

3. Material konposatu zeramikoa: **Hormigoia**

Arkitekturarako

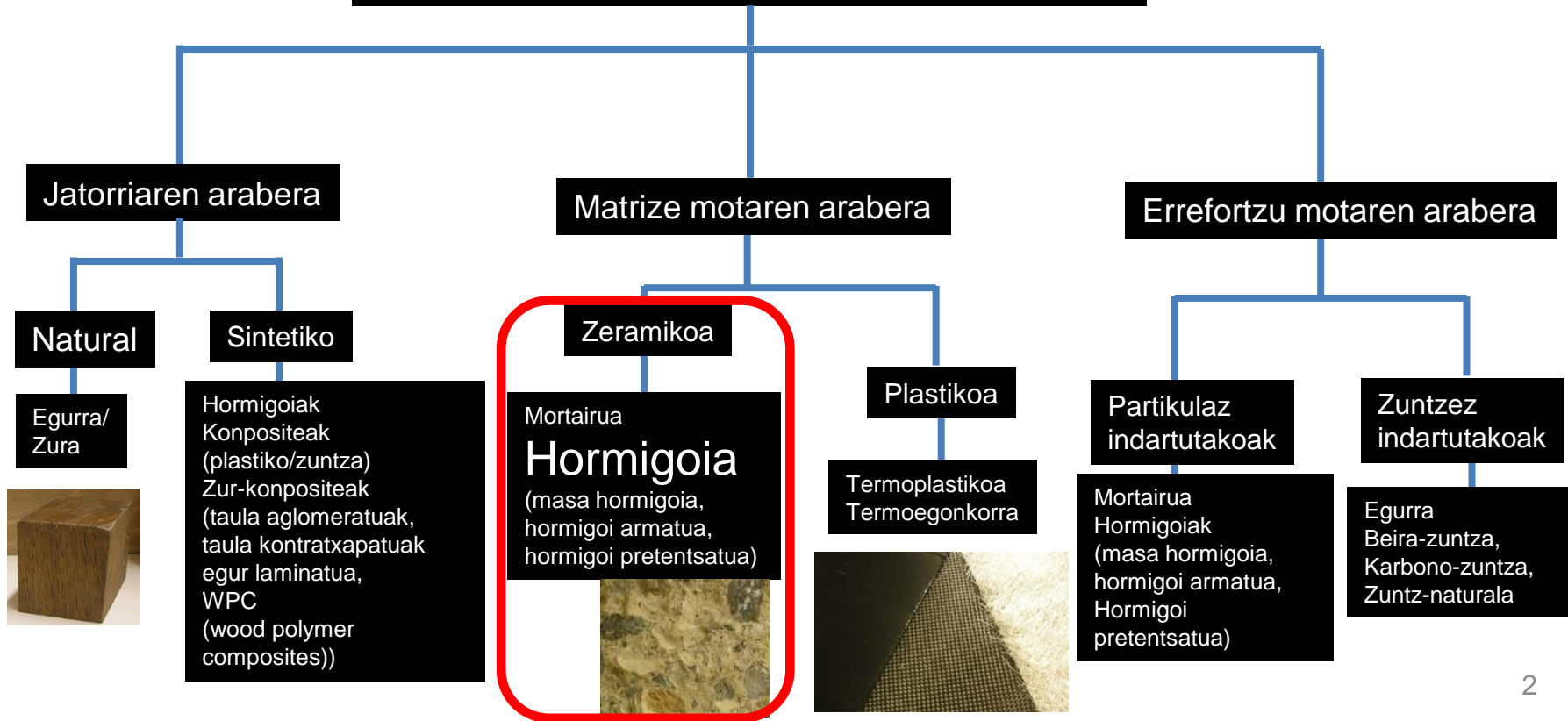
Material Konposatuak

Iñigo Leon

Cristina Marieta

KONPOSATU MOTEN SAILKAPENA ERAIKUNTZAN

MATERIAL KONPOSATUAK/KONPOSITEAK



AURKIBIDEA

3.1. Sarrera

3.2. Hormigoiaaren propietate fisikoak

3.3. Hormigoiaaren dosifikazioa

Bibliografia

eman te zabal 2021



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

GIPUZKOAKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE GIPUZKOA

3.1. SARRERA

Haren kostu txikia dela-eta, **iraunkortasun handia, suaren aurreko portaera eta erresistentzia mekanikoa** dituelako, **hormigoia** materialik garrantzitsuena da eraikuntzan, gainera, bere ezaugarri fisiko-kimikoengatik edozein forma eman dakioko.



Hormigoien sailkapena

Bere **gaitasun erresistentearen** arabera, ondorengo sailkapena egiten da:

- **Masa hormigoia:** Konpresio esfortzuak bakarrik jasaten dituztena. Zementu, agregakinak, ura, gehitzeak eta gehigarrien nahasketa da.
- **Armatutako hormigoia:** Egoki dimentsionatu eta masan egoki kokatutako altzairu barrak dituen hormigoia, **trakzio eta konpresio esfortzu konbinatuak jasateko.**
- **Hormigoi pretentsatua:** Hormigoiaren gogortzearen aurretik, altzairu armadurak trakzio esfortzua jasaten du.



Hormigoien sailkapena

Bere sorkuntzan erabiltzen den zementuaren arabera:

- ✓ **Ohiko hormigoia:** zementu mota bakarra daramana.
- ✓ **Hormigoi mixtoa:** Zementu mota bat baino gehiago erabiltzen dituena.
- ✓ **Hormigoi aeroklusoa:** Bere masan, bolumenean %6-a baino gutxiago, 50-100 mikrako burbuila forman; aire kantitate gehiago duen hormigoia.
- ✓ **Hormigoi zelularra:** Masan uniformeki banatutako burbuila kantitate handia duen hormigoia, oso porotsua izaten dena. Egitura zelular hau lortzeko, burbuilak edo gasak eragiten dituen produkturen bat gehituz lortzen da.
- ✓ **Hormigoi erregaitza:** Tenperatura altu eta tenperatura aldaketekiko erresistentea den hormigoia. Bere konglomeratzaile zementu aluminosoa da eta hartxintzar bereziak eramaten ditu.

Hormigoia: Material konposatua

Hormigoia partikula handiko konposatu arrunta da.

Matrize-fasea eta fase dispersatua material zeramikoak dira.

OSAGAIAK:

Matrizea :

Konglomeratzailea (plastikoa, zementua/ura, etab.) →



Fase dispersatua (errefortzua):

- Agregakinak: harri txintzar fina (harea) eta mardulak →



- Gehitzeak → 

- Gehigarriak

Zementua

Hormigoietan zementu ohikoak erabitzen dira baina baita zementu txuri edo ezaugarri bereziak dituztenak ere erabil daiteke.



Zementua deritzo buztin eta kaliza harriaren nahasketaren kaltzinaziotik etorritako konglomeratzaile hidraulikoei.

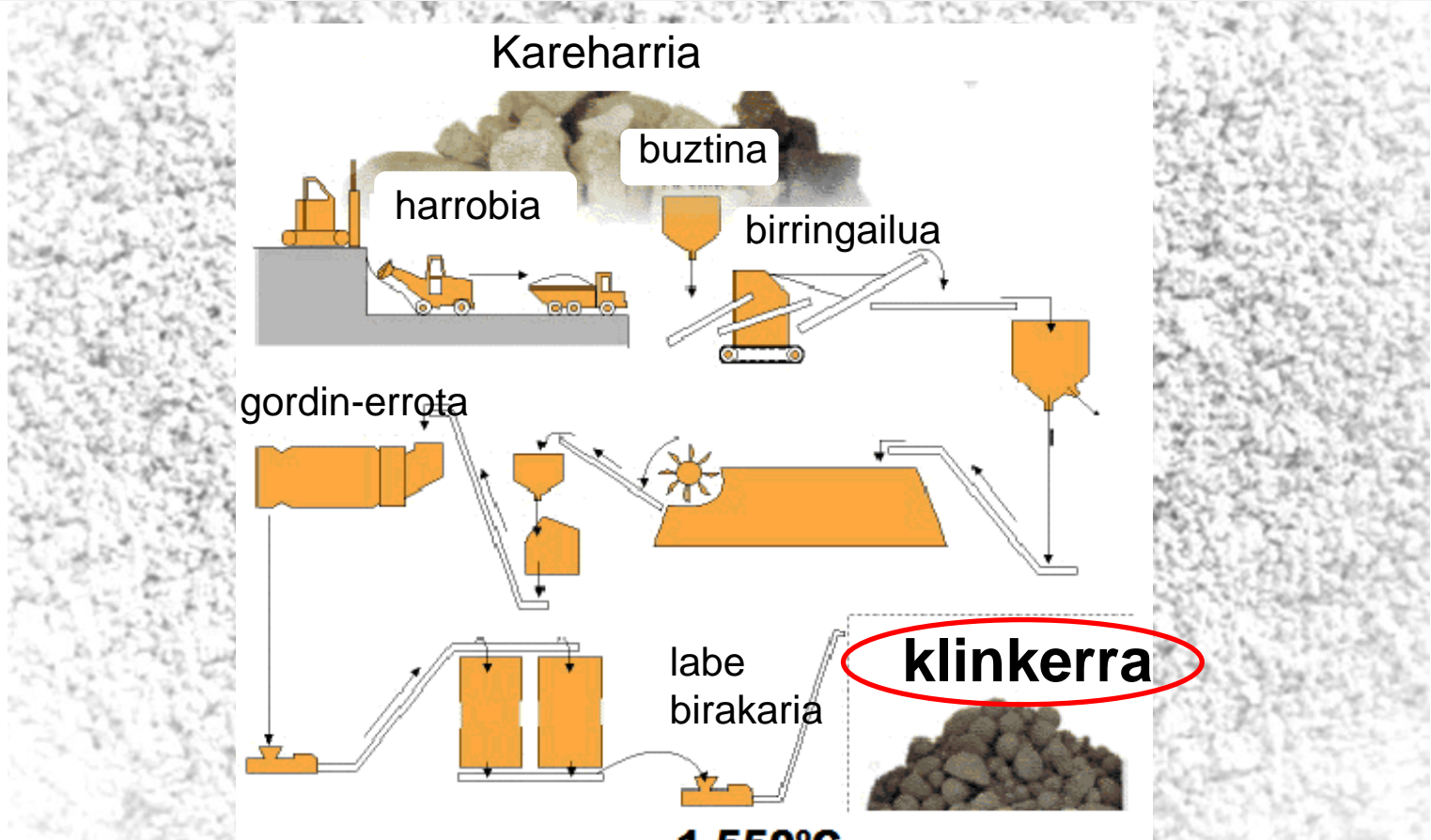
Zementu motak:

- ✓ **Zementu naturalak:** Arroka natural marga baten kaltzinaziotik lortutakoak: karbonato kaltziko eta buztinez osaturiko arroka.
- ✓ **Artifizialak:** Gehien erabiltzen direnak dira: Buztin eta kalizaren nahasketaz lortzen dira eta behin dosifikazio egokia egitean, bukaerako produktua kontrolatua dago.

PORTLAN ZEMENTUA : klinkerra + igeltsua

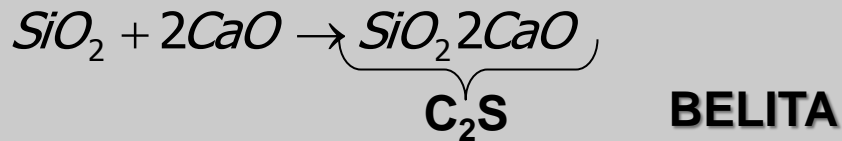
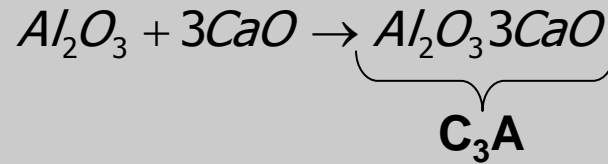
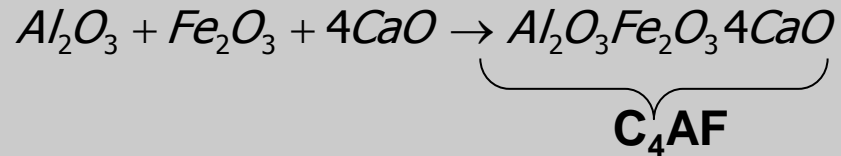
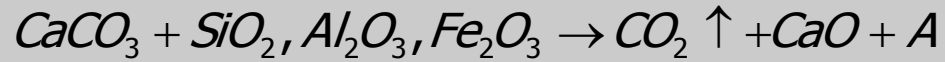
Kaltzioa	silizioa	aluminioa	burdina
kareharria	buztina	buztina	buztina
kalzita	harea	eskistoak	ijezketa-herdoilazal
aragonita	eskistoak	aluminio-mea hondakinak	eskistoak
eskistoak	errauts hegalariak	errauts hegalariak	leherketa-hautsa kareharria
maskorrak	zepak		
zementu-labe hautsa			

PORTLAN ZEMENTUA : klinkerra

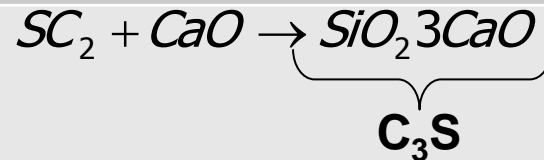


PORTLAN ZEMENTUA : klinkerra

T ≈ 1000°C



T ≈ 1000-1550°C



PORTLAN ZEMENTUA: klinkerra + igeltsua

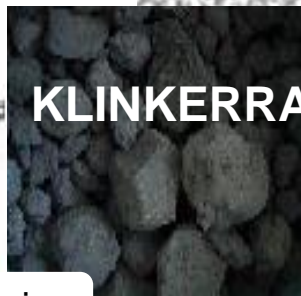
Siloak



IGELTSUA



KLINKERRA



errotaria birakaria

PORTLAN ZEMENTUA



ZEMENTUAREN FRAGUATZEA ETA GOGORTZEA

Zementua urarekin nahasterakoan pasta bat sortzen da eta honek denborarekin **zurruntzeko propietatea du, gogortasun eta erresistentzia jakin bateko solidoa sortu arte.**

Prozesu hau **klinker-aren osagaien eta uraren arteko erreakzio kimikotik** eratorritako prozesu fisiko-kimiko batek eragina da. Fraguatze erreakzioak, egoste prozesuan sortutako konposatu kaltziko **hidratazio erreakzioak dira. Osagaietako bakoitzak, FAC4, AC3, FC2, SC2 eta SC3 hidratazio bat jasaten du** eta beroa askatzen joaten dira, beraz, **erreakzio exotermikoa** da.

Ura

Ura hormigoia oinarriko osagaia da eta bere funtzioaren arabera: **oraketa ura, ondutzea ura eta kontaktu ura:**

Oraketa ura

Hormigoi fabrikatzeko, harritxo, konglomeratzaile, gehitze eta gehigarrien nahasketarako erabiltzen den ura da. Bi funtzio nagusi ditu:

a) **Zementuaren hidratazio prozesuetan parte hartzen du.** Silikato trikaltziko eta bikaltzikoak, silikato monokaltziko hidratatu bihurtzen dira: **tobermorita eta hidroxido kaltzikoak**. Aluminato trikaltzikoak sulfato kaltzikoarekin (igeltsuarekin) erreakzionatzen du eta sulfoaluminato tetrakaltzikoak **ettringita** sortzen da. **Hidratazio prozesu honetan sortzen diren konposatu hauek harritxoaren lotura elementu gisa jokatzen dute.** Horregatik, beharrezko ur kantitatea, zementuaren % 20-22 pisuan izango da.

b) **Masari mugikortasuna emateko**

Ondutzea ura

Hormigoia fraguatua dagoenean, bai zementuaren bero hidratazioagatik bai ingurugiro baldintzarengatik edo elementuaren geometriagatik, ura galtzen du. Horregatik lehen 28 egunetan, oratzea hasi eta 12-24 ordotara ura gehitzen zaio hormigoitari ureztaketa jarraietan. **Ez bada urik gehitzen, hidratazio erreakzioak gelditu egiten dira eta ondorioz ez da gogortzena eta ez dira aurreikusitako erresistentziak lortzen.** Gainera ur gehitze honek, oraketa uraren lurruntze azkarra ekiditen du, uzkurdura pitzadurak gutxituz.

Kontaktu ura

Hormigoian modu iraunkorrean edo zirkustantzialean inguratzen duen ura da. Zubien zapatenak, portuetako egiturenak, depuratzailleenak, etab.-en kasua da.



Agregakinak

Material inerteak dira, izaera inorganikoa dute eta orokorrean, jatorri naturala dute.

Hormigoia lortzeko zementu pastari gehitzen zaizkio. Hormigoia % 80 inguru direnez, bere propietateak mugatzen ditu neurri handi batean. Zementu pastak (zementua+ura) lotura funtzioak betetzen ditu tamaina ezberdinetako harrixintxarrak lotuz (mugerra eta harea)

Hauen prestakuntza eta jatorriak, hormigoia erresistentzia eta iraunkortasuna bermatu behar ditu.



Harrixintarren sailkapena

Jatorriaren arabera

- Naturalak

* Errekarriak, ibaietatik arrastaketa bitartez lortutako harrixintzar eta areak, uraren abiaduraren arabera forma borobildua izan ohi dute eta garbiak izan ohi dira; arro eta depresioetan ere lor daitezke eta forma borobildua izan ohi dute lokatz eta buztinekin.

* Txikitutako harrixintzarrak, arroka kalizen triturazioen ondoan izan ohi dira, kubu formaz.

- Artifizialak fabrikazio prozesu ezberdinetatik eratorriak

* industrien azpiproduktuak: sarra eta besteak kubu edo lamina moduan

* bereziki fabrikatuak harrixintzar arinak, buztin egosiak, polimeroak, etab. forma esferikoa dute. 18



Tamainuaren arabera

HAREA: 5 mm-ko sare tartetik pasatzen den harrixintzarra

hare lodia: 2-4 mm

erdiko hare: 1-2 mm

hare fina: 1-0.063 mm

LEGARRA: 5 mm baino gehiagokoak

FINAK: 0.08 mm-tako sare tartetik pasatzen direnak



Zahorra edo harrixintzar totala: legarra eta haren arteko nahasketa. Ibaietatik eratorritakoek behin finak kenduta (buztina, lokatza, lurra) kribatze prozesu bat jasaten dute eta hormigoia fabrikazio tamainu ezberdinak lortzen dira.

Gehigarriak

- ✓ Hormigoiaaren laugarren osagaia dela esaten da.
- ✓ Hormigoiaari dosi txikietan gehitzen zaizkio eta propietateren bat aldatzen du:
baldintza egokietan, modu egokian, dosi perfektuan harritxintzarren nahasketara, zementua eta urari gehitzen zaio egoera freskoan edo gogortuan:
 - bere ezaugarriak
 - bere propietateak
 - bere portaera eraldatuz

Gehigarriek zentzu positiboan aldatu behar dute eta hobekuntza iraunkorra izango da denboran zehar.

GEHIGARRI BAT DAGO BEHAR BAKOITZARENTZAT

Historian zehar, eraikuntzan, mortairu eta hormigoientzat gehigarriak ezartzea ohikoa izan da: trituratutako adreiluak, arraultz zuringoa, gomak, erretsina naturalak, etab.

Gehigarrien sailkapena

Araudi ezberdinetan, gehigarriak antzera baina modu ezberdinean sailkatzen dituzten:

ASTM; C 494 “Chemical Admixtures for Concrete”:

- A mota: ur murriztailea
- B mota: fraguatzearen atzeratzailea
- C mota: fraguatzearen azeleratzailea
- D mota: ur murriztailea eta atzeratzailea: plastifikatzaileak
- E mota: ur murriztailea eta azeleratzailea
- F mota: efektu altuko ur murriztailea
- G mota: efektu altuko ur murriztailea eta atzeratzailea

3.2. Hormigoiaaren propietate fisikoak

DENTSITATEA

- ✓ **Hormigoi gogortuaren pisu eta bolumenaren arteko erlazioa da.**
- ✓ Balore hau, osagaien proportzioa eta obran ezartzeko moduaren arabera egongo da.
- ✓ **Dentsitatean aldaketak jasaten ditu denboran zehar ondutzea uraren lurruntzea dela eta.** Dentsitate aldaketa % 7 ingurukoa izan daiteke.

DENTSITATEA

Bere dentsitatearen arabera hormigoiak izan daitezke:

- Hormigoï pisutsuak: 2.8 kg/l baino dentsitate handiagoa. Dentsitate altuko harrixintzarrekin lortzen dira. 5 kg/l-rainoko dentsitateak lor daitezke.

- Hormigoï arruntak: EHE agertzen direnak eta 2-2.8 kg/l-ko dentsitatea dutenak. Orokorrean masa hormigoïarentzat 2.3-2.8 kg/l eta hormigoï armatuarentzat 2.58 kg/l

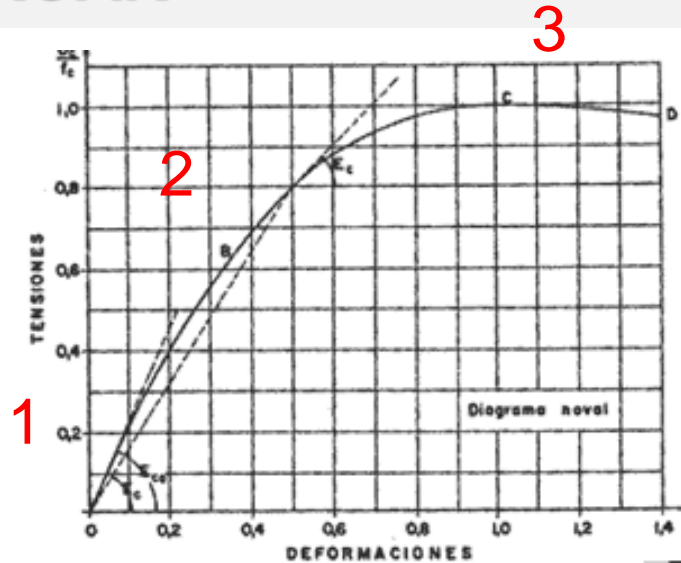
- Hormigoï arinak: 2 kg/l baino dentsitate baxuagoak. Dentsitate baxuko harrixintzarrekin, pomez harria, buztin egosia... edo airea gehituz. 0.5 kg/l-rainoko dentsitateak dituzten hormigoïak lor daitezke isolamendu termikoa eta akustikoa bilatzen denean.

PROPIETATE ELASTIKO ETA PLASTIKOAK

Hormigoia ez da material guztiz elastikoa .

Tentsio-deformatzioaren kurban hiru zati bereiz daitezke:

1. Zonalde zuzena, portaera elastikoa
2. Kurbatua goruntz, balore maximoa arte
3. Kurbatua beruntz, haustura arte



Hormigoiak abiadura arrunteko kargetik izaera hauskorra duen arren, portaera plastikoa du karga denbora luzez dagoenean, materialaren fluentziara iristen da. Hormigoia fluentziara daraman mekanismoa ez da guztiz ezaguna, baina bi fenomenoen arteko konbinaketa dela esan daiteke: zementu pastaren egitura kristalinoaren egokitzea dela eta, oinarritzko fluentzia moduan ezagutzen dena eta bestea hezetasunaren migrazioa dela eta, uzkurdua gehigarria lortzen delarik.

Hormigoia eragina duten faktoreak: zementu mota eta dosia, giro hezetasuna, aplikatutako tentsio magnitudea, hormigoia adina, etab.

KONPRESIO ERRESISTENTZIA

Konpresio erresistentzia, oratutako produktuaren erresistentzia, hausturarainoko konpresio saiakuntzen bidez lortzen da, gutxienez bi laginetan. Laginek 15 cm-ko diametroa, 30 cm-ko altuera eta 28 egunetako adina izan ohi du. Lagin hauek UNE 83301-91 arauaren bitartez prestatzen dira eta saiakuntza UNE 83304-84-ren bitartez.



TRAKZIO ERRESISTENTZIA

Hormigoiaaren erresistentzia mekanikoari buruz hitzegitean, **konpresio erresistentziari buruz hitzegiten da.**

Hala ere, batzuetan trakzio erresistentziaren balorea ezagutzea garrantzitsua izan ohi da armadurekiko atxikidura eta irristakortasuna ezagutzea garrantzitsua denean, baita hormigonatutako elementuaren fisurazioa aztertu nahi denean eta batez ere hormigoizoruetan.

TRAKZIO ERRESISTENTZIA

- Hormigoi baten trakzio erresistentzia ezagutzeko, **flexotrakzio saiakuntza** burutzen da, 4 puntutako flexio saiakuntza eginik UNE 83305-86. “d” aldea duen lagin prismatikoa prestatzen da, 10, 15 edo 20 cm-koa, harritxintzarren tamainuaren arabera eta ertza 4 edo 5 bider “d”.
- Trakzio erresistentzia kalkulatzeko beste metodo bat zeharkako trakzio saiakuntza edo **saiakuntza brasildarra da**. Saiakuntza hau UNE 83-305-86 arauan definitzen da. 15 cm-ko aldea eta 30 cm-ko altuera duen probeta zilindrikoak erabiltzen dira 0.03+/- 0.01 MPa/s-ko karga abiadurarekin.

3.3. Hormigoiairen dosifikazioa

Hormigoiairen **dosifikazioaren** helburua: hormigoiaientzat aurreikusita dauden baldintza betetzeko, ahalik eta modu ekonomikoenean, osatzen duten materialen proportzioak lortzea da. Horretarako lehendabizi **hormigoiak bete behar dituen baldintzak finkatu behar dira.**

Baldintza motak	Erlazionatutako ezaugarriak	Baldintzapeko parametroak
Diseinu baldintzak	Erresistentzia	Zementu mota Ura/zementu erlazioa
Obran erabiltzeko baldintzak	Moldaerraztasuna Jariakortasuna Konsistentzia	Ur dosia Granulometria Tamainu maximoa
Iraunkortasun baldintzak	Ingurugiro baldintzak Atake erasokorrak	Zementu mota Gehigarrien erabilpena Zementu dosi minimoa

3.3. Hormigoiaeren dosifikazioa

DOSIFIKAZIO METODOAK bi taldetan bana daitezke:

➤ Zementuaren dosifikaziotik abiatutako metodoa, baina konsistentzia, harri txintzar tamainu maximoa, harritxintzar mota, barruan gelditutako airea, ingurugiro mota, etab. kontutan izaten ditu: **FULLER-en metodoa eta BOLOMEY-ren metodoa.**

➤ **Erresistentzia mekanikoan oinarritutako metodoa**, batez ere konpresio erresistentzian: **DE LA PEÑA-ren metodoa eta AMERICAN CONCRETE INSTITUTE-rena.**

BIBLIOGRAFIA

1. M. F. Cánovas

Hormigón

Ed. Servicio de Publicaciones E.T.S. Ingenieros de Caminos-Madrid, 1989

2. J. J. Cano

El cemento

Universidad de Almería, 2003