-amoniako aldaketen arduraduna izan daiteke, edo fenolaren kontzentrazioaren edo BOD-ren gutxiagotzearena, edo sulfatoak sulfitora erreduktitzearena. Hondarreko kloroa klorurora pasatzen da. Oxidazioz sulfuroak, sulfitoak, ioi ferrosoak, ioduroa eta zianuroa gal daitezke.

Kolorea, usaina eta uhertasuna alda daitezke. Sodioa, silizea eta boroa lixibia daitezke ontziaren beiratik eta Cr(VI) ioi kromikora erreduzitu.

Osagai organiko hegazkorak dituzten laginak kontserbatzeko ontziak leku irekian ez egotea garrantzitsua da, material hegazkorra ez galtzeko; tapatu edo zigilatu aurretik gainezkatu behar dira.

- b) *Denbora-tartea hartzearen eta analisiaren artean*: lagina hartzen denetik analisia egin arteko denbora zenbat eta txikiagoa izan hobea. Osagai eta balio fisiko bartzuren analisia tokian bertan egingo da. Lagin konposatuekin, nahasten diren unean analisia egin behar da.

Lagina hartzen denetik analisia egiten den arterainoko denbora determinatzea ezinezkoa da; hori analisi motaren eta kontserbazio-balditzen menpe dago. Mikroorganismoen hazkundearen aldaketak atzeratzen dira ilunpetan eta tenperatura baxuan atzeratu egiten dira.

– Kontserbazio-teknikak.

Hegazkortasuna eta biodegradazioa txikiagotzeko, lagina tenperatura baxuan mantenduko da izoztu gabe. Lagina izotzarekin mantenduko da. Ezin da erabili izotz sikuak, lagina izoztuko bait litzateke, eta ontzia puzkatu. Izotz sikuak gainera, laginaren pH-an eragina izan dezake. Nahasteak egiten diren bitartean laginak izotzarekin edo 4 °C-an mantenduko dira. Laginak laborategira iritsi bezain laster analizatuko dira. Posible ez bada, 4 °C-an mantentzea gomendatzen da kasu gehienetan.

Analisian eraginik ez dutela egiaztatu bada, kontserbatzaile kimikoak erabiliko dira. Erabiliz gero, ontzian jarriko dira, lagina erantzi aurretik. Kontserbatzaileak analisisen arabera aukeratuko dira.

Informatika

3

AURKIBIDEA

3. INFORMATIKA

3.1. EXCEL-EN APLIKAZIOAK	121
3.1.1. Dispersio-diagrama	121
3.1.2. Histograma	121
3.1.3. Pareto-ren diagrama	122
3.1.4. Pareto-ren diagrama	123
3.1.5. Pareto-ren diagrama	123
3.1.6. Sektore-diagrama	124
3.1.7. Estatistika: sarrera (ariketak)	125
3.1.8. Balorazio-kurba	127
3.2. FUNTZIOAK PROGRAMAREN APLIKAZIOAK	128
3.2.1. Korrelazioa	128
3.2.2. Erregresio lineala: ariketak	132
3.2.3. pH-metria	136

3.1. EXCEL-EN APLIKAZIOAK

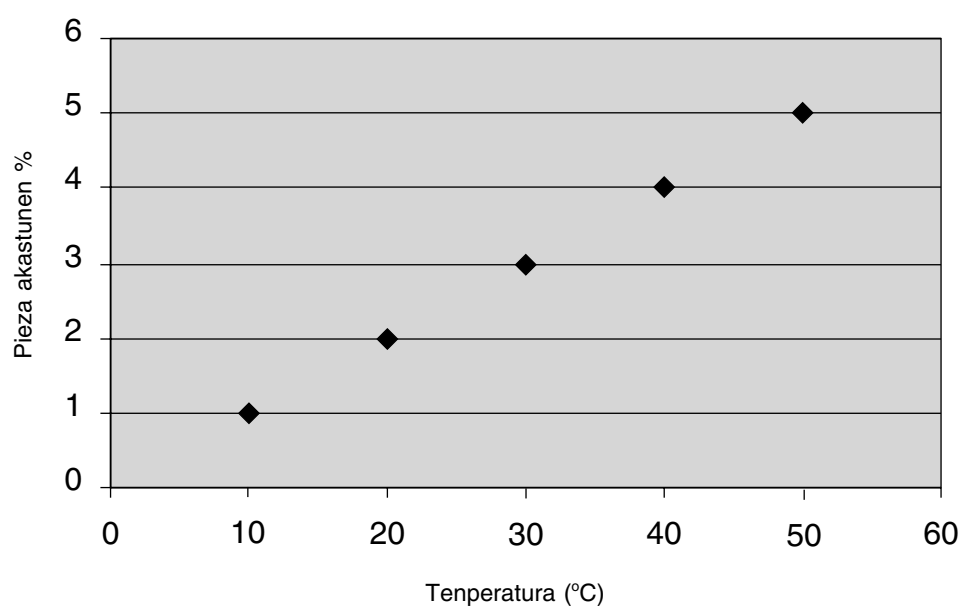
3.1.1. Dispertsio-diagrama

Kalitate totala:

Egin dispertsio-diagrama, taulan azaltzen diren datuekin.

Temperatura °C	10	20	30	40	50
Pieza akastunen %	1	2	3	4	5

Ebazpena:



—Dispertsio-diagrama—

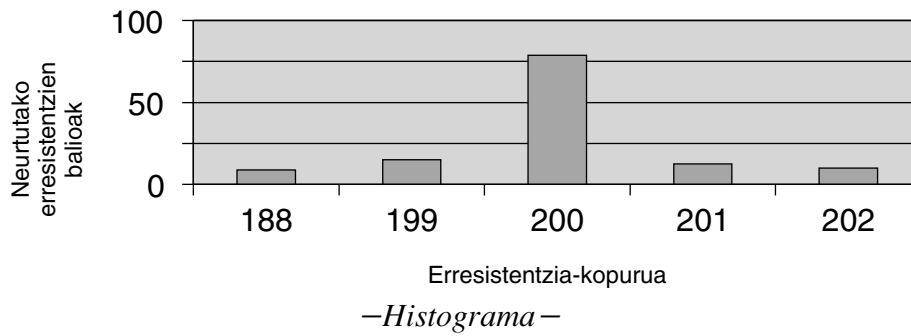
3.1.2. Histograma

Kalitate totala:

Egin histograma, taulan agertzen diren datuekin.

Erresistentzia	Kopurua
188	7
199	12
200	63
201	10
202	8

Ebazpena:



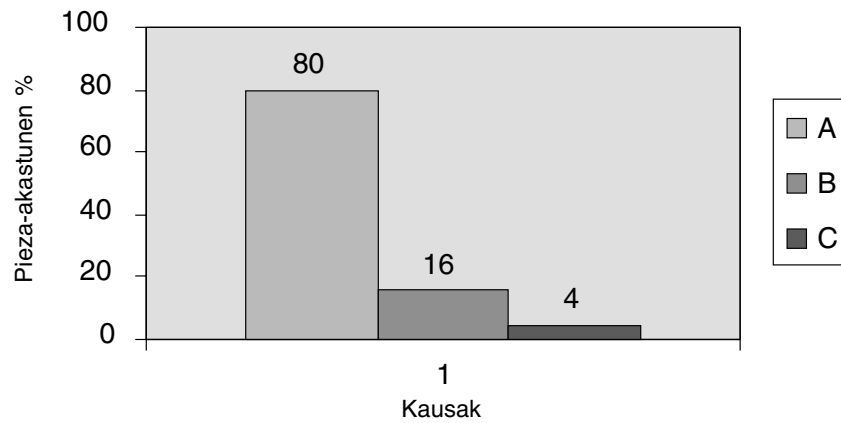
3.1.3. Pareto-ren diagrama

Kalitate totala:

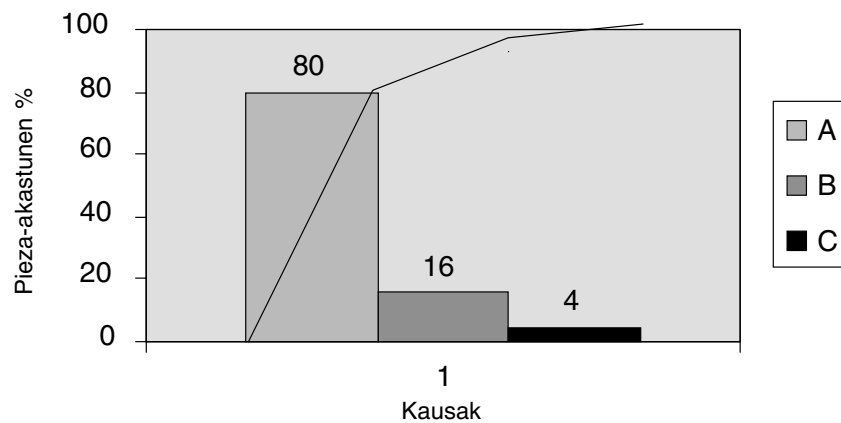
Egin Pareto-ren diagrama, taulan agertzen diren datuekin.

Kausa	A	B	C
Pieza-akastunen	80	16	4

Ebazpena:



–Pareto-ren diagrama–



–Pareto-ren diagrama–

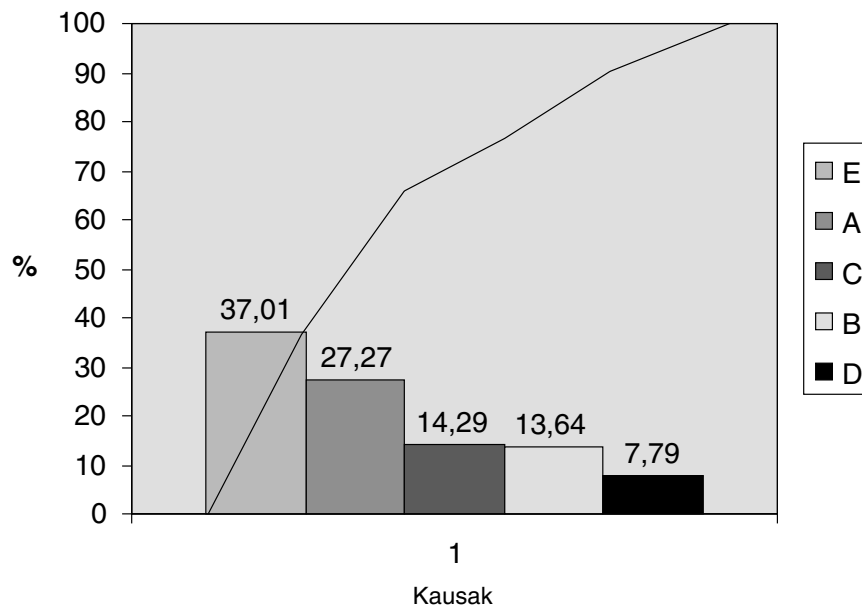
3.1.4. Pareto-ren diagrama

Kalitate totala:

Marraztu Pareto-ren diagrama, taulan agertzen diren datuekin.

Kausak ordenatuak	%	% metatua
E	37,01	37,01
A	27,27	64,28
C	14,29	78,57
B	13,64	92,21
D	7,79	100
Guztira	100	

Ebazpena:



—Pareto-ren diagrama—

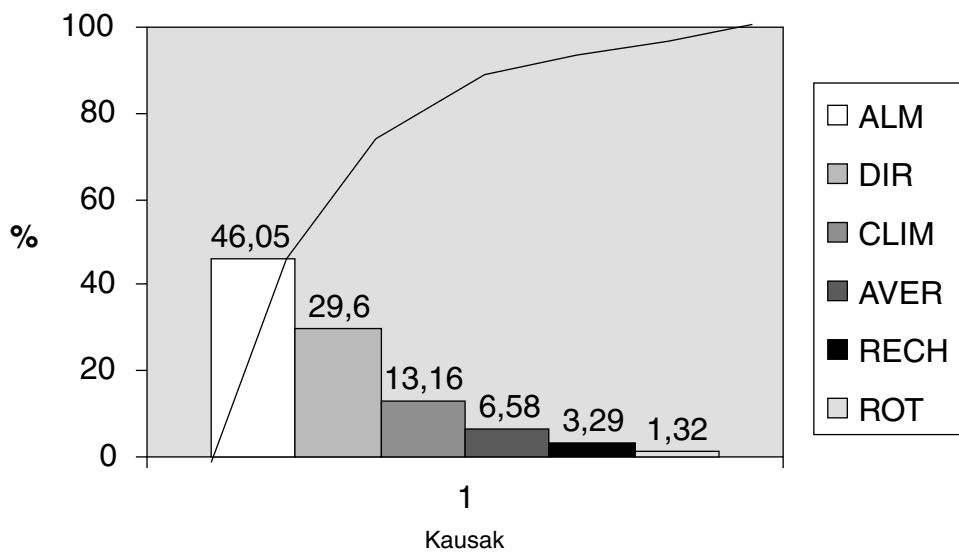
3.1.5. Pareto-ren diagrama

Kalitate totala:

Marraztu Pareto-ren diagrama, taulan agertzen diren datuekin.

Kausak	%	% metatua
ALM	46,05	46,05
DIR	29,6	75,65
CLIM	13,16	88,81
AVER	6,58	95,39
RECH	3,29	98,68
ROT	1,32	100
Guztira	100	

Ebazpena:



–Pareto-ren diagrama–

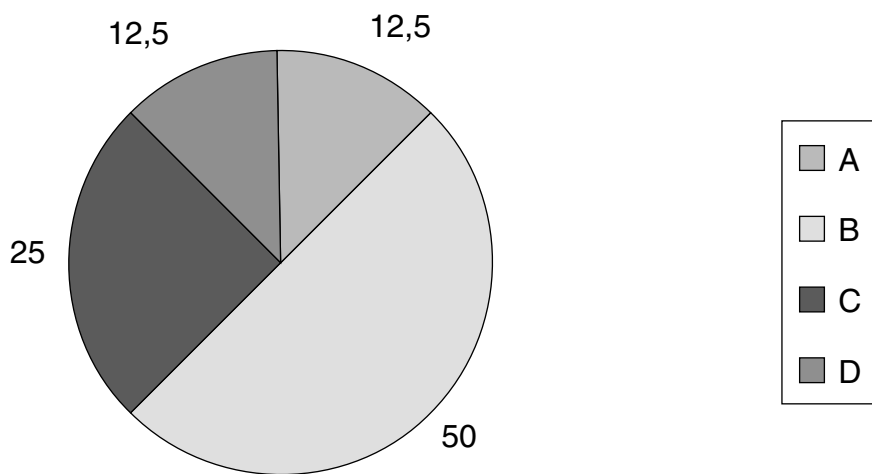
3.1.6. Sektore-diagrama

Kalitate totala:

Marraztu sektore-diagrama, taulan agertzen diren datuekin.

Produktua	Kantitatea	%
A	100	12,5
B	400	50
C	200	25
D	100	12,5

Ebazpena:



–Laborategiko produktuak–

3.1.7. Estatistika: sarrera (ariketak)

3.1.7.1. Ariketa 1

Konposatu kimiko batetik 30 lagin hartu dira eta Fe portzentaiak neurtu dira, datuak ondoren adierazten dira. Kalkulatu maiztasun-taula eta marraztu histograma.

5, 3, 4, 1, 2, 8, 9, 6, 7, 6, 6, 7, 9, 8, 7, 7, 1, 0, 1, 5, 9, 9, 8, 0, 8, 0, 8, 9, 5, 7

xi	fi	Fi	hi	Hi

3.1.7.2. Ariketa 2

36 gantz lagin hartu eta gastatu diren LICOR ACIDIMETRICO RE ml-ak azidotasan maila neurtzeko ondoren adierazten dira. Egin maiztasun taula.

3, 2, 11, 13, 4, 3, 2, 4, 5, 6, 7, 3, 4, 5, 3, 2, 5, 6, 27, 15, 4, 21, 12, 4, 3, 6, 29, 13, 6, 17, 6, 13, 6, 5, 12, 26

Klaseak	Klaseko markak	fi	Fi	hi	Hi
[0-5)					
[5-10)					
[10-15)					
[15-20)					
[20-25)					
[25-30)					

Marraztu histograma.

3.1.7.3. Kalkulu estatistikoak

X	Y
13	54
24	37
13	52
14	52
11	54
13	53
19	39
14	53
14	50
19	40
15	49
22	42

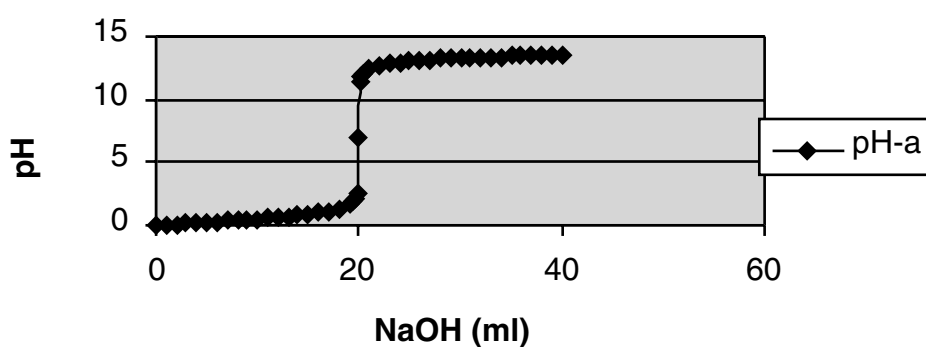
Batez bestekoa (X):	Promedio (X):	15,91666667
Batez bestekoa (Y):	Promedio (Y):	47,91666667
Bariantza (X):	Varianza (X):	16,62878788
Bariantza (Y):	Varianza (Y):	41,90151515
Desbidazio estandarra (X):	Desv. típica (X):	4,077841081
Desbidazio estandarra (Y):	Desv. típica (Y):	6,473137968
Korrelazioa:	Correlación:	-0,94049686
Kobariantza:	Covarianza:	-22,75694444
Mediana (X):	Mediana (X):	14
Mediana (Y):	Mediana (Y):	51
Moda (X):	Moda (X):	13
Moda (Y):	Moda (Y):	54

3.1.8. Balorazio-kurba

HCl 1N-NaOH 1N balorazioa

BOLUMENA	pH-a	BOLUMENA	pH-a
0	0	20,1	11,397
1	0,043	20,3	11,872
2	0,087	20,5	12,091
3	0,131	21	12,387
4	0,176	22	12,678
5	0,222	23	12,844
6	0,269	24	12,959
7	0,317	25	13,046
8	0,368	26	13,115
9	0,421	27	13,173
10	0,477	28	13,222
11	0,537	29	13,264
12	0,602	30	13,301
13	0,676	31	13,333
14	0,753	32	13,363
15	0,845	33	13,390
16	0,954	34	13,414
17	1,091	35	13,436
18	1,279	36	13,456
19	1,591	37	13,476
19,5	1,898	38	13,492
19,7	2,122	39	13,508
19,9	2,601	40	13,529
20	7		

pH-a



3.2. FUNTZIOAK PROGRAMAREN APLIKAZIOAK

3.2.1. Korrelazioa

Egin hurrengo ariketak *funciones* programarekin:

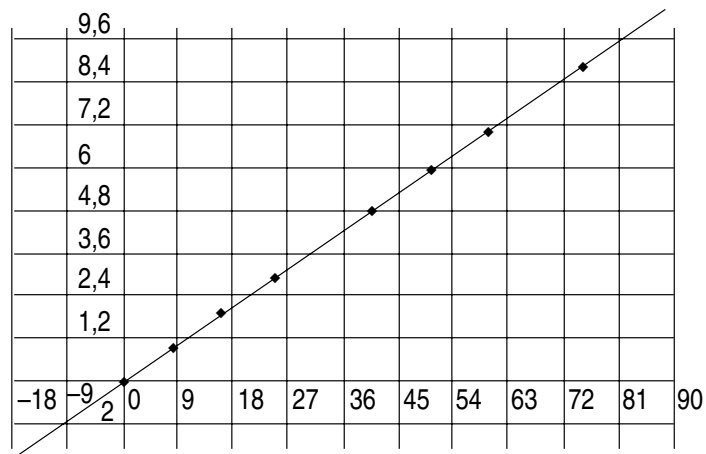
1. Beheko taulak adierazten digu metalezko hagaska bat zenbat luzatzen den temperatura-aldaketaren arabera. Marratzu dispertsio-diagrama eta kalkulatu:

- a) Korrelazio-koefizientea.
- b) Erregresio-zuzena.

Temperatura (°C)	Luzapena (mm)
0	0
8	1
16	2
25	3
40	5
50	6
60	7
75	9

Ebazpena:

Luzap. (mm)



Temp. (°C)

Korrelazio-koefizientea: 0.999437

$$Y = 0.118667x + 0.060639$$

X minimoa: 0

X maximoa: 75

Y minimoa: 0

Y maximoa: 9

Batez bestekoa $X = 34.25$
 Batez bestekoa $Y = 4.125$

Desbidazio estandarra $X = 24.712092$
 Desbidazio estandarra $Y = 2.934174$

Kobariantza = 72.46875

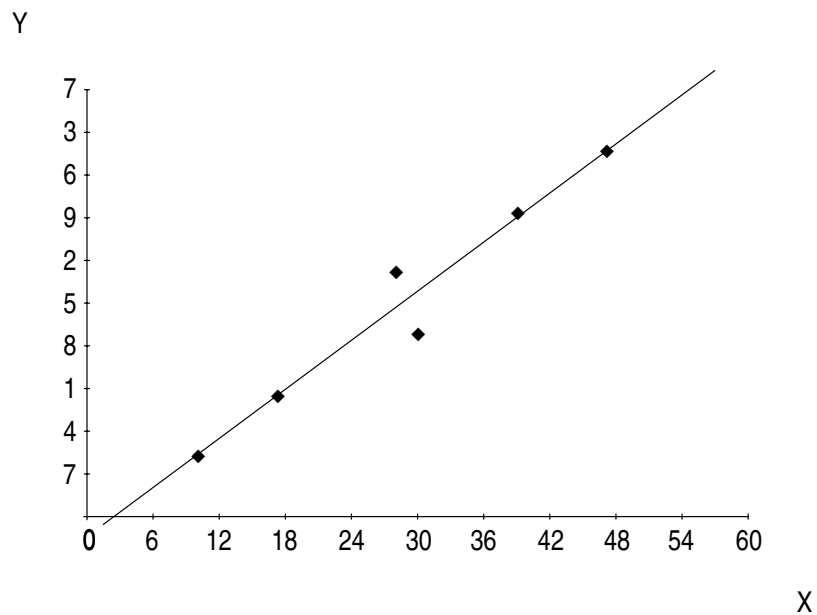
Korrelazio-koefizientea (R); batez besteko errorea

Lineala: $+0.999437$ $+0.069658$
 Koadratikoa: $+0.999481$ $+0.069173$
 Datu horiekin $*b^x$ erregresioa kalkula daiteke
 Datu horiekin $a*x^b$ erregresioa kalkula daiteke

2. Kalkulatu taulako x eta y aldagaien arteko korrelazio-koefizientea eta erregresio-zuzenak:

y	1	2	3	4	5	6
x	10	17	30	28	39	47

Ebazpena:



Korrelazio-koefizientea: 0.97617

$$Y = 0.133943x - 0.317375$$

X minimoa: 10
 X maximoa: 47
 Y minimoa: 1
 Y maximoa: 6

Batez bestekoa $X = 28.5$
 Batez bestekoa $Y = 3.5$

Desbidazio estandarra X = 12.446552

Desbidazio estandarra Y = 1.707825

Kobariantza = 20.75

Korrelazio-koefizientea (R); batez besteko errorea

Lineala: +0.976170 +0.24099

Koadratikoa: +0.976220 +0.242445

$a*b^x$: +0.952542 +0.49652

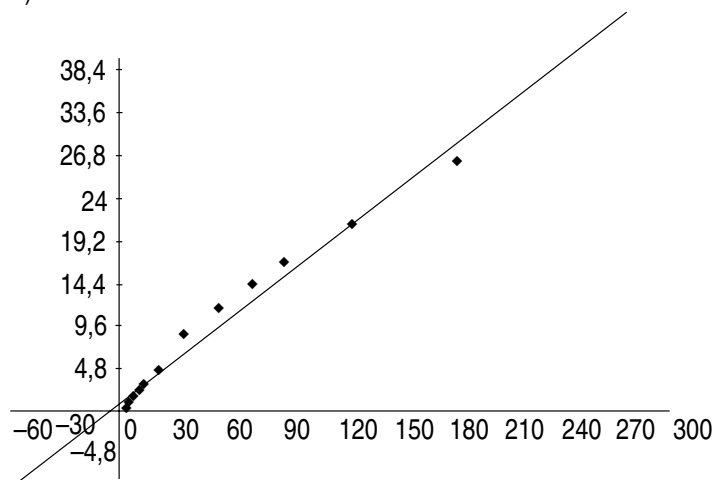
$a*x^b$: +0.983532 +0.262724

3. Ondoko taulan burdinazko eta altzairuzko hodian dimentsioak eta pisuak adierazten dira; kalkulatu korrelazio-koefizientea eta erregresio-zuzena, posible bada.

Barruko sekzio normala, cm ² -tan	Pisua, kg/m-tan
0,36	0,35
0,66	0,65
1,23	0,85
1,93	1,3
3,40	1,70
5,60	2,5
9,52	3,3
13,16	4,0
21,6	5,4
30,8	8,4
47,7	11,3
63,8	13,6
82,1	16,0
129,1	21,8
186,4	28,3

Ebazpena:

Pisua (kg/m)



Sekzioa (cm²)

Korrelazio-koefizientea: 0.98754

$$Y = 0.154022x + 1.829578$$

X minimoa: 0.36

X maximoa: 186.4

Y minimoa: 0.35

Y maximoa: 28.3

Batez bestekoa X = 39.824

Batez bestekoa Y = 7.963333

Desbidazio estandarra X = 53.189212

Desbidazio estandarra Y = 8.295651

Kobariantza = 435.741247

Korrelazio-koefizientea (R); batez besteko errorea

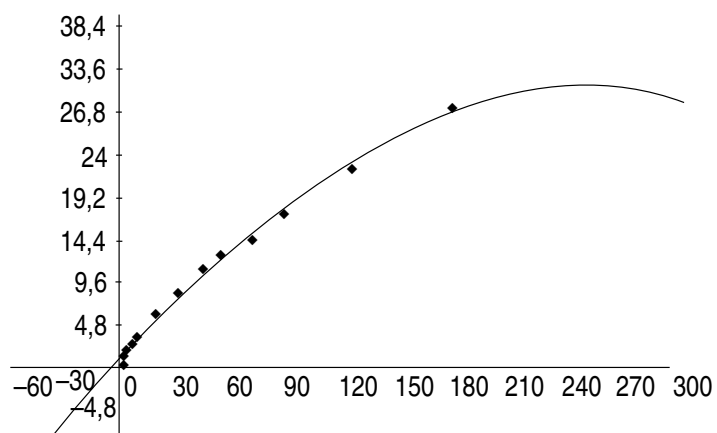
Lineala: +0.987540 +1.05289

Koadratikoa: +0.998223 +0.404311

$a*b^x$: +0.808551 +5.531901

$a*x^b$: +0.998474 +0.32036

Pisua (kg/m)



Sekzioa (cm²)

3.2.2. Erregresio lineala: ariketak

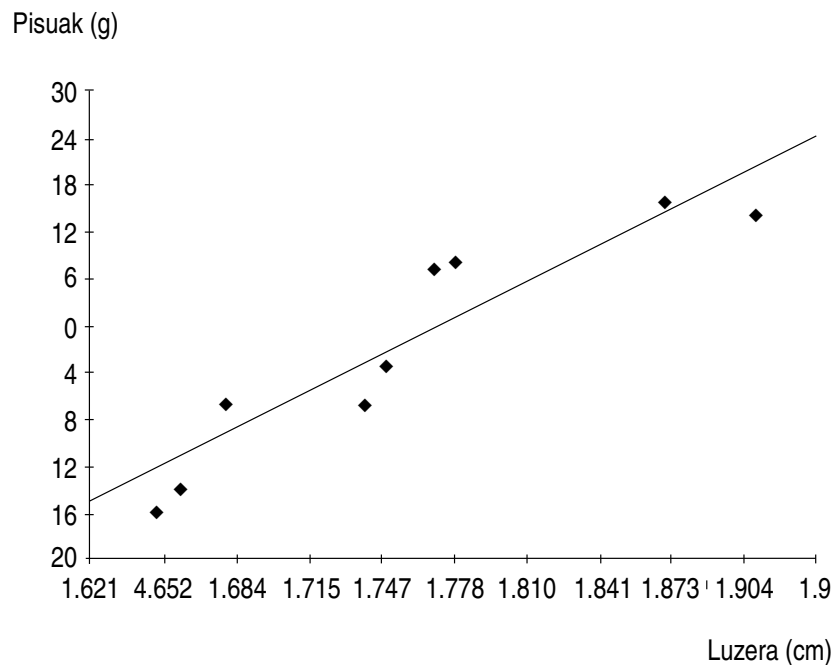
1. Zoriz beirazko 10 hagaska hartu dira. Pisuak eta luzerak hurrengo taulan ematen dira: (datuak ez dira benetazkoak).

Luzera (cm)	Pisuak (g)
1.91	84
1.78	78
1.77	77
1.87	86
1.75	65
1.65	46
1.66	49
1.68	60
1.74	60
1.68	60

Erantzun behar dituzun galderak hauek dira:

- a) Badago erlaziorik datuen artean?
- b) Baldin badago, zenbateraino da zuzena?
- c) Zein da erlazioa?
- d) Zein pisu dagokio 1.70 cm-ko luzerari?

Ebazpena:



Korrelazio-koefizientea: 0.925833

$$Y = 148.578438x - 193.363689$$

$$x = 1.70 \text{ cm} \quad y = 59 \text{ g}$$

Beste datu batzuk:

X minimoa: 1.65

X maximoa: 1.91

Y minimoa: 46

Y maximoa: 86

Batez bestekoa X = 1.749

Batez bestekoa Y = 66.5

Desbidazio estandarra X = 0.083241

Desbidazio estandarra Y = 13.358518

Kobariantza = 1.0295

Korrelazio-koefizientea (R); batez besteko errorea

Lineala: +0.925833 +4.659951

Koadratikoa: +0.951438 +3.67158

$a \cdot b^x$: +0.906611 +4.995327

$a \cdot x^b$: +0.912524 +4.892239

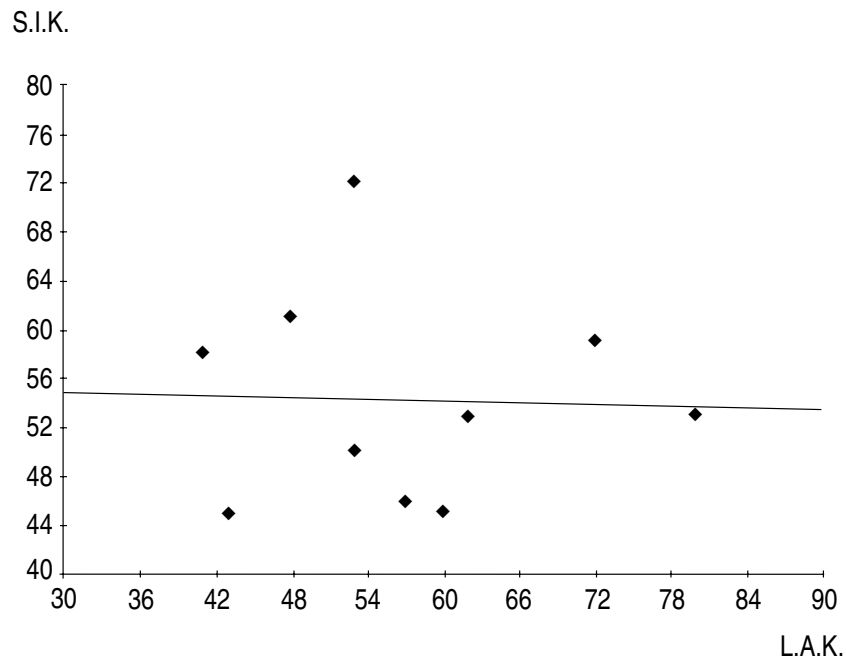
2. “Analisi eta Kontrola” Heziketa Ziklotik, zoriz, 10 ikasle hartu dira. L.A.K eta S.I.K.-ko gaietan lortutako emaitzak ondokoak dira:

L.A.K.	S.I.K.
80	53
48	61
62	53
53	72
43	45
72	59
60	45
41	58
53	50
57	46

a) Marraztu grafikoa.

b) Badago korrelaziorik bi gaien artean?

Ebazpena:



Korrelazio-koefizientea: -0.039015

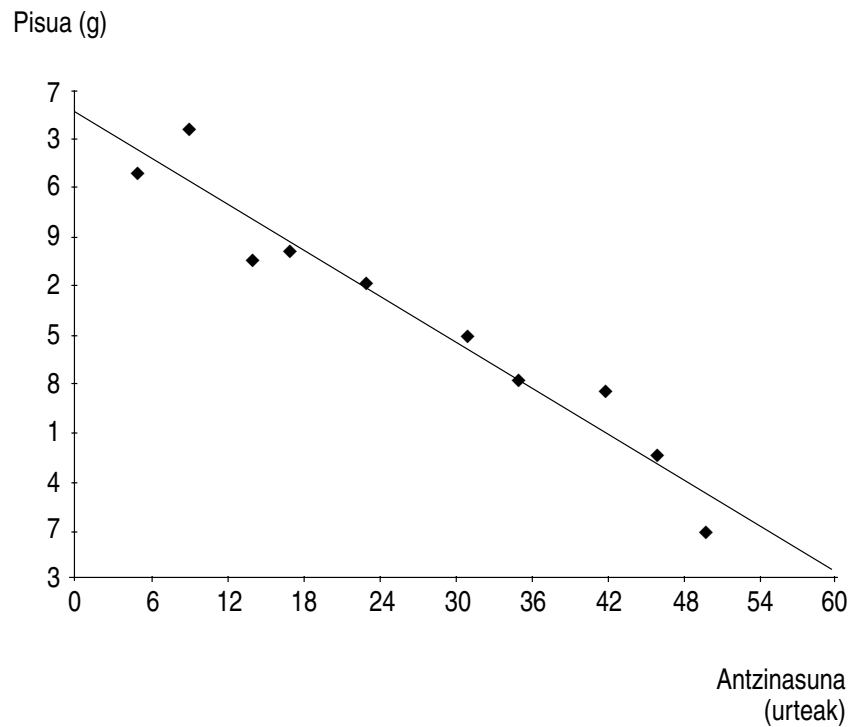
$$Y = -0.027201x + 55.747727$$

3. Zoriz poltsa batetik 10 txanpon atera dira. Antzintasuna eta pisua neurtu dira. Lortutako emaitzak hurrengoak dira:

Antzintasuna (urteak)	Pisua (g)
5	9.41
9	9.45
14	9.33
17	9.34
23	9.31
31	9.26
35	9.22
42	9.21
46	9.15
50	9.08

Marratzu grafikoa eta kalkulatu korrelazioa, baldin badago.

Ebazpena:



Korrelazio-koefizientea: -0.969724

$$Y = -0.006978x + 9.465791$$

Beste datu batzuk:

X minimoa: 5

X maximoa: 50

Y minimoa: 9.08

Y maximoa: 9.45

Batez bestekoa X = 27.2

Batez bestekoa Y = 9.276

Desbidazio estandarra X = 15.124814

Desbidazio estandarra Y = 0.10883

Kobariantza = -1.5962

Korrelazio-koefizientea (R); batez besteko errorea

Lineala: -0.969724 $+0.020933$

Koadratikoa: $+0.971440$ $+0.019906$

$a*b^x$: -0.969625 $+0.021059$

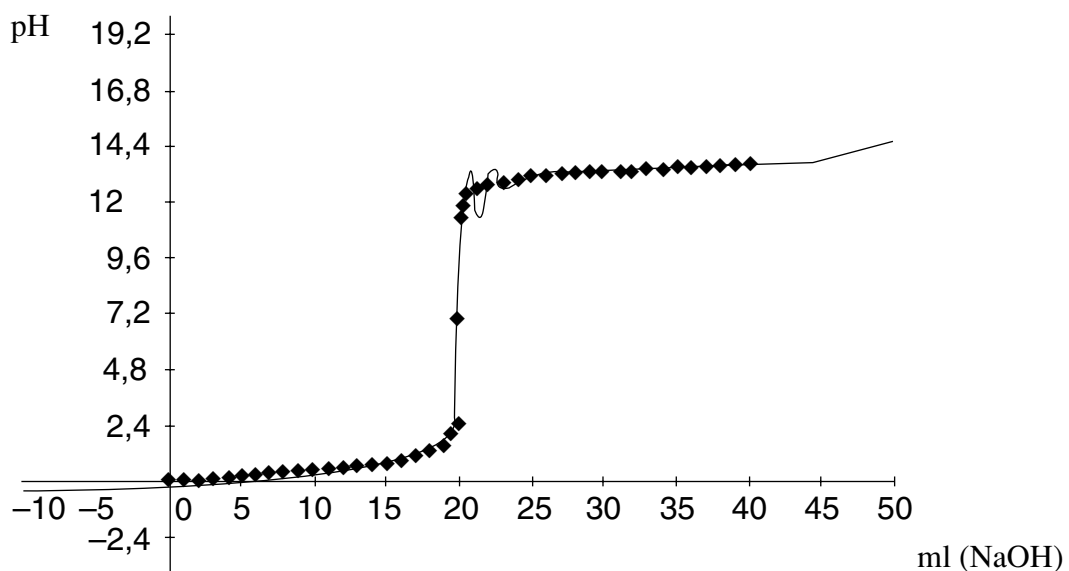
$a*x^b$: -0.914794 $+0.037149$

3.2.3. pH-metria

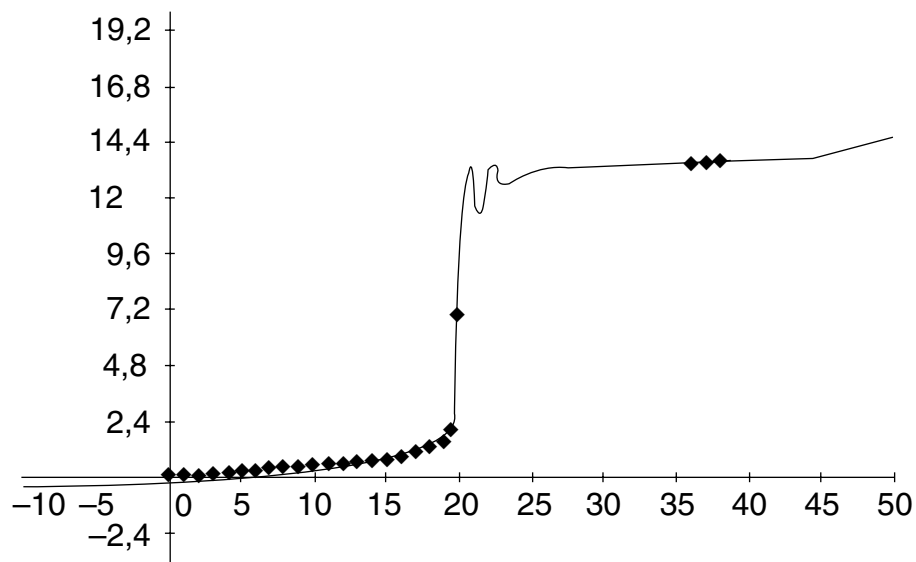
pH-metria egin eta erabili metodo grafikoa:

HCl IN balorazioa NaOH INarekin.

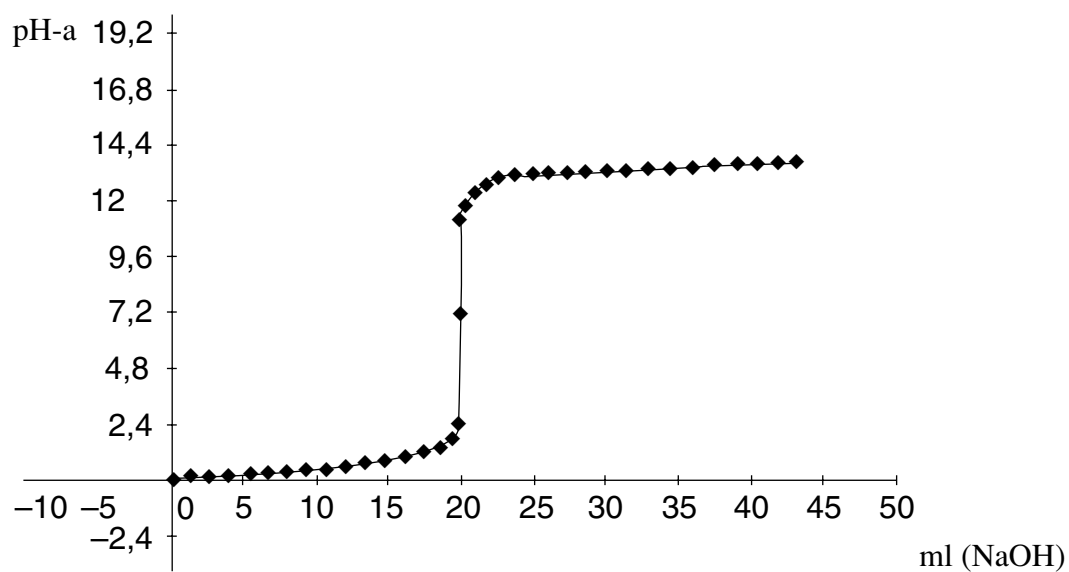
BOLUMENA	pH-a
0	0
1	0,043
2	0,087
3	0,131
4	0,176
5	0,222
6	0,269
7	0,317
8	0,368
9	0,421
10	0,477
11	0,537
12	0,602
13	0,676
14	0,753
15	0,845
16	0,954
17	1,091
18	1,279
19	1,591
19,5	1,898
19,7	2,122
19,9	2,601
20	7
20,1	11,397
20,3	11,872
20,5	12,091
21	12,387
22	12,678
23	12,844
24	12,959
25	13,046
26	13,115
27	13,173
28	13,222
29	13,264
30	13,301
31	13,333
32	13,363
33	13,390
34	13,414
35	13,436
36	13,456
37	13,476
38	13,492
39	13,508
40	13,529



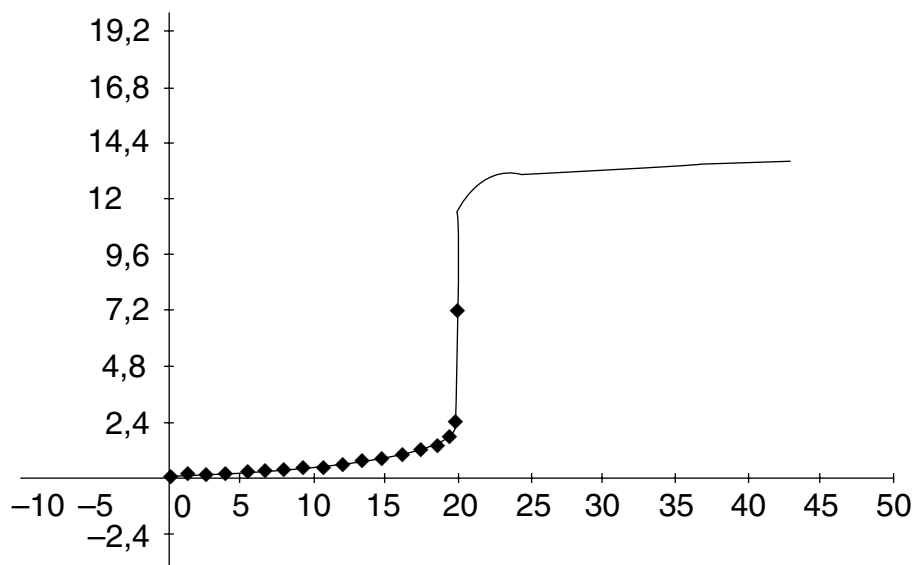
Funtzio deribatua



(Aukeratu “Función numérica” F(x) sin regresión/“lineal”/“mostrar puntos”)



Funtzio deribatua



*Fabrikazio-
-prosesuak*

4

AURKIBIDEA

4. FABRIKAZIO-PROZESUAK

4.1. INDUSTRIA KIMIKOAK	141
4.1.1. Prozesu kimikoaren analisisa	141
4.1.2. Industria kimikoaren motak	141

4.1. INDUSTRIA KIMIKOAK

Industria kimikoak lehengai natural edo sintetikoen erauzketaz eta prozesameduaz arduratzen dira, eta substantzien transformazioa ere aztertzen dute.

Industria kimikoak bi multzotan sailka daitezke:

- a) Oinarriko industria kimikoak.
 - b) Transformazioko industria kimikoak.
- a) Oinarriko industria kimikoek lehengai naturalekin lana egiten dute, eta produktutu erdielaboratuak fabrikatzen dituzte. Produktu horiek transformazio-industrien oinarriak dira. Industria horiek hornikuntzen iturburuetan kokatzen dira. Adibide bat alkoholaren fabrikazioa azukreen hartziduraz da. Oinarriko industria kimikoek lehengaiak airetik (oxigenoa eta nitrogenoa), uretatik (hidrogenoa), lurretik (ikatz, petroleoa eta mineralak) eta biosferatik (kautxua, gantzak, egurra eta alkaloideak) hartzen dituzte.
 - b) Transformazioko industria kimikoak produktu erdielaboratuak produktu berriak bihurtzen ditu, merkatura zuzenean ateratzeko edo beste sektore batzuetan erabiltzeko.

Gaur egunean, edozein prozesu-kimiko laborategian aztertzen da, industrian erabili aurretik.

Laborategitik industrierainoko bidea industria-kimikoaren oinarria da, laborategian era aske egiten diren prozesuak industria kimikoan era jarraian, hau da, kate batean egiten dira. Prozesu horiek gai solidoen birrinketa eta ehoketa, jariogaien garraioa, likido-nahasketen destilazioa, produktuen iragazketa, sedimentazioa eta kristalizazioa eta lehengaien erauzketa dira.

4.1.1. Prozesu kimikoaren analisisa

Prozesu kimikoaren azterketak, beraien artean erlazionatutako hiru arazo sortzen ditu:

1. Prozesuaren materia- eta energia-balantzeak egitean, eta instalazioa osatzen duten atalen ardurak zehaztean.
2. Beharrezkoak diren instalazioen ezaugarri espezifikoak zehaztea beraien funtzioak betetzeko.
3. Tresnen eta materialen aukeraketa.

Hiru arazo horiek prozesuaren arazo, oinarriko operazioen arazo eta plantaren kalkuluen arazo bezala adieraz daitezke. Prozesuaren arazoak kimikoak izaten dira, oinarriko operazioenak fisikoak, eta plantaren kalkuluenak mekanikoak izaten dira. Prozesu industrial batean arazo horiek ezin dira banatu eta tratatu banaka.

4.1.2. Industria kimikoaren motak

Produktu inorganikoen fabrikazioen industria kimiko garrantzitsuenak honako hauek dira:

- a) Azido sulfurikoaren fabrikazioa.
- b) Beiraren industria.
- c) Aluminioko, kobreak, burdina eta altzairua, amoniako eta ongarri nitrogenodunak eta solvay sosaren lorpena.

Produktu organikoen fabrikazio-industria kimiko garrantzitzuenak honako hauek dira:

- a) Industria karbokimikoa, lehengaia ikatza izanik.
- b) Industria petrokimikoa, lehengaia petrolioa izanik.
- c) Eta horiekin erlazionatuta, plastikoen, erretxina sintetikoaren eta garbikarien fabrikazioa.

4.1.2.1. *Azido sulfurikoa*

– *Fabrikazioa*

Gaur egun azido sulfurikoa lortzeko bi prozesu erabiltzen dira. Bietan sufre dioxidoa behar da, hori piritatik, edo airetik ateratzen den sufretik lortzen da.

- a) Lehenengo prozesua, *berun-ganbaren metodoa* deitutakoa, erreakzioa berunez estalitako adreiluzko dorreetan gertatzen da. Dorre horietan, sufre dioxido gaseosoak, aireak, ur-lurrinak eta nitrogeno oxidoak erreakzionatzen dute, azido sulfurikoazko tantak lortuz kamararen behe-aldean. Erreakzioan lortutako gasetan dauden ia nitrogeno oxido guztiak errekupeatzen dira eta ganbaran sartzen dira berriro erabiltzeko. Horrela, lortzen den azido sulfurikoa %62tik %70ra H_2SO_4 du; beste guztia ura da. Gaurkotasunean, azido sulfurikoaren %20 metodo honekin lortzen da, baina portzentaia hori gutxituz doa.
- b) Bigarren metodoa, *ukipen-metodoa* da, 1900ean erabiltzen hasi zen, sufre dioxidoa SO_3 rainoko oxidazioan oinarritzen da eta katalizatzailea erabiltzen du. Platino-hautsak bi desabantaila dauzka: oso garestia dela eta sufre dioxidoak dituen ezpurutasunek kutsatzen dutela eta bere eraginkortasuna gutxiagotzen dutela. Ekoizle askok bi katalizatzaile erabiltzen dituzte: lehenago, erresistentzia handiagoarekin baina eraginkortasun gutxiagoarekin bat, burdina oxidoa edo banadio oxidoa adibidez, erreakzioa hasteko, eta ondoren, platino-kopuru gutxiagoa prozesua bukatzeko. 400°C-an, sufre dioxidoa trioxidora pasatzen da, ia bere osotasunean. Trioxidoa azido sulfuriko kontzentratuan disolbatzen da, eta aldi berean ur-fluxu baten kontzentrazioa mantentzen du aukeraturako mailan, normalean %95. Ur-fluxua gutxiagotzen, H_2SO_4 sufre trioxido gehiagorekin lor daiteke. Produktu hori, azido sulfuriko fumantea, oleum edo Nordhausen azido deitzen da, eta kimika organikoko erreakzio batzuetan erabiltzen da.

– *Produkzioa*

Azido sulfurikoaren erabilera oso zabala da, bere produkzioak aktibitate industrialaren indizea ematen du. Adibidez, 1970ren hamarkadean, Estatu Batuetako urteko produkzioa 29 milioi tona zen, hau da, 1/3 kg pertsonako eta eguneko. Azido sulfurikoa ongariak (superfosfatoak eta amonio sulfatoa) lortzeko erabiltzen da. Betetik, produktu organikoak, pinturak eta pigmentoak, eta rayona lortzeko eta petrolioa errefinatzeko eta metalak prozesatzeko. Autotako berunezko bateriek azido sulfurikoa erabiltzen dute.

4.1.2.2. *Beira*

Beira, tenperatura altuetan silize (SiO_2) urtuarekin, boratoarekin eta silikatoekin, lortzen den substantzia amorfoa da. Naturan aurkitzen da, abibidez, sumendietan, obsidianean, edo tektitetan. Beira substantzia amorfoa da, solidoa ez dela eta ezta likidoa ere, baizik eta egoera bitrean dago, hau da, unitate molekularrak era desordenatuan daude, baina nahiko indar daukate erresistentzia mekanikoa izateko. Beira hoztu egiten da solidifikatu arte, kristalizazioa gertatu gabe; berotzean era likidoa lor daiteke. Gardena izan daiteke, baita transluzidoa edo opakoa ere. Kolorea aldatzen da fabrikazioan erabilitako substantzien arabera.

Beira xaflakorra da eta era asko izan dezake teknika desberdinen bidez. Hotzean landu daiteke. Tenperatura baxuetan puskatu egiten da era konkoideoan (txirla erakoa).

Materialak eta teknikak

Beiraren osagai nagusia silizea da, hori hareatik, suharritik edo kuartzotik lortzen da.

Konposizioa eta propietateak

Silizea tenperatura altuetan urtu egiten da beira lortzeko. Horren fusio-puntua oso altua da eta tenperatura-aldaketekin kontrakzioa eta zabalkuntza oso txikiak direnez, egokia da laborategiko materiala egiteko eta talka termikoak jasaten duten objektuak egiteko, teleskopioen ispiluak bezala. Beira beroaren eta elektrizitatearen eroale txarra da, hori dela eta, isolamendu termiko eta elektrikorako ona da. Beira gehienetan, silizea beste lehengai batzuekin nahasten da proportzio desberdinetan. Fundente alkalinoek, sodio edo potasio karbonatoek, fusio-puntua eta biskositatea gutxiagotzen dute. Karea edo dolomita (kaltzio eta magnesio karbonatoak) finkatzaileak dira. Beste lehengai batzuk, berunak edo boraxak, beirari propietate fisiko bereziak ematen dizkiote.

Beira disolbagarria eta beira sodokaltzikoa

Sodioa proportzio handian duen beira uretan disolba daiteke eta likido biskosoa ematen du, beira disolbagarria deitutakoa. Hori, suaren kontrako berniza da. Beira gehienek sodio- eta kaltzio-kontrentzazio altua dute bere konposizioan; beira sodokaltzikoa da eta botilak, bonbilak, leiho-beira eta beira xaflatuak egiteko erabiltzen da.

Berun-beira

Mahai-kristalerietan eta beira bezala ezagutzen dena da. Lortzeko potasio silikatoa berun oxidoarekin konbinatzen da. Berun-beira astunagoa da eta argia isladatu egiten du, hori dela eta lenteak eta prismak egiteko eta bisuterian erabiltzen da. Berunak energia altuko erradiazioak xurgatzen dituenez, instalazio nuklearretan babesteko pantailak egiteko erabiltzen da.

Borosilikato-beira

Beira horrek boraxa dauka bere konposizioan, silize eta alkaliekin batera. Oso gogorra da eta erresistentzi handia du erreakzio kimikoetan eta tenperatura altuetan, hori dela eta sukaldako tresnak, laborategi-tresnak eta prozesu kimikoetako ekipoak egiteko erabiltzen da.

Kolorea

Lehengaietako ezpurutasunek kolorea ematen diote beirari. Substantzia argia eta kolore gabekoa lortzeko, manganesoa gehitzen zaio, horrekin burdinak ematen duen berde kolorea deuseztatzen da.

Lehengaiak

Beiraren konposizioan, antzeko konposizio daukaten hondarrak eta hareak daude, fusioa eta homogeneizazioa handiagotzeko. Askotan, artsenikoa eta antimonioa gehitzen da fusioan bitartean burbuilak sortzeko.

Propietate fisikoak

Konposizioaren arabera, beira batzuk 500°C-an urtzen dira; beste batzuk ordea, 1.650°C behar dituzte. Trakzio-erresistentzia, 3.000 eta 5.500 N/cm²-ren artean dago, dena den 70.000

N/cm²-ra irits daiteke tratamendu bereziarekin. Dentsitate erlatiboa (dentsitatea urarekiko) 2-tik 8-ra doa, hau da, beira aluminioa baino arinagoa eta altzairua baino astunagoa izan daiteke. Propietate optikoak eta elektrikoak ere asko alda daitezke.

Nahasketa eta fusioa

Ondo neurtu eta prestatu ondoren, lehengaiak nahasten dira eta hasierako fusio bat egiten da bitrifikazioaro beharrezkoa den bero osoa eman aurretik. Beira galdara handietan urtu egiten da eta gasarekin, fuel-olioarekin edo elektrizitatearekin berotzen da. Lehengaiak galdarako alde batetik etengabe sartzen dira eta beste aldetik beira urtua ateratzen da. Arragoa handietan edo erretentzio-ganbaretan lanerako beharrezkoa den tenperaturan ipintzen da, hortik masa bitreoa moldeatzeko makinetera eramaten da.

Moldaketa

Beira moldatzeko erabiltzen diren metodoak iragazketa, beira-puztea, zapalketa, luzaketa eta xaflaketa dira.

Beira-mota komertzialak

Beira-mota asko dago, ondoren batzuk aipatzen dira:

- a) Leiho-beira.
- b) Xafla-beira.
- c) Botilak eta ontziak.
- d) Beira optikoa.
- e) Beira fotosentsiblea.
- f) Bitrozeramika.
- g) Beira-zuntza.
- h) Beste asko.

4.1.2.3. Ikatza

Ikatza, jatorri begetaleko erregai solidoa da. Ikatz-motak, konposizioan duten karbono finkoaren kontzentrazioaren arabera honela sailkatzen dira:

- a) *Zohikatza edo Turba*, ikatzaren formazioan hasierako etapetan sortzen da. Karbono finkoaren kontzentrazioa txikia da, baina hezetasun handia dauka.
- b) *Lignittoa*, kalitate txarreneko ikatza da, karbono-kontzentrazioa handiagoa du.
- c) *Ikatz bituminosoa*, kontzentrazioa eta bero ahalmena handiagoa dira.
- d) *Antrazita*, karbono-kontzentrazio eta bero ahalmen handiena dituen da.
- e) *Grafittoa*, ia karbono purua da.

Ikatzak, karbonoaz gain, hidrokarburu hegazkorak, sufrea eta nitrogenoa, eta erretzean errauts bezala geratzen diren mineralak ditu.

Ikatzaren konbustioan sortzen diren produktu batzuk ingurumenarentzat kaltegarriak izan daitezke. Ikatza erretzean karbono dioxidoa sortzen da. Zientzilari askoren ustez, ikatza eta beste erregai fosilen (petrolioa) erabilerak atmosferan dagoen karbono dioxidoaren kontzentrazioa handiago dezake eta Lurraren klima aldatu. Bestetik, ikatzaren sufreak eta nitrogenoak konbustioan oxidoak sortzen dituzte eta euri azidoaren eraketan eragina izan dezakete.

Ikatz-mota guztiek erabileraren bat daukate. Turba, sua egiteko erregai bezala erabiltzen da, gaur egun labeetan erretzeko brinketak egiteko erabiltzen dira. Siderurgiak ikatz-metalur-

gikoa edo koka erabiltzen du. Kokaren produkzioaren prozesuak produktu kimiko sekundario asko ematen du, harrikatzen mundruna adibidez. Ikatzetik egiten zen erregai gaseosoen eta beste produktuen fabrikazioa txikiagotu egin da gas naturalaren erabilerarekin.

4.1.2.4. *Petrolio*

Petrolio, jatorri naturaleko eta substantzia organikoez osatutako konposatu likido oleoso-bituminoso da. Baita ere petrolio gordina, edo *gordina* deitzen da. Lur-azalean kantitate handietan dago, erregai bezala erabiltzen da eta industria kimikoren lehengaia da. Gainera, petrolio eta eratorkinak botikak fabrikatzeko, ongarriak, janari-produktuak, plastikozko ontziak, eraikuntzako materialak, pinturak eta beste gauza asko egiteko zentral termikoetan elektrizitatea sortzeko ere erabiltzen da.

Ezaugarriak

Petrolio-mota guztiek hidrokarburoak dituzte, baita sufreak eta oxigenoaren konposatuak ere; sufreak konposizioa %0,1 eta %5 bitartean egoten da. Petrolioak osagai gaseosoak, likidoak eta solidoak ditu. Petroleoa biskositate gutxi likido batetik (gasolina), likido lodira alda daiteke.

Petrolio gordina hiru motatakoa izan daiteke: parafinikoa, asfaltikoa eta onarri mixtoko.

- a) *Petrolio parafinikoa* osatzen duten molekulek hidrogeno atomo-kopuruak karbono-atomo kopuruaren bikoitzari bi unitatetan gainditzen dio.
- b) *Petrolio asfaltikoaren* ezaugarria naftenoak dira, horietan hidrogenoaren atomo-kopurua karbonoaren atomo-kopurua bikoitza da.
- c) *Oinarri mixtoko petrolioak* goiko bi motatako hidrokarburoak ditu.

4.1.2.5. *Plastiskoak*

Plastikoak, material polimeriko organikoak dira (molekula erraldoiez osatuta daude), eta, deforma daitezke nahi dugun forma lortu arte. Molekulen iturburua naturala izan daiteke, adibidez, zelulosa, argizaria eta kautxu naturala, edo sintetikoak, polietilenoa eta naylona bezala. Bere fabrikazioan erabilitako materialak erretxinak dira, horiek boletan, hautsean edo disoluzioan egon daitezke.

Plastikoen ezaugarria, erresistentzia/dentsitate erlatibo altua izatea da, propietate hori ona da isolamendu termiko eta elektrikorako eta erresistentzia ona daukate azidoekin, alkaliekin eta disolbatzaileekin. Beraien konposizioan dauden molekula erraldoiak linealak, abartuak edo gurutzatuak izan daitezke, plasiko-motaren arabera. Molekulak linealak eta abartuak termoplastikoak dira (beroarekin bigundu egiten dira), gurutzatuak berriz, termogogorak dira (beroarekin gogortu egiten dira).

Plastiko-motak

Plastikoak honela sailka daitezke: polimerizazio-prozesuaren arabera, prozesatze-eraren arabera eta izaera kimikoaren arabera.

- a) *Polimerizazioa*: Erretxinaren produkzioarako bi oinarriko prozesuak kondentsazio eta adizio-erreakzioak dira. Kondentsazioak polimero-luzera batzuk ematen ditu, adizio-erreakzioak, berriz, luzera espezifikoak ematen ditu. Kondentsazio-polimerizazioek azpiproduktuak kantitate txikian ematen ditu: ura, amoniakoa eta etilenglikola; adizio-

-erreakzioak ez ditu azpiprodukturik ematen. Polimero tipiko batzuk kondentsazio-polimero naylona, poliuretanoak eta poliesterrak dira. Adizio-polimero artean polietilenoa, polipropilenoa, polibinilo kloruroa eta poliestirenoa daude. Adizio-polimeroen batez besteko masa molekularrak kondentsazio-polimeroenak baino handiagoak dira.

- b) *Prozesatze-erak*: Plastikoa termoplastiko edo termogogorra izatearen arabera era desberdinetan prozesa daiteke. Termoplasikoak, konposatu polimeriko lineal edo abartuak dira, eta urtu egin daitezke. Bigundu egiten dira eta hoztean gogortu egiten dira. Berdin gertatzen da gutxi gurutzatuta dauden eta termogogorrek diren plastikoekin. Dena den, termogogorrek diren plastiko gehienek gogortasuna irabazten dute berotzen direnean.
- c) *Izaera kimikoa*: Plastikoen ezaugarri kimikoa monomeroaren menpe dago. Adibidez, poliolefinak olefinen monomeroez osatuta daude eta horiek gutxienez lotura bikoitz batekoak eta kate irekiko hidrokarburoak dira. Polietilenoa poliolefina da eta bere monomeroa elilenoa da. Beste polimero mota batzuk akrilikoak (polimetakrilatoa), estirenoak (poliestirenoa), biniloaren halogenuroak (polibinilo kloruroa), poliesterrak, poliuretanoak, poliamidak (naylona), polieterrak, azetatoak eta erretxina fenolikoak, zelulosikoak edo aminenak dira.

Fabrikazioa

Plastikoak fabrikatzeko lau pauso daude: lehengaien lorpena, oinarriko polimeroaren lorpena, polimeroaren konposizioa finkatzea, produktu industrial erabiltzeko, eta moldaketa eta deformazioa era definitiboa lortu arte.

- a) *Lehengaiak*: Plastikoen parte handia landare-erretxinetatik lortzen da, adibidez, zelulosatik (kotoia), furfuraletik (olio-azala), oliotik (haziak), almidoietik, eta abar. Esnearen kaseina lehengai ez-begetal bezala erabiltzen da. Plastikoen gehiena petrolioaren eratorriez fabrikatzen da. Petroleoaren lehengaiak oso ugari eta merkeak dira. Dena den, beste iturburu batzuk ikertzen ari dira, esaterako ikatzaren gasifikazioa.
- b) *Polimeroaren sintesia*: Plastikoa fabrikatzeko lehen pausoa polimerizazioa da. Lehen aipatu den bezala, bi oinarriko metodoak kondentsazio- eta adizio-erreakzioak dira. Metodo horiek desberdinak izan daitezke. Polimerizazio handietan monomero bat bakarrik polimerizatu egiten da, gehienetan fase gaseosoan edo likidoan, baina ere polimerizazio batzuk egoera solidoan ere egiten dira. Polimerizazioarekin soluzioan koagulatzen den emultsio bat formatzen da. Polimerizazio-interfaseetan, monomeroak bi likido ez-nahasgarrietan disolbatzen dira eta polimerizazioa bi likidoen arteko interfazean gertatzen da.
- c) *Gehigarriak*: Askotan propietate determinatu bat lortzeko gehigarriak gehitzen dira. Adibidez, antioxidatzaileek oxigenoak edo ozonoak sortzen dituzten degradazio kimikotik babesten dute. Plastifikatzaileek malgutasun handiagoko polimeroak ematen dituzte, lubrifikatzaileek igurzketa gutxiagotzen dute eta pigmentoek plastikoei kolorea ematen diete. Substantzia ignifugo eta antiestatiko batzuk gehigarri bezala erabiltzen dira.
- d) *Era edo forma bukatua*: Bukaerako era lortzeko, hiru faktore kontuan hartu behar ditugu: denbora, tenperatura eta fluentzia (deformazioa). Prozesu horien izaera ziklikoa izan daiteke, dena den, batzuk jarraiak edo erdijarriak bezala sailka daitezke.

Eragiketa estrusioa da. Estrusio-makinak plastikoa bonbeatu egiten du molde batean zehar lortu nahi dugun formarekin. Produktu estrusionatuak, hodiak bezalakoak, sekzio erregularra dute. Estrusio-makina horiek beste eragiketa batzuk ere egiten ditu, moldaketaz edo injekzioz.

Beste prozesu batzuetan moldaketak konpresioz egiten dira, presioaren bidez plastikoak era konkretua lortzen du. Kalandratua beste teknika da, horren bidez xaflak lortzen dira.

Aplikazioak

Plastikoak gero eta gehiago erabiltzen dira sektore industrialetan eta kontsumorako sektoreetan.

Plastikoak, paketaketan, etxegintzan, motoreen fabrikazioan, etabarrean erabiltzen dira.

4.1.2.6. Garbikariak

Zikinkeria kentzeko erabiltzen diren substantziak dira. 1940ra arte xaboia zen garbikari nagusia, gaur egun, mota bat besterik ez da. Garbikarien gaiak gainazal aktibeko agenteak edo surfaktanteak deitzen dira, gainazalean eragiten baitute. Garbikariak nahiko molekula handiez osatuta daude (masa molekularra 200 baino handiagoa dute). Molekula parte bat material organikoetan disolbagarria da eta bestea uretan.

Garbikaria honela lortzen dira: konposatu aromatiko bat, bentzenoaren eratorkin bat, azido sulfurikoarekin tratatzen da eta sodio hidroxidoarekin neutralizatzen da, sodio-gatz bihurtuz lortzen da. Horrela, lortzen diren garbikariak ez dira biodegradagarriak; uretan mantendu egiten dira eta ez dira transformatzen beste substantzia disolbagarritan.

Geroago, beste batzuk lortu dira; horretarako, konposatu aromatikoa aldatzen dira eta konposatu linealak, alkiloak erabiltzen dira. Horrela, lortutako garbikariak disolbagarriagoak eta biodegradagarriak dira.