

Treball final de grau

Estudi: Grau en Arquitectura Tècnica i Edificació

Títol: Estudi del comportament tèrmic de la caseïna com a material escumós per la seva aplicació en l'edificació.

Document: Memòria i annexes

Alumne: Cristian Nieto Ruiz

Tutor: Miquel Àngel Chamorro Trenado

Departament: d'Arquitectura i Enginyeria de la Construcció

Àrea: Construccions Arquitectòniques

Convocatòria (mes/any): febrer/2022

Índex.

Índex de Figures.....	04
Índex de Gràfiques.....	07
Índex de Taules.....	08
1. GLOSSARI.....	10
2. INTRODUCCIÓ.	12
3. OBJECTIUS.	13
4. METODOLOGIA	14
5. ANTECEDENTS. Desenvolupament dels materials d'aïllament tèrmics en el sector de la construcció.	15
5.1 Antecedents Històrics.....	15
5.2 Antecedents normatius.	28
5.3 La utilització de la caseïna en el transcurs del temps.	35
5.4 Materials d'aïllament tèrmic.....	43
6. 1ª ETAPA EXPERIMENTAL. Treballs previs a l'experimentació.	49
6.1 Matèria primera. La llet.	50
6.2 La llet contaminada.....	54
6.3 La proteïna caseïna.....	65
6.4 Obtenció de la caseïna.....	71
7. 2ª ETAPA EXPERIMENTAL. Assajos físics i tèrmics de les diferents solucions de caseïna.	77
7.1 Provetes.....	78
7.2 Determinació de densitats.	89
7.2.1 Equip.....	91
7.2.2 Preparació de les provetes.....	91

7.2.3	Procediment.....	92
7.2.4	Resultats	96
7.2.5	Anàlisi de resultats.....	96
7.2.6	Conclusions	97
7.2.7	Densitat relativa.....	99
7.3	Determinació de la porositat i compacitat.....	103
7.3.1	Tècnica empleada TAC	103
7.3.2	Equip.....	104
7.3.3	Preparació de les provetes.	104
7.3.4	Procediment.....	104
7.3.5	Resultats.....	105
7.3.6	Anàlisi de resultats	106
7.3.7	Conclusions de l'assaig.	106
7.4	Determinació de la Conductivitat tèrmiques	106
7.4.1	Determinació	106
7.4.2	Equip: Caixa calenta calibrada	107
7.4.3	Preparació de les provetes.....	111
7.4.4	Procediment.....	111
7.4.5	Fórmules	116
7.4.6	Resultats	121
7.4.7	Anàlisi de resultats.....	130
7.4.8	Conclusions	133
8.	Aplicacions en l'edificació.....	135
9.	Conclusions finals	136
10.	Valoració final.	137

11. Futures línies de recerca.	138
12. Normatives aplicades.....	139
13. Referències Bibliogràfiques.	139
14. Agraïments.....	142
15. Annexes.	143
15.1 Informe experimental.....	143

Índex de Figures

Figura 1: Homes del Neandertal vivien en coves i es cobrien de pells dels animals.....	15
Figura 2: Habitatge de la Prehistòria, principalment fetes de pell, tronc i ossos d'animal.....	15
Figura 3: Habitatge de la Prehistòria, principalment fetes de pell, tronc i ossos d'animal.....	16
Figura 4: El temple de Khonsu (Jonsu) en Karnak, es comença a construir l'any 1150 Ac.....	16
Figura 5: Tipologia d'habitatge a l'època prehel·lènica, l'any 6200 Ac.....	18
Figura 6: Habitatge de 1500 aC, en Akrotiri, de mur de fàbrica reforçada	18
Figura 7: Habitatge etrusca de 400 aC, murs de petits maçoneria	18
Figura 8: Exemple de l'aspecte del mur fet a Opus Caementicium.	20
Figura 9: Exemple de mur fet a Opus Quadratum.	20
Figura 10: Exemple de mur fet a Opus Incertum.....	21
Figura 11: Exemple de mur fet a Opus Reticulatum.....	21
Figura 12: Exemple de mur fet amb Opus Latericum, també anomenat "testa testaceum".....	22
Figura 13: Exemple de mur fet a Opus Mixtum.....	22
Figura 14: La Giralda té una alçada de 96 m., murs de pedra calcària de fins a 2,3 m de gruix	24
Figura 15: Mur de dues fulles de fàbrica amb cambra d'aire.....	25
Figura 16: Tècnica constructiva SATE	27
Figura 17: Definició de NZEBs per cada país.	30
Figura 18: Membres d'ISO.....	33
Figura 19: Membres de la CEE.....	34
Figura 20: Elements decoratiu de French Galalith.....	36
Figura 21: Pintura rupestre trobada a la cova Sibudu, nord d'KwaZulu	38
Figura 22: Tomba capella de Nebamun.....	39
Figura 23: Gustave Klimt, Friso de Beethoven, caseïna sobre mur, 1902	40
Figura 24: Edvard Munch, El crit, oli, temple de caseïna, pastís i llapis sobre taula, 1893.....	41

Figura 25: Producció de cola de caseïna en la última fase.....	42
Figura 26: Els tres mètodes de transferència de calor	48
Figura 27: Vaca amb elevat risc sanitari i perllongat temps de preparació	55
Figura 28: Llencen milers de litres de llet per l'estat dels camins i inundacions.....	56
Figura 29: Principals factors que predisposen a la mastitis	57
Figura 30: Procediments de l'assaig Eclipse.	58
Figura 31. Esquema explicatiu rebuig en explotació	60
Figura 32: Diferents nivells d'organització de les proteïnes.....	66
Figura 33: Desnaturalització de la proteïna.....	67
Figura 34: Micel·la de la caseïna.....	68
Figura 35: Massa de caseïna estesa preparada per a introduir-la al forn.....	73
Figura 36: Massa de caseïna assecada al forn.....	73
Figura 37: Massa de caseïna triturada.....	74
Figura 38: Preparat d'hidròxid de sodi de 40%, 20% i 10% respectivament.....	74
Figura 39: Introducció de la caseïna solidificada i triturada en el tub d'assaig.	75
Figura 40: Provetes amb dosis de caseïna i hidròxid de sodi al 40%, 20% i 10% respectivament....	75
Figura 41: Esquema del procés d'isoelectroenfocament.....	79
Figura 42: Elements de la fabricació del "tap químic".....	81
Figura 43: Resultat del "tap químic".....	81
Figura 44: Mescla de la caseïna en pols amb el preparat de fosfat sòdic.....	81
Figura 45: Representació gràfica canvi d'estat.....	82
Figura 46: Liofilitzador model: de la EPS de la UdG.....	84
Figura 47: Mostra d'assaig ja solidificada amb el liofilitzador.....	85
Figura 48: Mostra d'assaig solidificada i submergida en aigua 5 minuts.....	85
Figura 49: Mostra d'assaig disgregada en aigua passat 24 hores.....	85

Figura 50: Exemple de nomenclatura provetes d'assaig.....	86
Figura 51: Imatge del producte resultant sèrie 1.....	87
Figura 52: Imatge del producte resultant sèrie 2.....	87
Figura 53: Representació gràfica de l'obtenció del producte.....	88
Figura 54: Representació gràfica del diferents tipus de volums que presenta un material.....	90
Figura 55: Procediment per la presa de mesura.....	92
Figura 56: Tomògraf 3D de feix cònic utilitzada en clíniques dentals.....	103
Figura 57: Il·lustració esquemàtica de la geometria del con de feix TAC.....	103
Figura 58: Imatge capturada vista en 2D en planta.....	105
Figura 59: Imatge capturada vista 2d en alçat.....	105
Figura 60: Imatge capturada vista 2d en alçat lateral.....	105
Figura 61: Representació gràfica de la caixa calenta calibrada.....	108
Figura 62: Calorímetre, sistema per mesurar la conductivitat tèrmica en parets i finestres.....	108
Figura 63: Caixa tèrmica calibrada ,equip complet en execució.....	109
Figura 64: Cambra calenta.....	109
Figura 65: Cambra freda.....	110
Figura 66: Regulador de temperatura.....	110
Figura 67: Motlle de fusta porta provetes oberta.....	112
Figura 68: Motlle de fusta porta provetes amb la proveta presentada.....	112
Figura 69: Proveta instal·lada al porta provetes tancada.....	113
Figura 70: Instal·lació del termoparell a la cara calenta.....	113
Figura 71: Instal·lació del termoparell a la cara freda.....	114
Figura 72: Caixa calibrada tancada i en execució.....	114
Figura 73: Registrador de dades avançat SENECA, Z-LOGGER3.....	115
Figura 74: Representació gràfica del flux de calor.....	117

Índex de gràfiques

Gràfic 1: Entregues de llet crua declarades (Tones).....	51
Gràfic 2: Recollida de llet en la Unió Europea (Tones)	52
Gràfic 3: Volum de producció làctics per regions.....	53
Gràfic 4: Producció inicial de llet i productes lactis que es perden o malgasten en les diferents etapes del procediment i regió	53
Gràfica 5: Diagrama de fases de l'aigua (no està a escala).....	83
Gràfica 6: Densitat aparent dels materials aïllants tradicionals utilitzats en edificació.....	98
Gràfica 7: Representació gràfica de la densitat relativa de la 1 ^a solució.....	102
Gràfica 8: Representació gràfica de la densitat relativa de la 2 ^a solució.....	102
Gràfica 9: Representació gràfica del flux de calor.....	122
Gràfica 10: Comportament tèrmic proveta 1.1.1.....	123
Gràfica 11: Comportament tèrmic proveta 1.1.2.....	123
Gràfica 12: Comportament tèrmic proveta 1.1.3.....	124
Gràfica 13: Comportament tèrmic proveta 1.1.4.....	124
Gràfica 15: Comportament tèrmic proveta 1.1.4.....	124
Gràfica 16: Comportament tèrmic proveta 1.1.6.....	125
Gràfica 17: Comportament tèrmic proveta 1.2.1.....	125
Gràfica 18: Comportament tèrmic proveta 1.2.2.....	125
Gràfica 19: Comportament tèrmic proveta 1.2.3.....	126
Gràfica 20: Comportament tèrmic proveta 1.2.4.....	126
Gràfica 21: Comportament tèrmic proveta 1.2.5.....	126
Gràfica 22: Comportament tèrmic proveta 1.2.6.....	127
Gràfica 23: Comparativa de resultats del conductivitat tèrmica sèrie 1.....	128

Gràfica 24: Comparativa de resultats de la transmitància tèrmica sèrie 1.....	128
Gràfica 25: Comparativa de resultats del flux de calor sèrie 1.....	128
Gràfica 26: Comparativa de resultats del coeficient conductivitat tèrmica sèrie 2.....	129
Gràfica 27: Comparativa de resultats de la transmitància tèrmica sèrie 2.....	129
Gràfica 28: Comparativa de resultats del flux de calor sèrie 2.....	129
Gràfica 29: Conductivitat tèrmica del diferents materials de la edificació.....	132
Gràfica 30: Relació de conductivitats tèrmiques i densitats dels materials de la edificació.....	133

Índex de Taules

Taula 1: Materials aïllants tradicionals utilitzats en l'edificació.....	45
Taula 2: Catàleg de materials CTE. Materials aïllament.	46
Taula 3: ReprS. gràfica de la cond. tèrmica dels materials aïllants més comuns en l'edif.....	47
Taula 4: Taula explicativa del rebuig en explotació corresponent a l'any 2016.....	61
Taula 5: Taula explicativa del rebuig en explotació corresponent a l'any 2017.....	62
Taula 6: Taula explicativa del rebuig en explotació corresponent a l'any 2018.....	63
Taula 7: Taula explicativa del rebuig en explotació corresponent a l'any 2018.....	64
Taula 8: Nomenclatura provetes d'assaig.....	87
Taula 9: Lectura de les mesures de les dimensions.....	94
Taula 10: Lectura de les mesures del pes.....	94
Taula 11 : Densitats aparent.	96
Taula 12: Densitat aparent dels materials aïllants tradicionals utilitzats en edificació.....	98
Taula 13: Densitat relativa de la primera solució sobre materials aïllants tradicionals utilitzats en edificació.	100
Taula 14: Densitat relativa de la segona solució sobre materials aïllants tradicionals utilitzats en edificació.	101

Taula 15: Taula de resistències tèrmiques de particions en contacte amb l'aire exterior.....	120
Taula 16: Taula resum de les propietats tèrmiques.....	127
Taula 17: Conductivitat tèrmica del materials utilitzats en la edificació.....	132

1. GLOSSARI

AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación.
BOE	Butlletí Oficial l'Estat.
CE	Comunidad Europea
CEE	Comunidad Económica Europea
CEN	Comité Nacional de Normalització.
CENELEC	Comité Europeu de Normalització Electrotècnica.
CO ₂	Diòxid de Carboni.
CTE	Codi Tècnic de l'Edificació.
CTE DB HE	Codio Tècnic de la Edificació Documento Básico aHorro de Energia.
CTN	Comitès Tècnics de Normlització.
DB-HE	Documentos Básico de ahorro de energia en la edificación.
DEEE	Directiva d'Eficiència Energètica en Edificis.
DIN	Deutsches Institut für Normung (Institut Alemany de Normalització)
EN	Estàndards Europeus.
EPS	Poliestirè Expandit
FEGA	Fons Espanyol de Garantia Agrària.
FIAB	Federació Espanyola d'Indústries de l'Alimentació.
IEC	International Electrotechnical Commission (Comissió Electrotècnic Internacional).
INTI	Institut Nacional de Tecnologia Industrial
ISO	International Organization for Standardization.
LOI	Índex Límit Oxigen.

MAPAMA	Ministeri d'Agricultura i Pesca, Alimentació i Medi Ambient.
NBE-79	Norma Bàsica de la Edificació
NZEBs	Nearly Zero-Energy Buildings.
OHSA	Occupational Health and Safety Assessment Series (Sistemes de Gestió de Seguritat y Salut Ocupacional).
OIE	Organisme Internacional d'Estandardització.
OMS	Organització Mundial de la Salut
ONN	Organismes Nacionals de Normalització.
PFA	Producció Final Agrària
PFG	Producció Final Ramadera
PUR	Poliuretà
PVC	Clorur de polivinil
RD	Real Decret
RITE	Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios.
SATE	Sistem Aïllament Tèrmic Exterior.
TAC	Tomografia Axial Computeritzada
TC	Technical Committees (Comitès Tècnics).
TFG	Treball Fina de Grau
UE	Unió Europea.
UNE	Una Norma Espanyola.
WG	Work Groups (Grups de Treball)
XPS	Poliestirè Extrudit

2. INTRODUCCIÓ

Des dels principis dels temps, l'ésser humà ha tractat de satisfer les seves necessitats en l'entorn en què vivia. Una necessitat fonamental per a l'home ha estat el fet de resguardar-se del fred a l'hivern, del sol abrasador de l'estiu, dels vents i de les pluges.

Al llarg de la història, els elements i les tècniques constructives s'han innovat de forma paral·lela amb l'evolució de l'home; passant de grans blocs de pedra dels temples egipcis, dels gruixuts murs de tres fulls de l'arquitectura romana, fins a arribar a les construccions del dia d'avui al qual s'accentua l'estalvi del material i energia de fabricació; així com la preocupació del medi ambient i les emissions de CO₂ a l'atmosfera a causa del canvi climàtic. El resultat és assolir unes condicions de confort tèrmic / acústic i d'estalvi energètic major.

El camp en el qual ens estem introduint és d'ampli desenvolupament i està en evolució constant. Es genera una gran activitat en la construcció, des de tots els punts de vista: investigació, fabricació i construcció.

Des del punt de la innovació i la recerca, com en el punt de vista de la conservació del medi ambient, aquest Treball Final de Grau (TFG) desenvolupa un nou producte a base d'una proteïna d'origen animal molt comuna i consumida. La finalitat d'aquest projecte és determinar les principals propietats que adquireix el producte. La finalitat, per tant, és fer una primera anàlisi per tal de, en un futur, introduir-lo en l'àmbit de la construcció.

El producte obtingut prové de la proteïna de la llet, la caseïna, provinent de llet contaminada. És a dir, la llet que es considera que no apte per al consum humà per diferents motius. L'aprofitament d'aquesta llet, i basant-se en una transformació del producte a partir de la precipitació àcida, es desenvolupa un polímer d'origen natural que permet l'obtenció d'un producte totalment ecològic. Per a la seva elaboració s'utilitzarà la tècnica de liofilització per a aconseguir densitats baixes sense veure afectada la seva estructura molecular per la influència de líquids.

3. OBJECTIUS

Objectiu Principal.

L'objectiu principal d'aquest treball de final de grau és investigar sobre la conductivitat tèrmica del producte obtingut a partir de la caseïna de la llet, mitjançant el procés de liofilització. La motivació principal és la d'avançar en el coneixement actual dels materials compostos de prestacions d'aïllament tèrmic basats en polímers d'origen animal de manera sostenible, així com a la possible contribució a l'estalvi energètic en edificacions, tant d'habitables com no habitable, existent o de nova construcció.

Objectius Específics

Per a portar a terme aquest estudi, s'incorporaran diferents continguts de caseïna a les diferents solucions per aconseguir un material amb elevades prestacions d'aïllament tèrmic. S'han plantejat els següents objectius específics:

- Desenvolupar i establir un producte elaborat a base de caseïna de llet, aportant diferents solucions.
- Determinar les propietats tèrmiques del material resultant basat en diferents solucions de caseïna. Tanmateix, conèixer el resultat més òptim.

4. METODOLOGIA.

Els assajos sobre els materials d'interès i les seves aplicacions és la part principal de la recerca. L'etapa experimental s'ha portat a terme en tres fases:

A. TREBALLS PREVIS A L'EXPERIMENTACIÓ.

Els treballs previs a l'experimentació compleixen amb dos objectius: el primer és la recerca de la funcionalitat de la caseïna com a bio-polímer i les seves principals propietats generals, descrites en diferents tesis doctorals, diferents articles científics, etc. El segon objectiu rellevant consisteix en la recerca de l'obtenció de la caseïna i aplicar-lo de forma no professional per fer un estudi previ a la fase d'experimentació general.

B. EXPERIMENTACIÓ GENERAL.

De l'anàlisi dels resultats obtinguts en l'etapa A es desenvolupa el mètode d'extracció de la caseïna i l'avaluació del mètode de liofilització que s'utilitza per a l'elaboració de les provetes d'assaig.

Aquesta etapa també es caracteritza per la determinació de diferents tipus de provetes que es diferencien per la concertació de caseïna aportada en cada solució.

C. REALITZACIÓ DELS ASSAJOS.

A partir del producte obtingut es desenvolupa la determinació de les característiques físiques i tèrmiques amb els mètodes d'assaig compatibles amb les mostres, tal com:

- Determinació de densitats aparent i densitat relativa.
- Determinació de porositat i compacitat
- Determinació de la Conductivitat tèrmica
- Determinació de la Resistència i transmitància tèrmica

5. ANTECEENTS. Desenvolupament dels materials d'aïllaments tèrmics en el sector de la construcció.

5.1 Antecedents Històrics

Des dels principis dels temps, l'ésser humà sempre ha vetllat per la protecció de les temperatures extremes, comença a existir la necessitat de defensar-se del fred i protegir-se de la calor. Al llarg de la història, la construcció dels edificis ha tingut com a objectiu la protecció de les persones dels agents atmosfèrics.

Des de la desaparició de la manta peluda dels nostres avantpassats Australopitecs, l'Homo sapiens Neanderthalensis comença a utilitzar la tecnologia amb les pells dels animals, fulles i branques per tenir protecció, confeccionant cabanes de tribus nòmades. Amb el pas dels mil·lennis i fins a l'any 10.000 a C. començaren a utilitzar materials més duradors com l'argila, pedra i fusta treballada; per tal de donar millores importants en l'estabilitat estructural i en el confort a l'interior enfront de les inclemències del temps.



Figura 1: Homes del Neandertal vivien en coves i es cobrien de pells dels animals. Font: <https://www.monapart.com> 25/05/2018



Figura 2: Habitatge de la Prehistòria, principalment fetes de pell, tronc i ossos d'animal. Font: <https://avancetecnologicos02.wordpress.com/> 25/05/2018

Va ser així com les tendes de campanya fetes de pell es varen millorar amb la col·locació d'un peu dret de fusta central. La membrada redueix la velocitat del vent i l'aire de la pell humana, també promou la pèrdua de la calor i controla la transferència de calor pel manteniment dels llamps càlids del sol i l'aire calent protegint-lo del clima fred. L'assentament d'aquestes construccions nòmades se situaren en llocs estratègics com turons i cursos d'aigua. Amb aquestes circumstàncies la

protecció davant les inclemències del temps eren insuficients fins que evolucionaren per ser més acollidores i confortables.

Així i tot, aquestes construccions protegien amb prou feines del rigor del clima i, amb el pas dels segles, van anar evolucionant per ser més acollidores i confortables.

Les construccions a l'antic Egipte, des de l'any 4500 a 30 dC; es caracteritzen per una arquitectura colossal¹, murs de carreus de grans dimensions. Tanmateix, el sol i la calor intensos d'Egipte va ser un factor important per al disseny dels habitatges. Les cases més antigues van ser construïdes de fang i papir. Gairebé totes les cases antigues d'Egipte van ser construïdes amb un sostre pla, probablement per una construcció més simple. Les famílies sovint descansaven, menjaven i dormien en les teulades de les antigues cases egípcies.



Figura 3: Una representació de l'habitatge dels obrers de l'antiga Egipte. Font: <http://egipto.com>



Figura 4: El temple de Khonsu (Jonsu) en Karnak, es comença a construir l'any 1150 aC. marcada per arquitectura colossal. Font: <http://algargosarte.blogspot.com>

On la gent pobra tenia una fulla de maó per a la construcció de les seves llars, la gent rica va usar sovint dues o tres fulles de maó. Els rics van gaudir de la construcció de les seves cases al llarg del riu Nil. L'exterior de les cases estava pintat de blanc per mantenir l'interior més fresc durant el dia. De vegades, els més rics col·locaven a les parets exteriors pedra calcària, la qual cosa causava que la seva casa brillés a la llum del sol. Amb aquesta tècnica de sistemes passius s'aconseguia, d'alguna manera, reflectir els rajos solars i aconseguir unes temperatures més confortables al seu interior.

¹ Arquitectura colossal es caracteritza per les grandíssimes construcció de pedra, on no existeix les proporcions entre les dimensions de l'edifici i la funció que aquest té.

L'arquitectura de Mesopotàmia fa referència a les característiques comunes de les construccions desenvolupades a vora dels rius Tigris i Èufrates des de l'assentament dels primers pobladors, aproximadament l'any 3500 aC, fins a la invasió de l'imperi Persa l'any 538 aC.

Durant aquest període, els habitatges dels primers sumeris, van haver de construir-se sobre la base del jonc i, la seva tipologia, no havia de ser molt diferent de la de les cabanyes, graners i magatzems. Ràpidament, al nord, es comença a construir murs de tancament de tova, consolidant seriosos murs amb gruixos aproximats d'un colze², en funció de l'ample de les portes.

A la nova ciutat de Babilònia, l'any 2000 aC, els habitatges s'agrupaven en grans i sòlides illes de cases. Es definien façanes altes, sense cap més obertura que les portes.

Els murs s'aixecaven amb enorme respecte a la propietat. Les façanes, amb escasses finestres, molt petites i obertes a la part més alta del mur, o sense elles, poden qualificar-se com a cegues. L'absència de finestres no ha de sorprendre'ns doncs, en el clima local, de forta exposició diürna i nits fredes, l'edificació havia de defensar-se del sol mitjançant murs, desenvolupant-se al voltant de petits patis i actuar, durant el dia, com un acumulador de gran inèrcia tèrmica per aconseguir la inversió tèrmica nocturna, radiació cap a l'interior en les fredes nits. En general eren de tova, encara que ja hi havia maons cuits, ells no els utilitzaven per a aquests elements massius on, el maó assecat al sol i fins i tot el maó fresc, eren els materials freqüents.

Com ja hem assenyalat, durant el dia havien de proporcionar ombra al pati i acumular la calor que, durant la nit freda, introduïrien en l'edificació. També per causa de l'assolellat clima, els murs a més d'elevat-se en excés, es mantenien cecs o amb diminutes troneres situades en la part més alta d'aquests.

A l'època Prehel·lènica, cap a l'any 6200 aC, A Macedònia apareix l'habitatge més estable. Els murs els construïen de fang on al seu interior s'acomodava una estructura de branques molt ben enllaçades, probablement de llorer, els gruixos dels quals solien arribar als 50 cm. La coberta vegetal, protegida o aglomerada amb fang, es conformava a quatre aigües.

² La dimensió d'un colze en l'antiguitat, es determinava per la dimensió de l'extrem de la mà cap al colze del mateix braç, és a dir, un 48,6 cm.



Figura 5: Tipologia d'habitatge a l'època prehel·lènica, l'any 6200 Ac. Font: apunts de classe d'Història de la construcció.

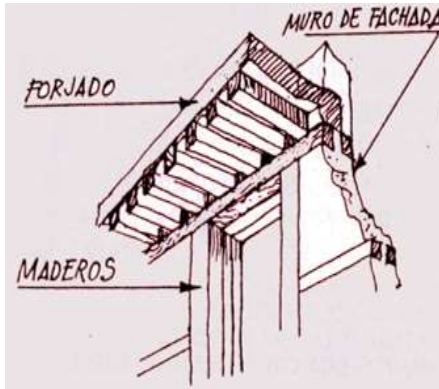


Figura 6: Habitatge de 1500 aC, en Akrotiri, de mur de fàbrica reforçada amb taulons, mamposteria de pedra revestida amb morter de calç. Font apunts d'Història de construcció.



Figura 7: Habitatge etrusca de 400 aC, murs de petits maçoneria reforçats amb fusta, o filades de tova, revestides amb fang. Font apunts d'Història de construcció.

Ja l'any 3000 aC, els habitatges, molts d'ells encara aïllats. Les fàbriques que conformaven els murs dels palaus eren de pedra, blocs aglomerats amb fang, en general, es tractava d'un aparell de petits blocs agafats amb fang i col·locats mantenint les filades. Es comencen a construir murs amb fàbrica de maçoneria i es van reforçant amb fustes horitzontals i verticals a manera d'encadenats mecànics. Aquesta tècnica ha arribat fins al dia d'avui només canviant la fusta pel formigó. S'utilitzava la pasta d'argila fluida com a morter o aglomerant de la maçoneria. S'utilitzava el morter de calç per a fer revestiments exteriors i guix per a revestiment interior.

Cap a l'any 200 aC, a la casa grega, en alguns casos, els murs perimetrals externs eren de fàbrica de pedra, però en general, tots els murs eren de tova, és a dir, maons encara sense coure.

L'habitatge etrusc, al voltant l'any 400 aC, quedava consolidada per servir de model d'habitatge. Els murs de l'habitatge, inicialment es van aixecar en pedra, en una maçoneria molt irregular de petits blocs reforçats amb fusta i, encara que no concebessin un altre material per a la necròpoli, no va ser la pedra sinó el maó el material més utilitzat pels constructors etruscs, que aviat van aixecar els seus murs amb filades de tova. En tots els casos, els murs quedaven revestits amb fang.

Malgrat la diversitat d'elements que assaja i divulga l'arquitectura romana va ser el mur l'element fonamental de la seva tecnologia constructiva. El mur, de gran gruix, es perllongava o s'unia amb l'element cobertor sense solució de continuïtat.

Inicialment Grècia, Síria, Egipte i els altres pobles del Mediterrani (excepte Roma) va construir amb murs d'una fulla, és a dir, mantenint un aparell homogeni de pedra o de maons en tot el gruix del

mur, però la gran novetat de l'estructura mural romana apareix quan es descobreixen les propietats del morter o argamassa putzolànica. Ara, el mur es constitueix mitjançant tres capes. La fulla central, que ocupa la major part del gruix del mur, s'integra per un potent nucli portant (opus caementiciun) mentre que les exteriors (opus testaceum o d'altres) adopten les funcions pròpies de les superfícies d'un encofrat perdut.

Opus Caementicium.

Es definia així a l'argamassa que s'aconseguia a partir de calç obtinguda de la pedra de putzolana. La mescla de sorra amb putzolana molturada i calç, originava un morter al qual se li incorporaven àrids en l'execució. Constituïa el nucli dels murs i dels arcs de dimensions considerables. Com a plementeria o capa de trasdós de les voltes i cúpules romanes, va constituir l'estructura mecànica fonamental.

Aquest morter, que es va generalitzar des dels començaments del segle II aC va suposar un sistema econòmic i definitiu per a pretensions expansionistes que haurien d'arribar amb els temps de l'Imperi.

Opus Siliceum.

Consta d'un conjunt de fàbriques resistents amb grans blocs amb diferents dimensions. Les pedres són allisades en la seva cara externa per definir la verticalitat i estètica del mur, alhora que són concertades i gairebé engalletades (preparades o arreglades per al seu millor seient i ajust), per organitzar un mur de rudes carreus col·locats en sec. Aquestes fàbriques ciclòpies, primitives i rudes, eren apropiades per a muralles i fonamentacions, però més tard es van ser consolidant a la construcció pública i domèstica disminuint la grandària dels carreus i blocs, i homogeneïtzant les formes d'aquests. Així de l'aparença ciclòpia informe, es va passar a la d'una fàbrica poligonal irregular, i d'aquí a la poligonal regular, per aconseguir la seva major cura i mestratge en l'elaboració d'una maçoneria trapezoidal regular.

Opus Quadratum.

Es donava aquest nom al conjunt de murs resistents compostos per blocs, més o menys, ben escairats i regulars. D'aquesta manera l'altura del carreu o de la filada podia mesurar 61,5 cm o 59,2 cm segons es treballés amb el peu itàlic o amb el peu romà (el peu itàlic era de 30,8 cm i el peu romà mesurava 29,6 cm). La longitud del carreu es movia entre els 3 peus i 3/1/2 peus; el gruix feia

entre 0,8 peus i 1/1/2 peus. Resultaven carreus freqüents els: 106x61x53cm³ i 91x61x30 cm³ en el primer supòsit i els: 89x59x41 cm i 89x59x27cm en el segon.

Per travar els carreus en el mur es col·locaven peces de traves (mostrant la cara menor a l'exterior del parament) i, fins i tot filades completes d'aquests carreus travessats en tota l'amplada del mur.

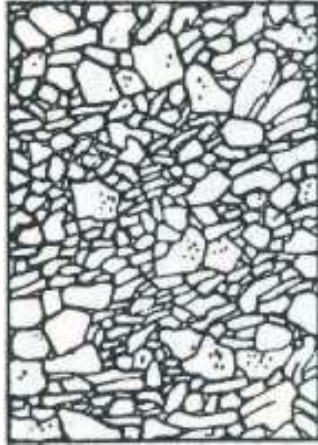


Figura 8: Exemple de l'aspecte del mur fet a Opus Caementicium. Font: <https://www.romanoimpero.com/2012/03/cementum-romano.html>.

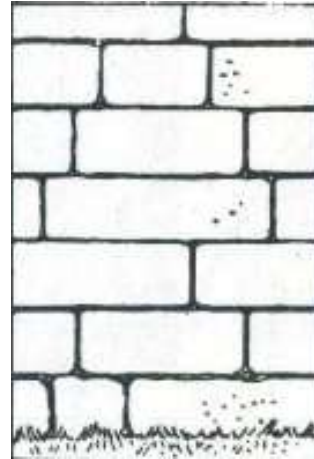


Figura 9: Exemple de mur fet a Opus Quadratum. Font: <https://www.romanoimpero.com/2012/03/cementum-romano.html>.

Opus Incertum.

És una fàbrica de carreus irregulars, generalment de pedra porosa, col·locats amb abundant morter. Es va generalitzar en temps de Sila i, per ser econòmica, era freqüent la construcció tant d'edificis públics com a l'arquitectura domèstica. En moltes ocasions, constituïa la plementeria o farcit de les parets d'estructures creuades per fustes (opus craticium).

Opus Reticulatum.

Es tractava d'una fàbrica mixta la qual lluien un reticle diagonal, molt regular, formada per les bases de petites piràmides molt pronunciades o peces dura de tova o pedra volcànica que, a manera d'incisius, quedaven ancorades a l'opus caementicium intern. Aquesta fàbrica era laboriosa i de difícil execució, en conseqüència bastant cara, per la qual cosa va quedar limitada a edificis luxosos. Aquests paraments havien de ser emmarcats per l'opus latericium.

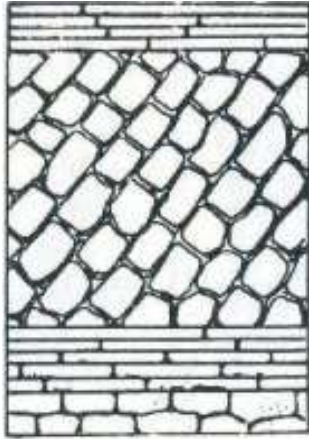


Figura 10: Exemple de mur fet a Opus Incertum. Font: <https://www.romanoimpero.com/2012/03/cementum-romano.html>.



Figura 11: Exemple de mur fet a Opus Reticulatum. Font: <https://www.romanoimpero.com/2012/03/cementum-romano.html>.

Opus Latericium

Es diu així a l'aparell de maó, també denominat com "opus testaceum" i que atén tant al constituït íntegrament per maons "lateres", com a l'aparell mixt de nucli caementicium i paraments latericium. En el primer cas el mur es constituïa mitjançant peces quadrades, grans i petites, en una combinació que avui ens semblaria, aparell anglès. És a dir, com d'una filada col·locada al través ("tizón") i la següent o anterior al llarg ("soga"). En el segon cas, els maons eren triangulars i es col·locaven ficats al llit sobre ampli jaç de morter, amb la diagonal al parament i l'angle recte assenyalant cap a l'interior o nucli del mur. Amb prou feines col·locades poques filades de maó a ambdues cares del mur, s'omplia l'interior amb morter i es col·locaven els àrids (opus caementicium). Aquesta fàbrica mixta era més cara que l'opus incertum, i sent més barata que l'opus reticulatum, era la millor des del punt de vista de la durabilitat i de la capacitat mecànica. No obstant això, per la seva laboriositat, semblava més elegant i preferida l'opus reticulatum. De totes maneres tant l'opus incertum com l'opus reticulatum requerien ser rematats, a les cantonades de l'edifici, per un d'opus latericium.

L'"opus spicatum" era un latericium testaceum, en el qual els maons mostraven la testa col·locada a espina de peix, o cosa que és el mateix, a espiga de blat. Resultava un bon aparell per a sòls i, en murs resultava molt decoratiu. En molts pobles d'Andalusia encara se segueix pavimentant, amb aquesta tècnica, patis i carrers per als vianants.

Opus Mixtum

Van prendre aquest nom totes les fàbriques que es bestien acordant materials diferents. De les moltes combinacions que un pot imaginar-se o suposar, és freqüent trobar-se un opus incertum acabat en les seves cantonades amb un opus latericium. De la mateixa forma, trobem l'opus reticulatum emmarcat en un aparell de maó i igualment l'aparell maó "opus testaceum" podia trobar el reforç de les cantonades de l'edifici mitjançant un opus quadratum isodom. Atenent la constitució interna de la fàbrica, també un opus caementicium formava, amb un aparell extern de maons triangulars, un opus mixtum.



Figura 12: Exemple de mur fet amb Opus Latericium, també anomenat "testa testaceum". Font: <https://www.romanoimpero.com/2012/03/cementum-romano.html>.

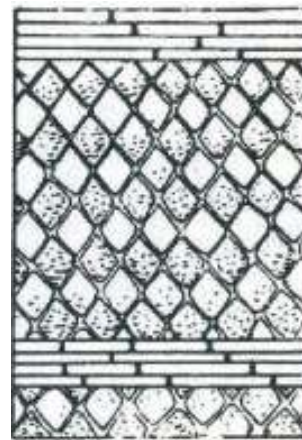


Figura 13: Exemple de mur fet amb Opus Mixtum. Font: <https://www.romanoimpero.com/2012/03/cementum-romano.html>.

Opus Signinum

En principi es tractava d'un paviment impermeable, destinat al sòl de les cisternes, banys, canals d'aqüeductes, clavegueres, terrasses i a qualsevol espai destinat a contenir o conduir aigua. Per a la seva execució es preparava un morter amb una part de calç de Tibur (Tivoli), una part de sorra fina de riu, i una tercera part de pols de maó de Signia. En aquestes bòbiles, els maons es coïen a alta temperatura i aconseguen un bon grau de vitrificació.

El paviment d'"opus signinum" es feia en tres capes que disminuïen els guixos. La primera o inferior s'armava amb rebles d'aquests mateixos maons. La segona capa, de menor gruix, es realitzava amb el mateix morter, però els rebles de maó eren de menor grandària i en la tercera capa, bastant

més fina, desapareixien els àrids o rebles. Encara rebia, la superfície, una capa de refí o tractament d'acabat que es brunyia.

Més tard aquest tipus de paviment es va generalitzar en els sòls de les cases i, sobretot, en els dels jardins. De vegades se substituïa la pols de maó de l'última capa per pols de marbre per procurar-se un acabat més blanc.

Opus Sectile.

Es denominava així l'acabat que resultava quan en un paviment constituït pel morter descrit com a opus signinum, s'incrustaven peces de pedres acarades o marbres de diversos colors per formar combinacions geomètriques. Generalment, es conformaven peses quadrades dibuixant casernes i deixant respirar l'opus signinum del fons.

Opus Marmóreum

Era la pasta preparada amb calç de Tibur i pols de marbre (estuc), que constituïa un finíssim acabat amb el qual es revestia l'"Opus tectorium" o morter de calç i sorra que imprescindiblement revestia uniformement a les fàbriques dels murs.

Opus Albarium

Va ser el nom que rebia la pasta de calç grassa, molt batuda i garbellada, amb la qual es blanquejaven els murs i sobre la qual es pintaven els frescos.

Opus Musivum.

Amb aquest nom es designava a un paviment constituït per tesselles (tesserae), petits paral·lelepípedes de pedres o vidres de colors, que proporcionaven a terra i a les parets de determinades habitacions, una composició pictòrica (mosaic) amb elements, greques i figures, de traça orientaltzant. També prenia el nom d'opus vermiculatum.

En els murs de la casa romana es van donar tota la varietat de fàbriques, no obstant això, el més freqüent és trobar el mur de tova de dos peus de gruix, amb abundant morter en les seves juntes. També és freqüent l'opus caementicium, amb reforços de dobles filades de tova.

Arribant a l'edat mitjana, varen tornar a confiar en la inèrcia tèrmica augmentant el gruix dels seus murs de pedra, utilitzant la tècnica de la inversió tèrmica. A l'època Hispanomusulmana es poden observar, en obres tals com la Mesquita de Sevilla, la Giralda, murs de pedra calcària amb gruixos de 2,3 metres, o com també es troba els murs de carreus de pedra calcària del palau de Madina Al-Zahra³ que arribaren a 1,05 metres.



Figura 14: La Giralda té una alçada de 96 metres, murs de pedra calcària de fins a 2,3 m de gruix. Font: <https://es.wikipedia.org/wiki/Giralda>

Al mateix temps que augmentaven el gruix dels murs per a aconseguir una certa inèrcia tèrmica, en els habitatges, incorporaven els animals a l'interior de les seves construccions. Aquesta decisió comportà el risc d'encomanar la pesta, els animals quedaven a refugi allotjat a la planta baixa de l'edifici. Amb aquesta distribució aconseguien irradiació de calor a la planta superior, que afegint el foc de la llar, ajudava a temperar els habitatges.

³ Situada a uns 8 quilòmetres a l'oest de Còrdova, en les últimes derivacions de Serra Morena.

Al seu torn, en gran part del món, l'arquitectura tradicional, amb canvis molt lents i adaptada a la seva regió natural, ha continuat apostant per murs de terra, tapial o tova que, a més d'actuar com a sistema estructural, donaven confort tèrmic a les construccions.

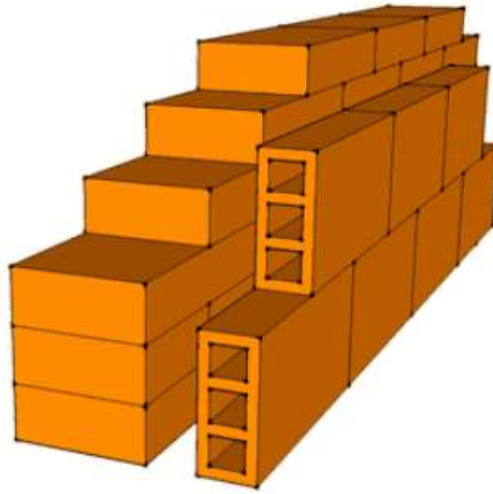


Figura 15: Mur de dues fulles de fàbrica amb cambra d'aire. Font: http://www.oficad.com/apuntes/grosors_de_pared.htm

En qualsevol cas els sistemes d'aïllament tèrmic de façanes, teulades o terrasses, tal com els coneixem avui, no va començar a idear-se fins al segle XIX, amb l'arribada de la revolució industrial i el domini de la tecnologia.

El mètode típic de construcció de la paret es va crear l'any 1889, en el nord-oest d'Europa, en el que constava d'un mur exterior amb dues capes de maó, deixant entre ambdues una cambra d'aire que permetia la circulació de l'aire en el seu interior i reduïa els problemes d'humitat per condensació. Per primera vegada es construïa dues fulles, en l'interior amb una secció superior per suportar la capacitat portant i, una altra exterior, que tancava l'edifici.

Aquesta tècnica es va estendre àmpliament a partir de la dècada de 1914 on, Alemanya va ser pionera en l'ús d'un material aïllant com la fibra de vidre, però no va ser fins que no es va acceptar la idea de col·locar material aïllant en la cambra d'aire entre els dos paraments que conformava ara la pell de l'edifici. En alguns primers exemples, es van usar pedres per unir les dues fulles de la paret de la cavitat, mentre que al segle XX es van utilitzar els llaços metàl·lics. Inicialment, els amples de cavitat eren extremadament estrets i es van implementar principalment per evitar el pas d'humitat a l'interior de l'edifici.

Un clar exemple, de l'ús pioner de l'aïllament, el trobem a la casa 20 de Walter Gropius, dins de l'exposició Weissenhof. En ella, s'utilitza en façanes fines làmines de *Fonitram*⁴ acompanyades d'un aïllament de fibra de vidre, estucat per l'exterior⁵.

A partir de l'arribada de l'arquitectura moderna és quan les façanes de dues fulles de maó i amb cambra d'aire en l'interior comencen a ser objecte de millora i innovació, escollint els materials i gruixos per tal d'adequar-la a la secció més òptima. D'alguna manera les construccions que es coneixien fins ara deixaven de banda la importància del gruix dels murs de pedra per donar pas a la importància a la capacitat d'aïllament de les noves làmines per tal de millorar el confort i l'estalvi energètic.

Ja immersos al segle XX el desenvolupament de la tecnologia es torna fonamental per a la cerca de la temperatura adequada dins dels edificis en totes les estacions de l'any⁶. Òbviament, aquests avanços van ser lents, ja que la tecnologia encara no havia arribat a l'evolució contemporània d'aquesta època. Els primers intents de construir edificis amb l'objectiu de millorar les condicions tèrmiques de l'interior van deixar molt a desitjar. En la majoria dels casos, acabaven per aparèixer problemes d'humitats, ja que els sistemes d'aïllament tèrmic o impermeabilització eren pobres o ineficaç. Aquestes solucions constructives, amb serioses mancances, com a abundants ponts tèrmics, donaven massa infiltracions d'aigua i humitats que retardaven el confort que avui coneixem com a habitual.

En realitat, no era tant problema del material, sinó dels sistemes constructius i l'aplicació d'aquests, executats per una encara poc especialitzada mà d'obra.

Es ven bé a finals del segle XX quan es comença a popularitzar la concepció de procurar una menor despesa energètica, procurant un bon aïllament. Aquesta optimització s'aconseguirà estudiant les possibles patologies o la localització dels ponts tèrmics.

Amb l'arribada de la norma NBE-79, que servirà també per vetllar altres aspectes fonamentals, a part dels aspectes tèrmics, com són les condensacions que afecta a l'edifici i les condicions d'habitabilitat. Principalment fenòmens com la condensació en els tancaments exteriors. Aquests problemes de condensacions, amb millores d'adequació de l'aïllament, es comença a solucionar

⁴ Sistema de tancament en què consisteix làmines planes fabricades en ciment amb una fira molt fina de fusta

⁵ E. S. López.

⁶ La temperatura ideal de confort és de 22 °C a l'hivern i 25 °C a l'estiu.

col·locant l'aïllament en la fulla interior i, d'aquesta manera, proporciona una evacuació de l'aigua generada i/o l'evaporació per la cambra ventilada.

No va ser fins més tard el 2006, amb l'aparició del CTE, quan les exigències comencen a tenir major importància. Aquesta nova normativa reclama un major gruix d'aplicació fins al moment, per tal d'acabar amb els problemes econòmic que tant afligeix la combustió fòssil.

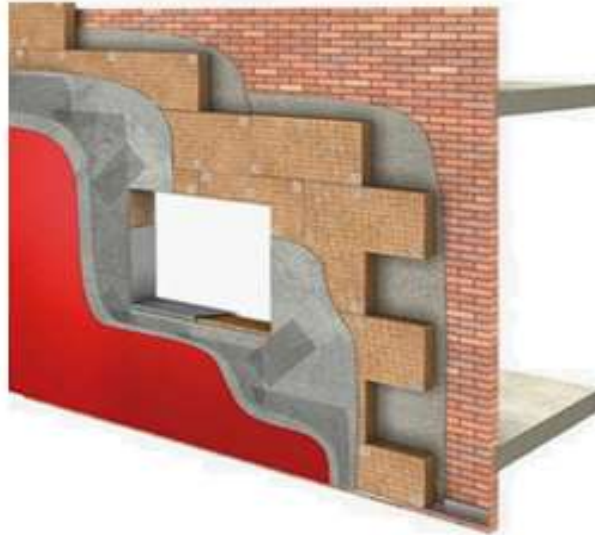


Figura 16: Tècnica constructiva SATE Font: <https://www.rtarquitectura.com/aislamiento-termico-por-el-exterior-sate/>

A finals del segle XX, i fins avui dia, s'ha anat desenvolupant noves tècniques constructives i nous sistemes en els quals es vetllarà per un correcte i eficient aïllament tèrmic de l'envolvent de l'edifici, com per exemple, les façanes exteriors ventilades o sistema SATE⁷. Amb aquesta tècnica ja no és necessari la formació de dues fulles de maó, com es construïa fins ara, sinó una sola i, fins i tot, es pot utilitzar tancaments de cartó-guix tractats. L'objectiu principal és ancorar tota superfície de l'envolvent, incloent-hi tots els cantells dels forjats, eliminant tots els ponts tèrmics i reduint al mínim el risc de condensacions.

Amb les noves exigències d'avui dia, l'aïllament tèrmic té cada vegada un pes més important a l'hora de projectar noves edificacions, per tal d'aconseguir, certificacions que avalin els nous conceptes d'edifici d'energia gairebé nul·la. Tanmateix, convé, a més de gastar el menys possible, ser molt cauts amb els recursos usats, intentant generar la menor quantitat de residus.

⁷ Sistema Aïllament Tèrmic Exterior. Són solucions constructives estudiades per revestir els edificis i adequar-los a les noves necessitats d'estalvi energètic

5.2 Antecedents normatius.

Antecedents en les Directives d'eficiència energètica en edificis.

La primera i principal normativa en l'àmbit europeu és la DEEE. Aquesta garanteix el compliment dels objectius fixats per la UE respecte a l'edificació. Aquesta norma nomena una sèrie de temes que ha de vetllar, com és:

1. Contenció d'emissions de gasos d'efecte hivernacle;
2. Consum energètic i eficiència energètica
3. Generació d'energies a partir de fonts renovables.

Per tant, apareix la Directiva 93/76/CEE, aprovada en setembre de 1993 per la Comissió Europea, en la que es demana de manera voluntària als Estats Membres de la UE la millora de l'eficiència energètica dels edificis com també la reducció de les emissions de gasos de diòxid de carboni per tal de reduir l'efecte hivernacle. Per aquestes millores proposa mesures relacionades amb:

- La certificació energètica dels edificis.
- L'aïllament tèrmic dels edificis de nova construcció.
- La inspecció periòdica de calderes.

Quasi una dècada més tard, apareix la Directiva 2002/91/CE, entrant en vigor el 4 de gener del 2003 i l'obligatorietat de compliment pels Estats Membres de la UE el 4 de gener de 2006. Aquesta compromet a la UE a reduir les emissions de CO₂ un 8% en 2010.

Aquestes noves mesures per edificis d'obra nova o existents que siguin reformades a grans trets, exigeix uns requisits mínims d'eficiència energètica que, per a ser avaluada, haurà de desenvolupar una metodologia de càlcul en cada país de la UE per tal de tramitar un certificat d'eficiència energètica per a tots els edificis construïts, establint el mateix com a obligatori per vendre o llogar l'immoble.

Tanmateix, queda alliberada d'aplicació, en els d'Estats Membres, d'aquests criteris les diferents categories d'edificis⁸:

- Edificis i monuments oficialment protegits pel seu valor arquitectònic o històric, quan el compliment obliga a alterar l'aspecte o caràcter.
- Edificis utilitzats per a culte o activitats religioses.
- Construccions provisionals amb una durada igual o inferior a dos anys, Instal·lacions industrials, tallers i edificis agrícoles no residencials de baixa demanda energètica i edificis agrícoles no residencials que estiguin sent utilitzats per a un sector cobert per un acord nacional sectorial sobre eficiència energètica.
- Edificis residencials que estiguin destinats a utilitzar-se durant un temps inferior a quatre mesos a l'any.
- Edificis independents amb una superfície útil inferior a 50 m².

Ja en març de 2006, s'aprova a Espanya, mitjançant el RD 314/2006 (BOE 28/03/2006), CTE 2006 on queda reflectit en el DB-HE. Aquesta té l'objectiu d'augmentar les exigències quant a eficiència energètica per als edificis d'obra nova, així com en edificis que siguin reformats. Per aquests últims, la seva obligatorietat dependrà de la tipologia de la intervenció o el grau de protecció dels edificis en qüestió. És a dir, el DB-HE s'entén com a un primer pas a la construcció més sostenible, susceptible de millorar en molts conceptes.

Un any més tard, juliol de 2007, es va derogar el RD 1751/1998 pel nou RD 1027/2007 (BOE-A-2007-15820), el RITE, amb exigències relacionades amb la millora del rendiment energètic en els equips de climatització, una millor regularització, control i compliment de les condicions de disseny previstes en els locals climatitzats, així com recomanacions relacionades amb la utilització d'energia renovables disponibles, com energies solar i biomassa, entre altres.

La Comissió Europea va publicar, el març de 2010, l'Estratègia Europea 20-20-20. Aquesta estratègia té el compromís per, l'any 2020 per tots els Estats Membres de la Unió Europea, adoptar mesures per reduir un 20% els gasos d'efecte hivernacle (per sota dels nivells de l'any 1990). Les

⁸ Directiva 2002/91/CE del parlament europeu i del consell de 16 de desembre de 2002 relativa a l'eficiència energètica dels edificis.

energies renovables cobreixin el 20% del consum d'energia i una reducció en un 20% del consum de l'energia primària, entre altres mesures socials.

El juny del mateix any, la CE publica la nova Directiva 2010/31/UE, en relació amb la millora del rendiment energètic dels edificis. Aquesta nova Directiva estableix pautes més exigents per a la millora de l'eficiència energètica, d'obligat compliment a la renovació de l'envolvent dels edificis existents o a les seves instal·lacions tèrmiques (sistemes de calefacció i refrigeració, etc.), sempre i que les reformes dels edificis siguin superior al 25% del valor dels edificis sense terreny o superiors al 25% de la superfície de l'envolvent del edifici. En aquesta directiva es determina el concepte de "l'energia quasi nul·la" (NZEBs), com a referència per a les construccions futures.

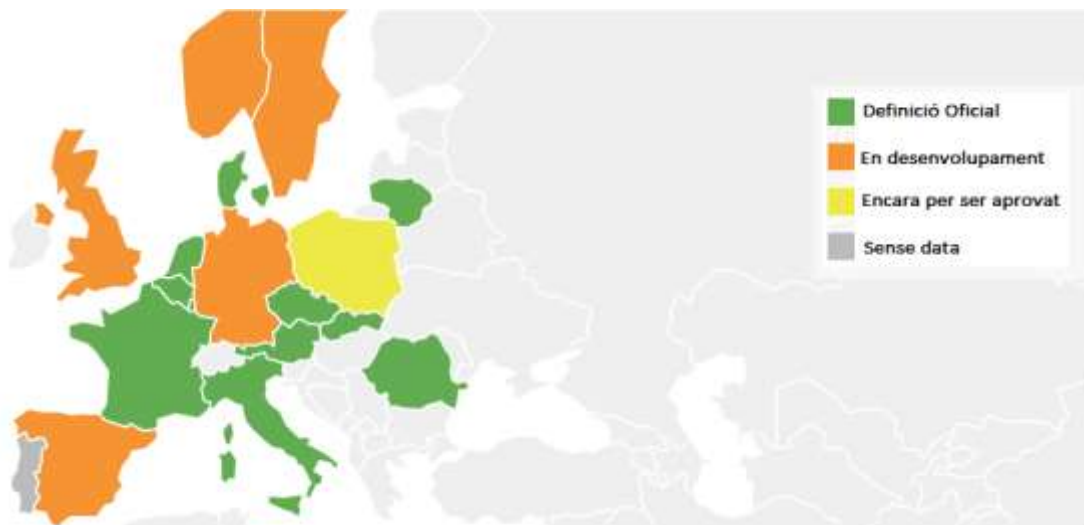


Figura 17: Definició de NZEBs per cada país. Font: <http://www.zebra-monitoring.enerdata.eu>

Posteriorment, l'any 2012, la CE aprova la Directiva 2012/27/UE d'Eficiència Energètica, amb l'objectiu d'assegurar que els països membres de la UE puguin complir amb l'estratègia 20-20-20, amb més exigències per l'any 2020.

En aquesta Directiva, la quantitat quasi nul·la o molt baixa d'energia requerida haurà d'estar coberta, en molt àmplia mesura, per energia procedent de fonts renovables, inclosa l'energia procedent de fonts renovables produïda "in situ" o a l'entorn. Els estats membres de la UE hauran d'augmentar el nombre d'edificis tipus NZEB fins que acabi per ser un estàndard obligatori per l'any 2020.

L'àmbit espanyol es preveu que en la tercera revisió del CTE, que serà aprovat l'any 2019, es defineixi el concepte d'edifici de consum quasi nul. Tot i això, el dia d'avui, a la segona revisió del CTE DB-HE del 2013, defineix que en el cas de reformar edificis ja existents en un 25% del seu envoltant, o en el cas que la reforma pugui produir un augment del consum energètic, haurà de complir determinats nivells de consum energètic màxim dependent de la zona climàtica del país.

El dia 5 d'abril del 2013, la Comissió Europea, el Consell de Ministres d'Espanya va aprovar dos nous RD:

1. RD 235/2013, en el que aprova un procediment bàsic per a la certificació de l'eficiència energètica dels edificis. El RD estableix l'obligació de posar a disposició dels compradors o usuaris dels edificis un certificat d'eficiència energètica que s'haurà d'incloure informació objectiva sobre l'eficiència energètica.

Una disposició addicional estableix que les certificacions d'edificis pertanyents i ocupats per les Administracions públiques podran realitzar-se per tècnics competents. Mitjançant una altra disposició s'anuncia l'obligació requerida per la citada Directiva 2010/31/UE, en la que consisteix que, a partir del 31 de desembre de 2020, els edificis que es construeixin siguin de consum d'energia quasi nul·la, en els termes que reglamentàriament es fixen en el CTE, termini per a edificis públics, s'avancen dos anys⁹.

2. RD 238/2013, la qual es modifica determinats articles i instruccions tècniques del RITE, aprovat pel RD 1027/2007, del 20 de juliol, exigint la revisió periòdica de l'eficiència energètica de les instal·lacions, en un interval no superior a cinc anys, així com la introducció de programes d'ajuda i finançament per la millora de l'eficiència i la utilització de les energies renovables¹⁰.

És a dir, aquest RD va entrar en vigor el dia 1 de juny de 2013 i en aquests s'exigeix que, per poder fer un contracte de compra-venda o arrendament als edificis de nova construcció o ja existents, l'obligació de disposar d'un certificat d'eficiència energètica avalat per un tècnic certificador competent. Aquesta certificació quantifica i analitza el consum d'energia anual, així com les emissions de CO₂, atorgant una qualificació energètica classificada de les lletres "A" a la "G" segons

⁹ RD 235/2013, de 5 d'abril, per el que s'aprova el procediment bàsic per a la certificació de la eficiència energètica dels edificis.

¹⁰ RD 238/2013, de 5 d'abril, per el que es modifiquen determinats articles i instruccions tècniques del RITE, aprovat pel RD 1027/2007, de 20 de juliol.

el nivell d'eficiència energètica. Aquest informe té una validesa de deu anys i haurà d'incloure unes mesures de millores mínimes de caràcter voluntari.

El dia 5 d'abril també va aprovar el RD 238/2013, actualitzant el Reglament d'Instal·lacions Tècniques en Edificis, aprovat pel RD 1027/2007, de 20 de juliol, en el que exigeix la revisió periòdica de l'eficiència energètica de les instal·lacions, en intervals no superiors a cinc anys.

Normativa ISO.

Les normes ISO són un conjunt de normes que defineixen els mètodes orientats a l'organització de la gestió d'una empresa en els diferents àmbits. Aquesta normativa és de caràcter voluntari i, amb el pas del temps, ha guanyat el reconeixement i acceptació internacional. Poden ser un referent per a futures normatives nacionals amb caràcter obligatori.

Les normes ISO són establertes per l'OIE. Aquest organisme va ser creat l'any 1947 i col·laboren 91 estats membres, que són representats per organismes nacionals de normalització (a Espanya tenim AENOR, en Alemanya tenen DIN, etc.). Aquests organismes treballen per establir una forma comuna per implementar un sistema de qualitat i garantir la satisfacció de les necessitats i expectativa dels consumidors.

Avui dia, aquest organisme ha publicat al voltant de 19.500 normes internacionals, actualitzades periòdicament. Per a una millor identificació i classificació s'agrupen en una nomenclatura específica. Existeixen diferents categories fonamentals:

- Gestió de Qualitat: norma ISO 9000
- Gestió de Medi ambient: norma ISO 14000
- Gestió de riscos i seguretat: norma ISO 22000, OHSAS 18001, ISO 27001, ISO 22301, etc.
- Gestió de responsabilitat social: norma ISO 26000

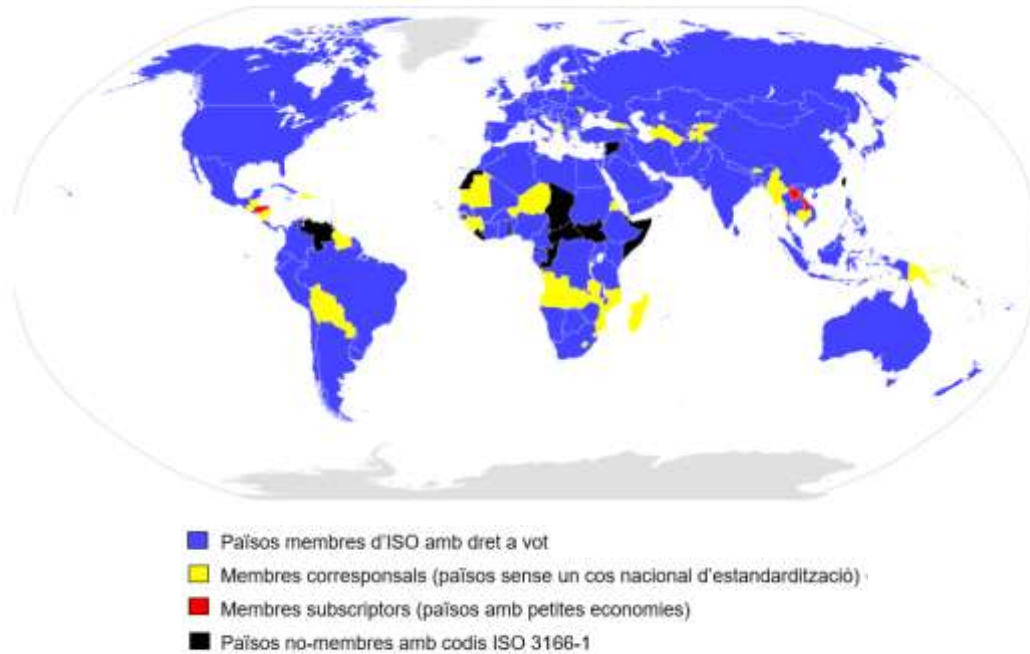


Figura 18: Membres d'ISO. Font: <https://es.wikipedia.org>

Normativa EN:

Tota norma europea s'identifica mitjançant un codi de referència únic que conté les sigles "EN". Aquestes normes ajuden a crear un mercat únic europeu i són conegudes com a "directives del nou enfocament". Aquesta legislació estableix les exigències que els productes, serveix i processos han de complir per què es pugui vendre en la UE.

L'encarregada d'elaborar aquestes directives de nou enfocament és la CEN. La CEN és una organització, sense ànim de lucre, composta pels ONN de 28 països de la UE. Perquè fa ha l'estat espanyol el representa l'AENOR, en els organismes internacionals i europeus de normalització (ISO, IEC, CEN, CENELEC).

Les normes les elaboren els experts en els camps específics. L'objectiu és arribar aconseguir un consens a escala europea, la indústria, l'Administració Pública, les Universitats i les federacions comercials estan convidats a participar en el procés de la normalització.

Les normes europees (EN), els principals productes o documents de CEN, les desenvolupen els TC, les aproven els membres de CEN i passen per una fase pública de comentaris en el procés de desenvolupament. El Comitè responsable del desenvolupament de les normes en sectors i subsectors específics és el TC.

Aquests TC estan compostos per delegacions procedents dels ONN. La redacció de les normes com a tal es duu a terme en els WG dins de cada TC. Els WG estan compostos per experts en el producte o servei objecte de la normalització.

Avui dia, no obstant això, les normes ja no es creen només per raons tècniques, sinó que també s'ha convertit en facilitadors d'una major inclusió social i el compromís amb la tecnologia.

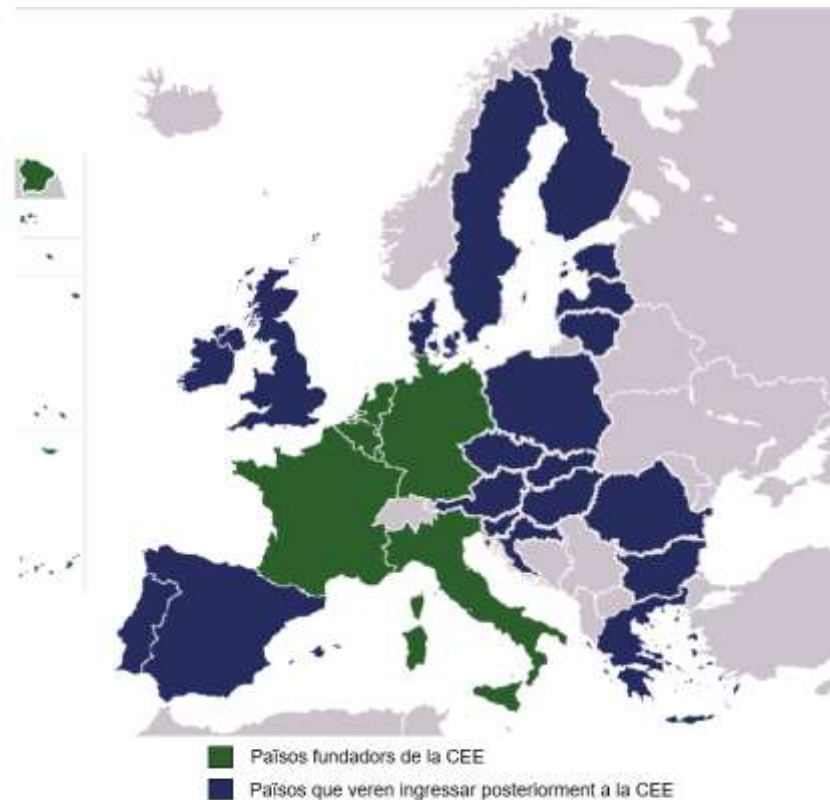


Figura 19: Membres de la CEE. Font: <https://es.wikipedia.org>

Normativa UNE:

L'AENOR s'encarrega de la normalització i certificació de les activitats en tots els sectors industrials i de serveis. AENOR ha de vetllar, per un costat, l'elaboració de normes tècniques en col·laboració amb les parts implicades en cada activitat que normalitzi, i per l'altre costat, certificar empreses, productes i serveis.

Les normes UNE són un conjunt unificat de normes tecnològiques creades per uns CTN, dels que formes part totes les entitats i agents implicats i interessats en els treballs del comitè.

Com a norma general, aquests comitès solen estar formats per AENOR, fabricants, consumidors i usuaris, administració de laboratoris i centres d'investigació, associacions i col·legis professionals i agents socials.

Per tant, una norma UNE és una especificació tècnica d'aplicació repetitiva o continuada on l'observança de la qual no és obligatòria, establerta amb participació de totes les parts interessades, aprovada per un organisme reconegut a escala nacional i internacional (AENOR) per la seva activitat normativa (Llei 21/1992, de juliol, Indústria).

L'elaboració d'una norma UNE, inclosa l'adopció de normes europees, es desenvolupen amb suport de la CTN a través de les següents fases:

- Treballs preliminars
- Elaboració de projectes de norma
- Publicació en el BOE
- Elaboració de la proposta de norma
- Registre, edició i difusió de la norma UNE

Un cop s'ha elaborat la norma tenen un període de sis mesos de prova. En aquest període de temps són revisades públicament per després ser redactades definitivament per la comissió d'UNE. Durant el procés també es contempen actualitzacions periòdiques.

5.3 La utilització de la caseïna en el transcurs del temps.

Durant el segle XIX, va tenir lloc el descobriment del cautxú, la caseïna, l'ebonita i el cel·luloide, materials considerats com els antecessors o pares dels plàstics moderns.

Molts materials van constituir un rotund fracàs, però va haver-hi alguns que amb certa modificació van aconseguir posicionar-se com a materials de reemplaçament dels quals fins a aquest temps existien, un d'aquests era la caseïna, juntament amb formaldehid, va rebre el nom de "galatita", "caseïna—formaldehid", "ivori artificial" o "os artificial".



Figura 20: Elements decoratiu de French Galalith. Font: www.etsy.com

Aquest polímer natural modificat va ser descobert en 1897, per Adolph Spitteler i W. Kiresche amb l'objectiu de fabricar una pissarra blanca per a l'escriptura. El descobriment es donat per la barreja de la llet agra amb formaldehid. La caseïna de la llet va reaccionar formant un material dur tanmateix fàcil de modelar. Aquests va ser els començaments dels plàstics de proteïna, substàncies brillants, semblades a l'os.

El seu ús va ser intens, especialment en la segona i tercera dècada del segle XX (principalment a Alemanya i França) fins que va ser reemplaçada pel desenvolupament de nous materials plàstics inorgànics. A Gran Bretanya es coneixia sota el nom Erinoid on va tenir gran acceptació per a la realització d'estilogràfiques, ja que permetia produir una àmplia varietat de colors i acabats.

La caseïna va ser un dels primers materials usats com a alternativa a l'"ebonita", ja que aquesta era poc propícia a canvis de colors a causa que com més color s'afegia més fràgil resultava; per tant, les primeres estilogràfiques eren de color negre, després es van fabricar en vermell i també en una mescla amb altres colors en forma de taques, línies ondades o a imitació de les típiques vetes de la fusta.

A més la "galalita" es va emprar per a la fabricació de joies, sivelles, pintes, boles de billar i botons de roba. En general, ara com ara, no s'elaboren productes en "galalita", excepte el cas puntual d'alguns productes artesanals; en aquest cas se sol suprimir l'ús de formaldehid a causa del seu comprovat factor cancerigen.

Avui dia, té moltíssimes aplicacions tècniques. La caseïna com a plàstic resulta ser molt resistent a l'aigua, té gran resistència mecànica i un bon acabat pel qual s'usa sobretot com:

1. Plàstic rígid: Com per exemple la Galatita o ivori artificial que és un plàstic termoplàstic obtingut a partir de caseïna i el formol.
2. Fibres: Amb la caseïna es poden produir unes fibres que fan servir en peces de vestir per a persones al·lèrgiques al cotó i altres materials tèxtils.
3. Làmines: Es poden produir làmines que s'utilitzen en l'embalatge com a capa protectora.
4. Plàstic d'un sol ús: També es fabriquen safates de menjar d'un sol ús de poliestirè de caseïna, ja que aquesta té la propietat de ser biodegradable.

Pintura de caseïna

La pintura ha estat feta servir per l'home des de l'antiguitat, primer com a decoració i posteriorment com a protecció. Les pintures més antigues de la terra van ser acolorides amb una pintura utilitzant elements com la llet.

La caseïna ha estat emprada com a mitjà per a pintar des de fa diversos segles, emprada per diferents pintors al llarg de la història com a mitjà per a pintar o fixar materials en les seves pintures.

Aquesta tècnica ha estat feta ús des de fa mil·lennis, ja que els pintors de les caveres inconscientment van fer ús de les seves qualitats com a fixador, en pintar amb sang, llet o altres fluids animals que la contenen. En èpoques més properes, la caseïna va ser utilitzada per artesans que fabricaven cartonera, o per pintors que feien treballs en paper o pergamí, com les il·lustracions de manuscrits de l'Edat Mitjana. En el cas dels manuscrits, algunes de les seves il·lustracions es realitzaven amb tremp de llet, el qual per les característiques brillants i fixats de la caseïna, era ideal per adherir els pigments a les pàgines de tal manera que aguantessin el moviment que implica passar les pàgines en llegir els llibres, sense caure amb el temps.



Figura 21: Pintura rupestre trobada a la cova Sibudu, nord d'KwaZulu-Natal en Sudàfrica, amb mescla de pintura d'ocre y llet de bòvid) 49000anys. Font: <http://www.ancient-origins.net/news-history-archaeology/prehistoric-man-south-africa-made-milk-based-paint-tens-thousands-years-ago-020419>.

La caseïna com a mitjà de pintura va ser també molt utilitzada a Egipte, a manera de tremp¹¹ de caseïna. El tremp de caseïna posseeix les mateixes característiques del tremp d'ou tradicional, que són una gran lluminositat en el color i avantatges per ser treballat a manera de veladures; a això se sumen les característiques de la caseïna, que són un pegat molt més fort al suport que el que permet el tremp per si sol, així com la capacitat de carregar una molt més gran quantitat de pigments, per la mateixa adherència del medi.

Un altre avantatge important és el fet que la caseïna amb el temps es torna insoluble a l'aigua i impermeable, ajudant així a donar una solució parcial a problemes que el tremp tendeix desenvolupar, a causa a la seva sensibilitat a l'excés d'humitat de l'ambient. La pintura de caseïna i de tremp de caseïna són ideals per a ser utilitzades sobre paper, murs, fustes, pedres, etcètera, a causa de la impressionant adherència que aquesta posseeix.

Una gran virtut que presenta la pintura de caseïna és la seva capacitat de ser utilitzada en conjunt amb tècniques de cera, a manera de tècnica mixta. Aquesta qualitat la hi dóna el fet que la pintura de caseïna, un cop evaporada l'aigua que conté, és una pintura molt seca i absorbent. La caseïna és una cola molt forta, per la qual cosa no és necessària una gran quantitat per enganxar volums grans de càrregues o pigments sobre un suport. Aquesta particularitat el torna una tècnica que, un

¹¹ La pintura al tremp és una que utilitza ou com a mitjà principal, per enganxar els pigments al suport.

cop seca, produeix superfícies sumament absorbents, que tenen la mateixa textura dels pols i pigments que s'utilitzaran per pintar sobre el suport.



Figura 22:: Tomba capella de Nebamun. Un fragment d'una pintura de paret policromada. El fragment mostra una escena de banquet. Tebas, Egipte XVII Dinastia, al voltant de l'any 1350 a.C. Font: <https://www.alamy.es>

El tipus de superfícies creades per la pintura de caseïna són ideals per a posteriorment ser treballades amb materials que requereixen gran absorció per estimular la seva adherència i assecat, com podrien ser les tècniques de cera com el sabó de cera, el tremp de sabó de cera i la tècnica d'encausto¹². La tècnica mixta de cera i caseïna va ser també àmpliament utilitzada a Egipte, i la podem trobar en treballs com els retrats mortuoris del Fayum. Avui en dia, la caseïna sol utilitzar-se per realitzar capes d'imprimació òptimes per a la tècnica d'encausto.

Si bé la tècnica de caseïna ha caigut en desús en últims temps, va ser àmpliament feta servir en diferents oficis, encara fins a mitjans dels anys cinquanta del segle XX. Gràcies al barat que pot ser pintar en tècnica de caseïna, a la possibilitat que ella permet de preparar fàcilment grans quantitats de pintura i a la seva qualitat de tornar-insoluble a l'aigua amb el temps, la pintura de caseïna va ser emprada considerablement durant el segle XIX com pintura per murs i també com a tècnica mural.

¹² és una tècnica de pintura que es caracteritza per l'ús de la cera com a aglutinant dels pigments, la mescla té efectes molt cobertor i és densa i cremosa, la pintura s'aplica amb un pinzell o amb una espàtula calenta. L'acabat és un poliment que es fa amb draps de lli sobre una capa de cera calenta prèviament estesa.

Un bon exemple de la tècnica de caseïna utilitzada en pintura mural és el “Frizo de Beethoven”, pintat pel pintor Gustav Klimt en 1902.



Figura 23: Gustave Klimt, Frizo de Beethoven, caseïna sobre mur, 1902. Edifici de la Secession. Viena.

Font: <https://tuitearte.es/2013/03/13/klimt-el-friso-de-beethoven/>

Un altre ús comú que va tenir la pintura de caseïna, encara fins a mitjan segle XX, va ser el seu ús com a mitjà per a il·lustració, ús que seria substituït posteriorment per l'acrílic, d'acord aquest va ser acceptat pel mercat.

Malgrat que la caseïna no és actualment un mitjà tan conegut com és l'oli, l'aquarel·la o l'acrílic, múltiples pintors famosos han fet un ús extensiu d'aquest mitjà en la seva pintura, ja sigui com a mitjà per a pintar o com fixador de materials. La famosa pintura El Crit d'Edvard Munch va ser realitzada amb tremp de caseïna, Degas va usar la caseïna per fixar les seves pintures de pastís, Turner la va utilitzar en molts dels seus apunts, Matisse va treballar amb caseïna en alguns dels seus treballs i Klimt la va utilitzar en el Frizo de Beethoven, així com en parts d'algunes de les seves altres obres.



Figura 24: Edvard Munch, El crit, oli, temple de caseïna, pastís i llapis sobre taula, 1893. Font: https://es.wikipedia.org/wiki/El_grito

Cola de caseïna.

La caseïna ha estat emprada com a adhesiu des de l'antiguitat en tot el Mediterrani i a Orient; i els antics egipcis la van utilitzar com a cola i mitjà de pintura.

Les primeres coles a partir de caseïna que es fabricava s'utilitzava un dissolvent alcalí per a dissoldre la caseïna per fabricar cola. Depenent del material que es volia adherir, s'utilitzava diferents tipus de dissolvent. Aquesta tècnica es veia servir en època medieval, i avui dia, la cola partint de la caseïna és un dels que queda disponible.

Per a assemblatge de fusta, abans del s. XX, la cola de caseïna era la cola de fusta més comuna disponible. Tenia característiques de resistència a la humitat i l'envelliment superiors en comparació de les altres cues d'origen animal disponibles al moment. Les gomes sintètiques van aparèixer al mercat en la dècada de 1900 i es van convertir en les coles dominants.

La cola de caseïna proporcionava una major resistència a la humitat que les diferents coles fetes de parts d'animals i altres en base de midó. Si la humitat és una preocupació, l'element preferit era la cola de caseïna. Quan resines sintètiques van arribar al mercat, que van superar totes les altres coles en termes de resistència a la humitat, es varen fer amb el mercat.

El temps d'asseccament, la cola de caseïna encara és eficaç en tots dos rangs de temperatures calentes i fredes; també es pot controlar acuradament el seu temps d'asseccament. Aquestes característiques fan sovint que sigui l'elecció de cola caseïna per a la laminació. Les aplicacions industrials inclouen grans bigues i panells Sandwich. Treballadors de la fusta també utilitzen molts la cola de caseïna per a fer fusta laminada, tals com a baranes de balconades corbes.



Figura 25: Producció de cola de caseïna en la última fase.

Font: <https://es.wikihow.com/hacer-pegamento-con-leche>
23/04/2018

L'ús comercial de cola de caseïna va començar amb la fabricació de fusta contraxapada en els EUA durant principis de 1900. Les coles d'origen animal utilitzat predominantment tenien una olor desagradable, a diferència de cola de la caseïna. No obstant això, les parts del cos de fusta contraxapada laminada utilitzada en automòbils van començar a deformar-se i separar-se amb l'exposició continuada a les condicions externes. Com les propietats resistents a la humitat de la cola de la caseïna van entrar en qüestió amb l'entrada de les resines sintètiques i es va fer càrrec en el mercat.

En l'actualitat L'Institut Nacional de Tecnologia Industrial (INTI) té una cola biodegradable a base de la caseïna, proteïna de la llet, que pot competir i fins i tot reemplaçar als actuals adhesius sintètics, que té un poder d'adhesió similar i un cost menor.

Amb la intenció de tornar als adhesius naturals, un equip de tècnics del Centre INTI-Cautxú, desenvolupar coles el poder d'adhesió és igual o superior a les coles sintètiques utilitzades per enganxar paper sobre vidre, amb una resistència a l'aigua superior a 50 hores, va detallar l'organisme.

5.4 Materials d'aïllament tèrmic.

En aquest apartat es realitzarà una descripció i classificació dels materials d'aïllament tèrmic més utilitzats, així com els seus requisits tècnics fonamentals com a materials de construcció.

La classificació habitual dels aïllaments tèrmics es basa en la matèria primera utilitzada per a la seva fabricació. Aquesta matèria es classifica en dos grans grups:

- 1. Inorgànics o minerals:** Materials relacionats amb la matèria inerta, aquella que no procedeix de cèl·lules animals o vegetals, o relacionades amb el carbó. En el procés de fabricació de forma contínua també posseeix generalitats entre els compostos que es tanquen en aquest grup.

Alguns exemples d'aquests materials són: llana de vidre, llana de roca, vidre cel·lular, vidre escumat, perlita expandida, vermiculita exfoliada, argila expandida i escuma mineral.

- 2. Orgànics:**

A. Naturals: Els materials classificats en aquest grup són aquells que provenen de compostos vegetals o animals.

El procés de fabricació d'aquests materials aïllants, segueix una fase de producció més estricta en termes ecològics, seguint uns processos menys contaminants, on el reciclatge és un factor important del procés. Per tant, aquests materials, la majoria d'origen vegetal, s'obtenen de la naturalesa; una vegada recol·lectats es deixen assecar i amb les seves pròpies resines es consolida el material.

En alguns casos, sobretot amb els materials que són reciclats, es tritura el material que serà reciclat i mitjançant un procés posterior de cocció es premsa de manera natural, per a obtenir els productes finals en forma de planxa, per exemple.

En aquests processos, i depenent de la matèria a fabricar, normalment d'origen animal, aquesta és sotmesa a tractament fungicida, per evitar l'aparició d'insectes, o tractament per a millorar les propietats ignífugues. Normalment, els materials aïllants d'aquest grup, no solen portar substàncies químiques additives, tan sols poden aparèixer per a optimitzar alguna propietat del material aïllant.

Materials d'aïllament tèrmic orgànic d'exemple serien: llana de fusta, fibres de fusta, suro, fibres de cel·lulosa, cànem, llana d'ovella, lli, cotó, cereals extrudits, canya, fibres de coco, encenalls de fusta o palla.

B. Sintètics: Tots els materials classificats en aquesta família, comparteixen la mateixa similitud amb els materials plàstics on matèries primeres com el petroli es dediquen a la fabricació d'aquests compostos. Aquests materials es fabriquen en indústries on es gestionen llargs processos de producció, amb l'obtenció de les matèries primeres o els elements necessàries per a la configuració d'aquests materials. Alguns exemples com: Polièstirè expandit (EPS), polièstirè extrudit (XPS), poliuretà (PUR), clorur de polivinil (PVC).

Els dos aspectes més importants d'un aïllament tèrmic és el material i el format. El material és fonamental perquè determinarà el nivell d'aïllament i on es pot col·locar. El format determinarà la forma en què s'ha d'aplicar.

No tots els formats són aptes per a totes les obres de rehabilitació o per a instal·lacions en obra nova. Els formats més comuns: panells, granulat, fibres i projectat.

Al dia d'avui, la normativa que regula les exigències mínimes dels materials i elements constructius de les propietats tèrmiques, entre d'altres, és el CTE. En concret, els que cal remarcar en aquest apartat són els CTE DB HE que s'encarrega de comprovar el compliment dels requisits relacionats amb l'estalvi d'energia.

Pel que fa al Codi Tècnic de l'Edificació considera aïllament tèrmic aquell material que té una conductivitat tèrmica menor a 0,050 W/m·K i una resistència tèrmica major que 0,25 m²·K/W. D'acord amb aquesta definició s'exposa a continuació les propietats dels aïllaments tèrmics més comuns en el sector de l'edificació a Espanya.

A la taula següent es mostra una comparativa dels materials anteriorment esmentada respecte a la seva densitat (ρ), conductivitat tèrmica (λ), calor específica (c), Resistència al vapor d'aigua (μ), si és un producte biodegradable i el format en el qual ens podem trobar el producte en el mercat.

Materials	Conductivitat tèrmica λ (W/m·K)	Densitat ρ (kg/m ³)	Calor específic (C) (J/kg·K)	Resistència al vapor d'aigua (μ)	*Forma comercial	Biodegradable
<i>ORGÀNIC NATURALS</i>						
Fibres de fusta	0.040 - 0.055	160 – 250	2100	2 - 5	P/F	Si
Suro (ICB)	0.042 – 0.050	100 – 220	1800	5 - 10	P/G	Si
Fibres de cel·lulosa (CL)	0.040 – 0.045	35 – 60	2200	1 – 1.5	G/F	Si
Cànem (HM)	0.037 - 0.045	24 – 42	1600	1 - 2	P/G/F	Si
Llana d'ovella (SHW)	0.035 – 0.050	18 - 40	1700	1 - 5	P/F	Si
Lli (FLX)	0.040 – 0.045	20 – 80	1600	1 – 2	P/F	Si

Cotó (CO)	0.029 – 0.040	20 - 60	1300	1 - 2	P/F	Si
Cereals extrudit	0.050 – 0.055	105 – 115	1950	2 – 3	G	Si
Canya	0.055 - 0.090	120 – 225	1200	2 – 5	P	Si
Fibra de coco (CF)	0.043 - 0.047	70 - 110	1600	1 - 2	P/F	Si
Encenalls de fusta (WF)	0.045 - 0.055	70 – 140	2100	1 – 2	G	Si
Palla	0.038 - 0.078	90 – 110	-	-	P/F	Si
<i>ORGÀNIC SINTÈTICS</i>						
Poliestirè Extrudit (XPS)	0.029 – 0.048	16 – 180	1500	80 – 200	P	No
Poliestirè Expandit (EPS)	0.025 - 0.055	16 – 80	1500	20 – 100	P/G	No
Poliuretà (PUR)	0.019 - 0.029	30 – 100	1400 - 1500	40 – 200	P/Y	No
Clorur de polivinil (PVC)	0.035 - 0.063	45 – 400	1400 – 1500	7000 - 10000	P	No
<i>INORGÀNICS</i>						
Llana de vidre (SW)	0.031 – 0.043	10 - 400	600 - 1000	1 - 4	P	No
Llana de roca (GW)	0.032 - 0.050	10 - 400	600 - 1000	1 - 4	P	No
Vidre cel·lular (CG)	0.035 - 0.550	100 – 220	800 – 1100	Impermeable	P	Si
Vidre escumat	0.070 – 0.092	100 – 220	800 – 1100	1 – 5	G	Si
Perlita expandida (EPB)	0.040 - 0.070	90 – 400	1000	3 – 5	P/G	No
Vermiculita exfoliada	0.060 – 0.070	60 – 180	800 – 1000	3 – 5	P/G	No
Argila expandida	0.085 – 0.160	260 – 500	1000	2 - 8	G	No
Escuma mineral	0.045 – 0.065	115 – 390	1000	3 – 20	P	No

*P: Panell; G: Granulat; F: Fibres; Y:Projectat

Taula 1: Materials aïllants tradicionals utilitzats en l'edificació. Font: font pròpia.

Com es pot observar a la taula anterior, els materials amb millors propietats tèrmiques són els orgànics sintètics: escuma de poliuretà rígida (PUR), seguit de poliestirè extrudit (XPS), poliestirè expandit (EPS) i espuma de PVC respectivament. Aquests materials també són els que oposen més resistència al vapor d'aigua (μ) i, generalment, són els més utilitzats en edificació.

Els valors de la Taula 1 són els valors màxims i mínims que han de complir els materials aïllants que considerem d'aplicació, però aquests valors que mostra són orientatius, i que siguin aquests els materials que es representen no implica l'aplicació d'altres sistemes o materials d'aïllament. També el Catàleg de Materials de CTE (Taula 2) és una guia d'ajuda per a tenir una orientació dels materials que s'utilitzen en edificació i les seves prestacions.

Aislantes térmicos				
Material o producto	HE			
	ρ kg / m ³	λ W / m·K	c_p J / kg·K	μ
Poliestireno Expandido (EPS)	-	0,039 ⁽¹⁾ – 0,029	-	20 - 100
Poliestireno Expandido Elastificado (EEPS)	-	0,046 – 0,029	-	
Poliestireno Extruído (XPS)				
Expandido con dióxido de carbono CO ₂	-	0,039 - 0,033	-	100 - 220
Expandido con hidrofluorcarbonos HFC	-	0,039 - 0,029	-	100 - 220
Lana mineral (MW)	-	0,050 - 0,031	-	1
Espuma rígida de Poliuretano (PUR) o poliisocianurato (PIR)				
Proyección con Hidrofluorcarbono HFC	30 - 60	0,028	-	60 - 150
Proyección con dióxido de carbono CO ₂ celda cerrada	40 - 60	0,035 - 0,032	-	100 - 150
Plancha con Hidrofluorcarbono HFC o Hidrocarburo (pentano) y revestimiento permeable a los gases.	-	0,030 - 0,027	-	60 - 150
Plancha con Hidrofluorcarbono HFC o Hidrocarburo (pentano) y revestimiento impermeable a los gases.	-	0,025 - 0,024	-	∞
Inyección en tabiquería con dióxido de carbono CO ₂	15 - 20	0,040	-	≤ 20
Otros materiales aislantes)				
Corcho expandido (ICB) ⁽²⁾				
Arcilla Expandida ⁽³⁾	325 - 750	0,148 – 0,095	-	1
Panel de perlita expandida (EPB) (>80%)	140 - 240	0,062	-	5
Panel de vidrio celular (CG)	100 - 150	0,050	-	∞
Guata o fieltro de poliéster	20 y 50	0,038 – 0,033	-	
Espuma de polietileno reticular	-	0,072 – 0,038	-	
Espuma de polietileno no reticulado	-	0,042 – 0,035	-	

Taula 2: Catàleg de materials CTE. Materials aïllament. Font: http://www.anape.es/pdf/Catalogo%20de%20Elementos%20Constructivos%20CAT-EC-v06.3_marzo_10.pdf

A la següent taula, es pot observar de manera molt gràfica i resumida la capacitat d'aïllament dels diferents materials utilitzat en edificació.

Materials	Conductivitat tèrmica λ (W/m·K)											
	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05	0,055	0,06	0,065	0,07
ORGÀNIC NATURALS												
Fibres de fusta												
Suro (ICB)												
Fibres de cel·lulosa (CL)												
Cànem (HM)												
Llana d'ovella (SHW)												
Lli (FLX)												
Cotó (CO)												
Cereals extrudit												
Canya												
Fibre de coco (CF)												
Encenalls de fusta (WF)												
Palla												
ORGÀNIC SINTÉTICS												
Poliestirè Extrudit (XPS)												
Poliestirè Expandit (EPS)												
Poliuretà (PUR)												
Clorur de polivinil (PVC)												
INORGÀNICS												
Llana de vidre (SW)												
Llana de roca (GW)												
Vidre cel·lular (CG)												
Vidre escumat												
Perlita expandida (EPB)												
Vermiculita exfoliada												
Argila expandida												
Escuma mineral												

Taula 3: Representació gràfica de la conductivitat tèrmica dels materials aïllants més comuns en l'edificació.

Font: Elaboració pròpia. 15/05/2018

És fonamental parlar de calor quan al mateix temps estem desenvolupant el concepte d'aïllament tèrmic. Per tant, és important la forma en què la calor es desplaça a través de l'edifici per determinar el grau d'aïllament que es requereix. Aquesta transmissió de calor es produeix d'un lloc a una altra per tres maneres diferents:

- **Conducció:** és el procés de transmissió de calor d'un cos a un altre per contacte directe de les molècules. El flux energètic es dirigeix de la regió de major temperatura a la de menor.
- **Convecció:** és el mecanisme de transmissió de calor que tenen lloc en un flux quan una part d'aquest es mescla amb un altre a causa dels moviments de la massa d'aquesta.

- **Radiació:** és la calor emesa per un altre cos a causa de la seva temperatura, sense contacte entre cossos ni fluids entremetjats que transporten la calor. Aquesta transferència de calor s'emet en totes les direccions i quan incideix sobre un altre cos, pot absorbir, transmetre o reflectir-se.

El procés més important en la transmissió de la calor en l'edificació, és la conducció a través dels diferents elements que conformen el tancament d'un edifici.

La llei fonamental de la conducció, demostra empíricament que la velocitat del flux calorífic (q) a través d'un cos sòlid, és directament proporcional a la superfície (A) i a la diferència de temperatura entre dues cares oposades ($t_1 - t_2$), i inversament proporcional al gruix (Δx). Aquesta llei pot expressar-se substituint la proporcionalitat per la constant de conductivitat tèrmica (λ), que depèn de la composició de cada material. L'expressió és la següent:

$$q = \lambda \cdot A \frac{(t^1 - t^2)}{\Delta x}$$

Els tres mètodes de transferència de calor

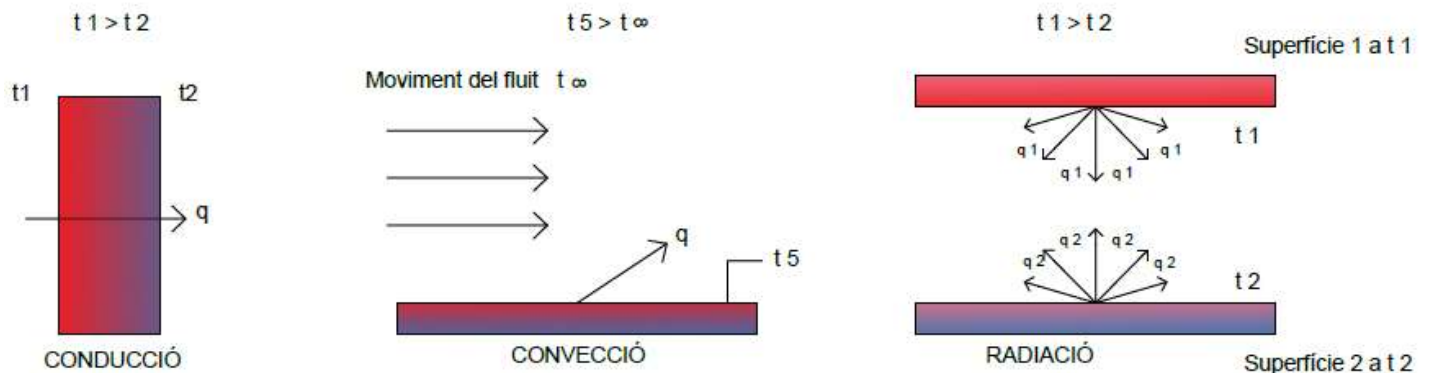


Figura 26: Els tres mètodes de transferència de calor. Font: Elaboració pròpia.

Com es mostra a la figura 26, a l'esquerra, transferència de calor per conducció en una dimensió a través d'un medi estàtic. Al centre, transferència de calor per convecció des d'una superfície a un fluid en moviment. A la dreta, transferència neta de calor per radiació de la superfície 1 a la 2.

6. 1ª ETAPA EXPERIMENTAL. Treballs previs a l'experimentació.

És convenient, abans de començar amb el desenvolupament de l'obtenció de l'escuma tèrmica, conèixer de: l'origen de la proteïna, la justificació del consum de la substància per desenvolupar la fase experimental.

Després de justificar el consum de la matèria primera, es determina la tècnica la qual s'obtindrà l'element principal objecte d'aquest treball de recerca i la tècnica que s'utilitzarà per a l'obtenció del producte.

6.1 Matèria Primera. La llet.

El sector làctic és estratègic en l'àmbit agroalimentari espanyol per la seva rellevància econòmica i la seva contribució al desenvolupament. De tots els subsectors ramaders, el làctic és el segon en importància. Tota la cadena de producció i transformació làctica genera a Espanya més de 8.640 milions d'euros a l'any, la qual cosa suposa l'1,8% de la producció industrial espanyola i el 9,2% de la del sector alimentari, i dóna ocupació a prop de 32.800 persones (FIAB) - el 7% de l'ocupació en el sector alimentari-. A més, afavoreix una important activitat econòmica en diversos sectors, entre ells el logístic.

Històricament, Espanya s'ha caracteritzat per produir menys matèria primera de la necessària per al consum de tot tipus de làctics. Aquesta escassetat de llet ha donat lloc a una indústria làctica amb certa especialització cap a la producció de llet líquida de consum, situació que està canviant a mesura que s'està incrementant la producció de llet al nostre país.

El consum de llet i làctics mostra una tendència descendent al llarg dels últims anys encara que s'aprecia un lleuger repunt en el consum de derivats làctics. En el cas de la llet, en 2015 es van consumir 3.271 milions de litres, un 0,5% menys que l'any anterior. En el cas dels derivats làctics, es van consumir 1.597 milions de quilos, la qual cosa mostra un lleuger ascens de l'1% pel que fa a l'any anterior, l'any 2014.

Els lliuraments de llet crua declarada durant 2016 van ascendir a 6,8 milions de tones i van suposar un augment de l'1,4% pel que fa a l'any 2015. Per a l'any 2017, les entregues de llet crua ascendeix en 7,02 milions de tones de llet, el que suposa un increment de l'1,9% amb respecte l'any 2015, segons càlculs fets a partir de les dades facilitades pel FEGA (MAPAMA).

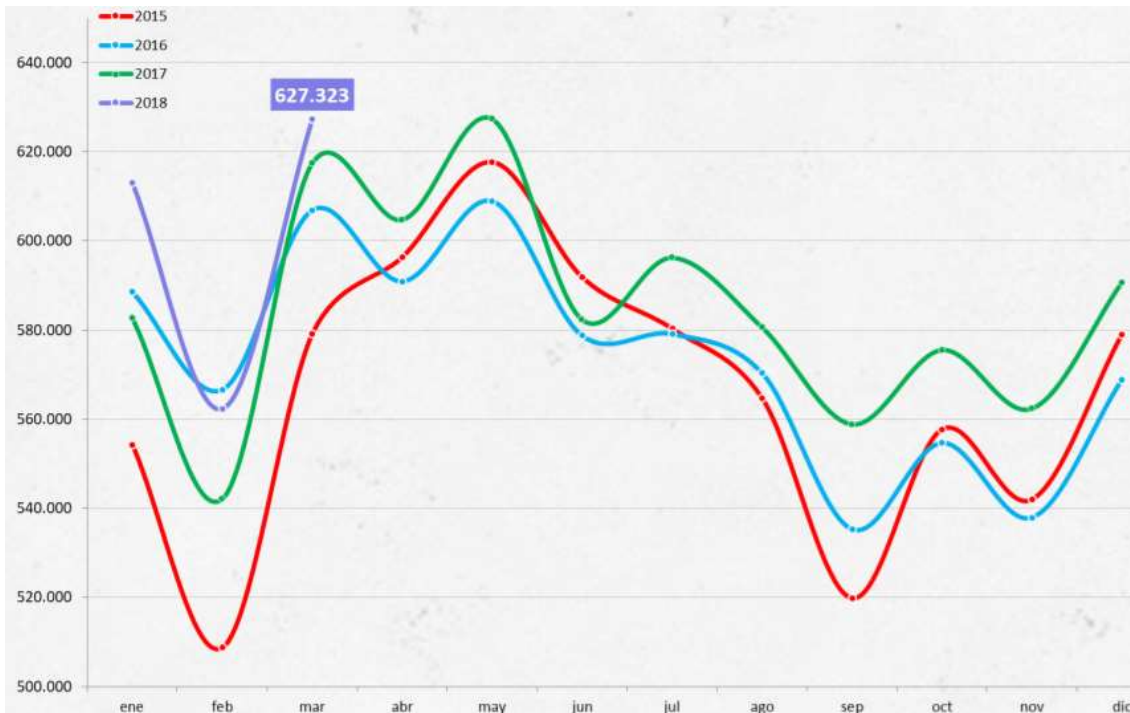
L'any 2017, es va iniciar amb un nivell de lliuraments inferior a la de l'any 2016, si bé a partir de març, la tendència en els lliuraments s'inverteix i es manté en alça durant tot l'any, excepte en el mes de juny.

En el mes de març de 2018 s'ha declarat 627.323 tones de llet, que suposa un augment de gairebé el 2% amb relació al mateix mes de l'any anterior.

Espanya, des de l'any 2017, té unes perspectives de creixement interior d'un 0,6% anual acumulatiu fins a l'any 2023 (157,3 milions de tones).

La producció del nostre país ascendeix als primers llocs dins de la UE, amb relació a la llet d'ovella, on Espanya ocupa el 1r lloc amb el 17% del total, i de la llet de cabra, amb la qual aconseguim el 2n lloc amb el 22% del total països europeus.

Segons les dades de FEGA, el 88,9% del total de llet produïda pels ramaders espanyols és llet de vaca, el 5,7% d'ovella i el 5,4% de cabra.



Gràfic 1: Entregues de llet crua declarades (Tones). Font: Dades FEGA. <http://www.mapama.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/sectores-ganaderos/vacuno-lechero/informacion-del-sector/informes.aspx>

Situació en la Unió Europea.

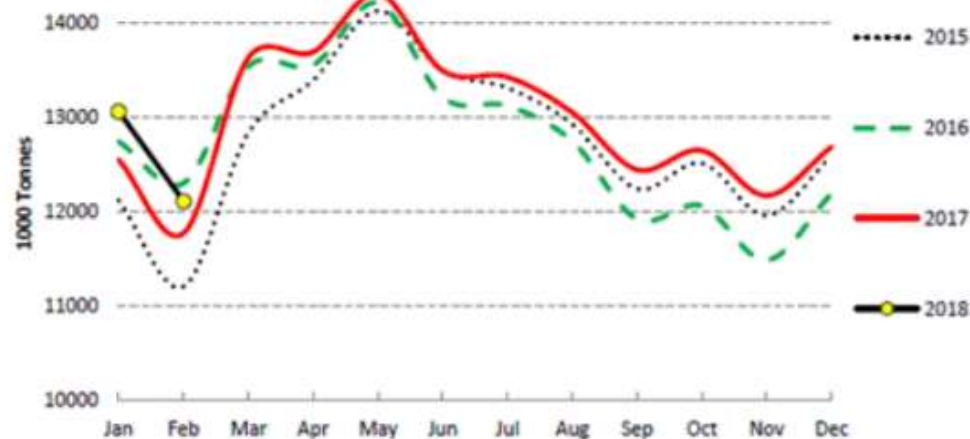
La UE, amb més de 150 milions de tones/any, és líder mundial en la producció de llet de vaca, una activitat que aporta el 30% de la Producció Final Ramadera (PFG) i suposa el 13% de la Producció Final Agrària (PFA) comunitària, sent el segon bloc exportador¹³. Espanya va produir 6,7 milions de tones i ocupant el 7è país productor de llet de vaca, amb el 4% del total en 2015.

El total de lliuraments en 2017 van augmentar un 1,8% amb relació a l'any anterior (els lliuraments en 2016 van suposar un augment del 0,4% pel que fa a l'any 2015).

Els lliuraments el febrer de 2018 van augmentar un 2,9% en relació al mes de febrer de l'any anterior.

¹³ M. A. Díaz Yubero, 2016.

UE - Llet de vaca recollida.



Source : Estat - Newcronos

Last update : Jan-Feb

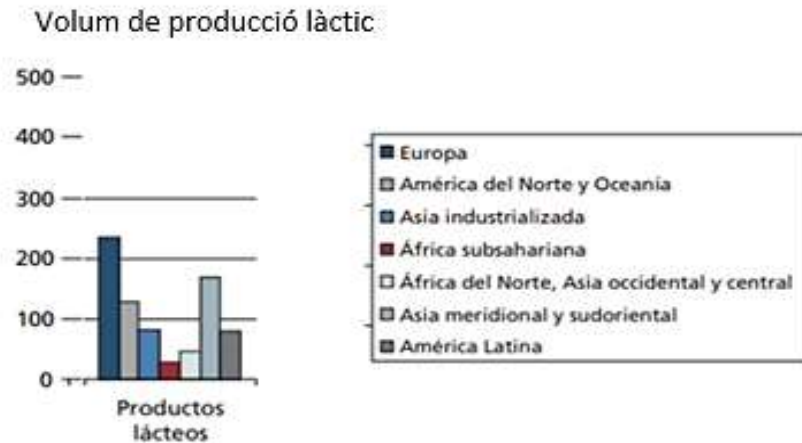
Gràfic 2: Recollida de llet en la Unió Europea (Tones). Font: MMO (European Milk Market Observatory),.

El cens d'indústries làctiques ascendia en 2015 a 1.557 empreses repartides per tota la geografia nacional. Únicament al voltant de 70-80 empreses posseeixen una dimensió significativa com a productores de llet líquida o productes làctics per a consum. D'aquestes, 15 indústries compren i processen el 63% de la producció de llet a Espanya i solament la més gran, gairebé el 15% del total.

Llet no apta pel consum humà

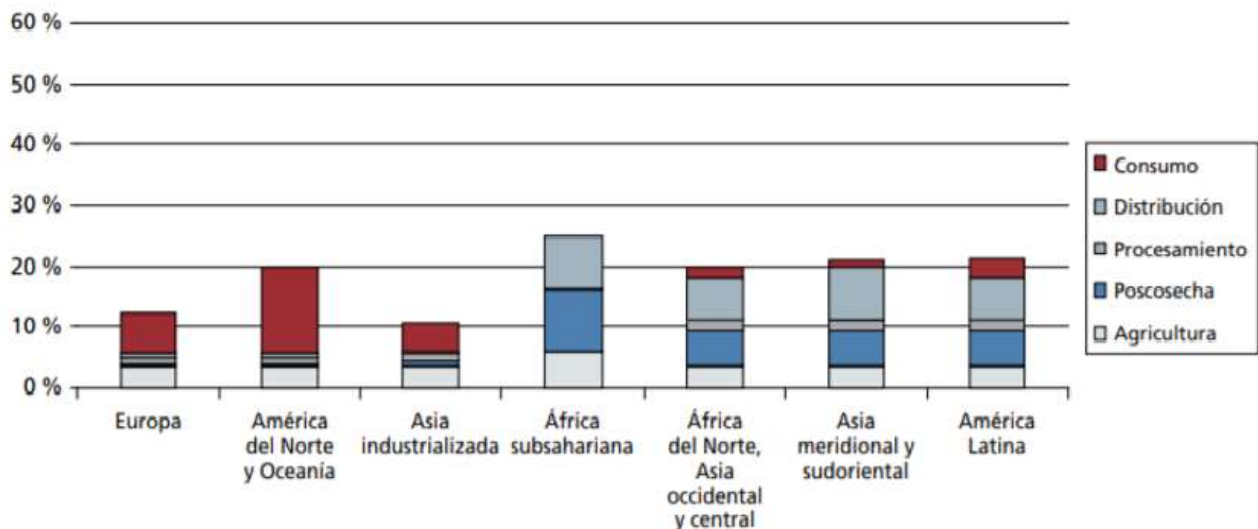
Pel que fa a la llet, les pèrdues en la producció agrícola són majoritàriament pel fet de les malalties que afecten les vaques lleteres (la malaltia que més afecte principalment és la mastitis) són xifres molt significatives, causen aproximadament una reducció del 3 -4% del rendiment de la llet. En l'etapa de consum és on es crea el desaprofitament més gran, amb valors al voltant del 40 – 65% del total del desaprofitament d'aliments a les tres regions industrialitzades.

A diferència de les regions en desenvolupament, el desaprofitament de la llet durant les fases de manipulació després de la collita i emmagatzematge i de distribució és relativament alt.



Gràfic 3: Volum de producció làctics per regions. Font: <http://www.fao.org/docrep/016/i2697s/i2697s02.pdf>

Pèrdua d'aliments – productes làctics.



Gràfic 4: Producció inicial de llet i productes lactis que es perden o malgasten en les diferents etapes del procediment i regió . Font: <http://www.fao.org/docrep/016/i2697s/i2697s02.pdf>

6.2 La Llet Contaminada.

La llet utilitzada per al desenvolupament d'aquest treball, és únicament per l'aprofitament de la llet que ha estat alterada per diferents factors i, per tant, no és apta per l'ésser humà. Doncs, se li dóna un valor afegit per processar-la i extreure un subproducte, com és el cas d'una escuma que proporciona propietats tèrmiques.

La producció de llet de qualitat higiènica, com tot sistema productiu, resulta summent complex, més encara que uns altres, ja que el producte a manipular és extremadament delicat. La llet és fàcilment afectada/contaminada per la manipulació. En la producció de la llet interactuen innumbrables factors i tots d'una manera o una altra es troben relacionats.

Fonts de contaminació més destacades:

Els microorganismes poden trobar-se en qualsevol lloc: en els animals, en la gent, en l'aire, a la terra, en l'aigua i en la llet. Una llet de bona qualitat, segura per a consum humà, és el resultat de reconegudes pràctiques sanitàries observades al llarg de totes les etapes del procés, des de l'extracció de la llet fins al seu envasament. El nombre de bacteris presents en el producte final reflecteix les condicions sanitàries sota les quals la llet ha estat processada i permet determinar el període de preservació d'aquesta o dels seus derivats. Les principals fonts de contaminació en la llet crua per presència de microorganismes estan constituïdes per superfícies tals com les mamelles de l'animal i els utensilis.

La llet, a l'interior d'unes mamelles saludable, conté relativament pocs microorganismes. No obstant això, s'ha de tenir present que la llet és un producte biològic d'origen animal i, per tant, planteja problemes derivats de la contaminació de la part externa dels mugrons. És possible detectar brutícia – com ferm, fang, palla o altres residus del llit de l'animal - que pot transmetre milions de bacteris a la llet. Una altra font de bacteris la podem trobar en els equips, utensilis, en l'aire, la pols, etc.

El munyidor:

En passar d'un animal a un altre, el munyidor pot transmetre els microorganismes patògens a tot el ramat, la qual cosa contaminaria tota la llet. Una persona que pateix d'alguna infecció també pot infectar la llet, tornant-la no apta per al consum humà. El munyidor exerceix un rol de vital importància en el control dels nivells sanitaris. Ha d'assegurar que es mantingui un estat de netedat en les instal·lacions i utensilis, que els animals estiguin nets i en bon estat de salut, a més d'observar la seva pròpia higiene personal.



Figura 27: Vaca amb elevat risc sanitari i perllongat temps de preparació.
Font: <http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/2018/05/MV-Roberto-Vaca.pdf>

Llet de mala qualitat a causa d'un transport inadequat de la llet:

Els problemes, tant tècnics com econòmics, que presenta el transport de la llet, són menors quan la densitat dels districtes lleters és major. Quan la quantitat de llet recollida per quilòmetre recorregut és baixa, els transports es fan molt llargs amb greus conseqüències sobre la qualitat de la llet a causa de l'agitació perllongada i a l'elevació de la temperatura.



Figura 28: Llencen milers de litres de llet per l'estat dels camins i inundacions que impedeixen el trasllat de la producció. Rivadavia, Argentina, 2017. Font: La Nación. 23/04/2018

També s'han de considerar aspectes pràctics, com per exemple que els camions transportadors de llet no arribin tots a un temps a la recepció de la indústria, sinó d'acord amb un arranjament preestablert, ja que en cas contrari, s'ocasionaran greus pèrdues en la qualitat de la llet.

A l'anterior, s'ha de sumar la contaminació produïda durant el maneig en el munyiment, transport i elaboració, procés on la llet passa per moltes persones i elements.

Contaminació per microorganismes:

La llet a més de ser un mitjà nutritiu, és també un mitjà favorable des del punt de vista físic per a la multiplicació dels microorganismes i per ser un producte d'origen animal subjecte a una gran diversitat de mètodes de producció, es pot contaminar amb un ampli espectre de microorganismes presents en mugrons, canal del mugró, superfícies de la mamella, mamelles mastítiques, aigua contaminada utilitzada en els sistemes de rentatge i equips de munyiment.



Figura 29: Principals factors que predisposen a la mastitis. Font: Producción Higiénica de la leche cruda. Haroldo Magariños.

Els microorganismes que poden contaminar la llet crua són milers, però cal destacar la malaltia de la mastitis a causa de l'extensió i gravetat dels problemes que provoca aquesta malaltia del bestiar lleter, tant en l'ordre de la salut com en l'econòmic.

En el desenvolupament de la mastitis poden intervenir nombrosos microorganismes com bacteris, llevats, floridures, virus i altres agents.

Resultaria molt extens esmentar tots els gèrmens que poden intervenir en la infecció, de manera que només se citaran aquells que participen amb més freqüència i que són els següents:

Staphylococcus aureus, *Streptococcus agalactiae*, *dysgalactiae* i *uberis*; *Corynebacterium pyogenes* i *Pseudomona aeruginosa*.

Els diferents microorganismes poden envair el teixit de la glàndula mamària per diferents vies: la pell, la limfa i la sang, però normalment la via més comuna és externa, penetrant pel canal del mugró.

La informació estadística de diversos països assenyala que la mastitis no ha disminuït en els últims trenta anys i que el 50% del bestiar lleter es troba afectat per aquesta malaltia, com a mitjana, en dues de les seves cambres.

Contaminació de la llet per antibiòtics:

La problemàtica que plantegen els antibiòtics, sulfamides i nitrofurals, quan es troben presents en la llet ocasionen greus problemes en la salut pública i en els processos tecnològics.

Unes de les proves per detectar un ampli espectre d'antibiòtic a la llet es fan a través del test "ECLIPSE", validats per les directrius de la normativa ISO 13969:2003 (E) i es basa en la inhibició del creixement microbià.



Figura 30. Procediments de l'assaig Eclipse. Font: <https://www.zeulab.com/es/productos/residuos-veterinarios/56-eclipse-50.html> 21/05/2020.

Pel que fa a la salut pública, en l'actualitat no es coneixen informes sobre intoxicacions provocades per antibiòtics d'ús comú ingerits a través de la llet i s'explica perquè les seves concentracions resulten ser molt baixes com per provocar un efecte tòxic, amb l'excepció, possiblement, del cloramfenicol, que és capaç de produir, segons a alguns investigadors, anèmia plàstica per depressió de la medul·la òssia, al subministrar dosis baixes per períodes curts de temps. No obstant això, subsisteix el dubte de si el consum d'antibiòtics per l'home, a través d'aliments contaminats,

pot arribar a nivells que determinin una toxicitat de tipus crònic, motiu més que suficient per prohibir la presència d'aquests en els aliments.

Un altre dels problemes que ocasiona en l'ésser humà l'antibiòtic present en la llet, el constitueixen les reaccions de tipus al·lèrgic que es produeixen després d'un període de sensibilització, en el qual es generen en el sistema reticle endotelial anticossos contra la droga administrada que actua com a antigen. El contacte amb els antígens, continuat o periòdic, provoca la reacció al·lèrgica que resulta desproporcionada amb la dosi ingerida.

Un individu sensibilitzat pot presentar quadres al·lèrgics en consumir llet contaminada. L'OMS estableix que per al cas d'administració oral de 40 UI de penicil·lina a l'animal, aquesta dosi pot provocar greus reaccions a les persones al·lèrgiques a la penicil·lina. La qual cosa permet suposar que no haurien de permetre la presència de quantitats traces de penicil·lina en la llet.

A més de la dificultat de les reaccions al·lèrgiques, els antibiòtics presents a la llet poden provocar els següents efectes en el consumidor:

- Alteració de la flora intestinal,
- Estimulació de bacteris antibiòtic-resistents,
- Desenvolupament de microorganismes patògens, i
- Reducció de la síntesi de vitamines.

Des del punt de vista de la salut pública, establir límits màxims permissibles quant al contingut d'antibiòtics en la llet resulta molt difícil i l'ús d'un límit inferior només s'ha de considerar com a solució transitòria.

Rebuig en explotació.

Tota la llet obtinguda es recull en un tanc d'emmagatzematge en el qual el producte es manté a temperatures de refrigeració. Dels tancs, la llet és recollida per camions cisterna, també refrigerats, a través dels quals es transporta fins a la planta processadora.

Una vegada en la central lletera, la llet crua que es rep es tracta per a obtenir llet de consum o derivats lactis. El tipus de tractament que se li aplica abans del seu processament la llet sempre se sotmet a uns tractaments generals que tenen per objecte destruir els microorganismes patògens i adequar la seva composició als tractaments d'elaboració als quals serà sotmesa.



Figura 31. Esquema explicatiu rebuig en explotació. Font: <http://www.agro-alimentarias.coop/ficheros/doc/01616.pdf>

Per la informació cedida per part de “Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación” de l'Estat Espanyol, sobre el principal causes la qual la llet no és apte pel consum humà en el procés de l'emmagatzematge en fase d'explotació són:

2016	
Motiu de rebuig	Suma de litres
TANC	
Acidesa superior a 18°D ¹⁴	74.784
Inestable a l'alcohol	19.315
Neteja inadequada en tanc	4.962
Olor o color anormals	5.882
Altres	72.851
Positius B-lactàmics davant sospita	123.349
Positius en aleatori B-lactàmics	133.693
Positius en aleatori tetraciclins	15.288
Positius en tetraciclins davant sospita	1.443
Temperatura superior a l'establerta	1.693
TOTAL	453.260
CISTERA	
Temperatura superior a la establerta	5.902
Contaminació visible	29.420
Inestable a l'alcohol	57.667
Acidesa superior a 18°D	71.158
Olor o color anormals	151.033
Altres	633.396
Positius a la prova de residus d'antibiòtic	1.255.858
TOTAL	2.204.434

Taula 4. Taula explicativa del rebuig en explotació corresponent a l'any 2016. Font: Informació cedida per la el Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació de l'Estat espanyol.

Com es pot observar en la taula anterior, pel que fa a la quantitat de llet que no és apte per al consum humà, quan l'emmagatzema en tanc durant l'any 2016, és per la presència de positius en aleatori B-lactàmics¹⁵ amb una quantitat de 133.693 litres. I, sense anar més lluny, amb una xifra

14 L'acidesa es mesura per titulació i correspon a la quantitat d'hidròxid de sodi utilitzat per a neutralitzar els grups àcids. Aquest valor es pot expressar en “graus Dornic” (°D).

15 Els antibiòtics beta-lactàmics són una àmplia classe d'antibiòtics (derivats de la penicil·lina (penams), cefalosporines (cefems), monobactams, i carbapenems).

molt propera s'observa que hi ha 123.349 litres amb possibles casos de possibles positius en B-lactàmics, motiu suficient per ser rebutjada.

Pel que fa a l'emmagatzematge en cisterna, durant l'any 2016, la quantitat de llet que és rebutjada també és per la presència de residus d'antibiòtics amb una quantitat d'1.255.858 litres.

2017	
Motiu de rebuig	Suma de litres
TANC	
Acidesa superior a 18°D	117.843
Contaminació visible	74.460
Inestable a l'alcohol	24.907
Neteja inadequada en tanc	6.493
Olor o color anormals	10.852
Altres	315.521
Positius B-lactàmics davant sospita	181.688
Positius en aleatori B-lactàmics	148.289
Temperatura superior a l'establerta	15.670
TOTAL	895.723
CISTERA	
Contaminació visible	10.200
Inestable l'alcohol	218.078
Acidesa superior a 18°D	114.213
Olor o color anormals	84.291
Altres	300.802
Positius a la prova de residus d'antibiòtic	1.218.436
TOTAL	1.969.430

Taula 5. Taula explicativa del rebuig en explotació corresponent a l'any 2017. Font: Informació cedida per la el Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació de l'Estat espanyol.

Pel que fa a l'any 2017, la llet rebutjada emmagatzemada en tancs són altres causes, amb un total de 315.521 litres, que no es determinen en la taula: ni residus d'antibiòtics, ni acidesa superior, ni temperatura superior, etc.

Pel que fa a l'emmagatzematge en cisterna, la principal causa en 2017 és la presència de residus d'antibiòtics, amb un total d'1.218.436 litres.

2018	
Motiu de rebuig	Suma de litres
TANC	
Acidesa superior a 18°D	189.649
Inestable a l'alcohol	45.808
Neteja inadequada en tanc	9.130
Altres	155.065
Positius B-lactàmics davant sospita	109.930
Positius en aleatori B-lactàmics	87.681
Temperatura superior a l'establerta	1.000
TOTAL	598.263
CISTERA	
Acidesa superior a 18°D	183.356
Contaminació visible	16.427
Inestable a l'alcohol	17.245
Neteja inadequada en cisterna	19.347
No consta rentat en fulla de registre	3.864
Olor o color anormals	171.728
Altres	418.778
Positius a la prova de residus d'antibiòtic	1.384.428
Temperatura superior a l'establerta	6.178
TOTAL	2.221.351

Taula 6. Taula explicativa del rebuig en explotació corresponent a l'any 2018. Font: Informació cedida per la el Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació de l'Estat espanyol.

Els resultats que correspon a la taula per l'any 2018, la principal causa de rebuig en emmagatzemada en tanc és pel resultat de tenir una acidesa superior a 18°D, amb un total de 189.649 litres. Pel que fa a en l'emmagatzematge en cisterna, la principal causa de rebuig és de la presència d'antibiòtics en la llet, amb un total d'1.384.428 litres.

2019	
Motiu de rebuig	Suma de litres
TANC	
Acidesa superior a 18°D	46.420
Inestable a l'alcohol	21.708
Olor o colors anormals	2.122
Altres	21.321
Positius B-lactàmics davant sospita	19.123
Positius en aleatori B-lactàmics	7.600
TOTAL	118.294
CISTERA	
Acidesa superior a 18°D	69.881
Inestable a l'alcohol	9.755
Olor o color anormals	57.579
Altres	187.994
Positius a la prova de residus d'antibiòtic	406.146
Temperatura superior a l'establerta	56.689
TOTAL	788.044

Taula 7. Taula explicativa del rebuig en explotació corresponent a l'any 2019. Font: Informació cedida per la el Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació de l'Estat espanyol.

Fins a mitjans de l'any 2019, no es pot intuir la causa principal pel rebuig de la llet emmagatzemada en tanc, encara que per la trajectòria dels anys anterior es pot observar que la causa principal és la presència d'antibiòtics. Igual que la llet emmagatzemada en cisterna, la principal causa de rebuig en els darrers anys és la presència de residus d'antibiòtics.

6.3 La caseïna de la llet.

La llet està composta de totes les diferents biomolècules necessàries per al correcte funcionament del metabolisme, com cal esperar del producte que ens ajuda a créixer res més néixer. En la seva composició podem trobar glúcids, en aquest cas el gairebé únic sucre present és un disacàrid format per una unitat de galactosa i una unitat de glucosa i anomenat lactosa, diferents lípids com a triglicèrids com a font d'alta energia, colesterol, font d'incalculable valor nutricional en la formació de vitamines o hormones, encara que molt demonitzat, i uns altres com a fosfolípids, essencials en la formació de membrana cel·lular, i proteïnes, principalment caseïnes de diferent conformació tridimensional de rellevant importància en diferents processos tecnològics, no només d'indústria alimentària.

La llet conté una sèrie de proteïnes en la que les podem classificar en tres grups diferenciats: caseïna, proteïnes de sèrum i les proteïnes menors. Aquestes últimes presenten glòbuls de grassa en la superfície i només representen l'1% de les proteïnes que contenen la llet. La principal proteïna que abunda a la llet animal és la caseïna, amb una representació del 80% del total de les proteïnes, ocupant al voltant del 26,5 g per litre de llet¹⁶. El 20% restant són proteïnes sèriques (sèrum de la llet).

Dintre d'aquest 80% del total de les proteïnes existeixen tres tipus de caseïna:

- α - caseïna. Es poden diferenciar entre α_{s1} i α_{s2} .
- β - caseïna
- κ - caseïna

Les proteïnes derivades del sèrum de la llet existeixen dos tipus de proteïnes:

- α - Lactoalbúmina (α - LA).
- β - Lactoglobulina (β - LG).

La caseïna és una fosfoproteïna que en la llet s'associa al calci. Aquesta associació de calci i caseïna es coneix amb el nom de caseinogen.

Com a totes les proteïnes és una biomolècula formada per unitats d'aminoàcids. Els aminoàcids, essencials en la formació de noves proteïnes estructurals, enzimàtiques, de transport o de reserva

¹⁶ M. Calvo, Bioquímica de los alimentos.

entre d'altre, són les unitats a través de les quals s'expressa els gens segons el codi genètic segons principi un gen, una proteïna.

Les proteïnes són molècules amb un grup amino (-NH₂) de caràcter bàsic i un grup àcid carboxílic (-COOH) que li dóna una capacitat d'establir unions hidrofòbiques¹⁷ i/o hidrofíliques¹⁸, així com interaccionar electroestàtiques entre ells i efectes tamponador (per la seva capacitat de protonar i desprotonar segons el pH del medi). Aquest fet és fonamental a l'hora de proporcionar a la proteïna la seva activitat, ja que la proteïna nativa presenta una estructura tridimensional gràcies a la qual pot exercir les seves funcions (enzimàtiques, de transport, estructurals, etc.). La proteïna neix, una vegada transcrit el gen que la codifica, com una unió lineal d'aminoàcids que després d'interaccionar genera diferents plegaments a la mateixa fins a proveir-la de la seva estructura en tres dimensions final. Aquestes estructures, conegudes com a estructures terciàries i quaternàries són indispensables per a la seva funció¹⁹.

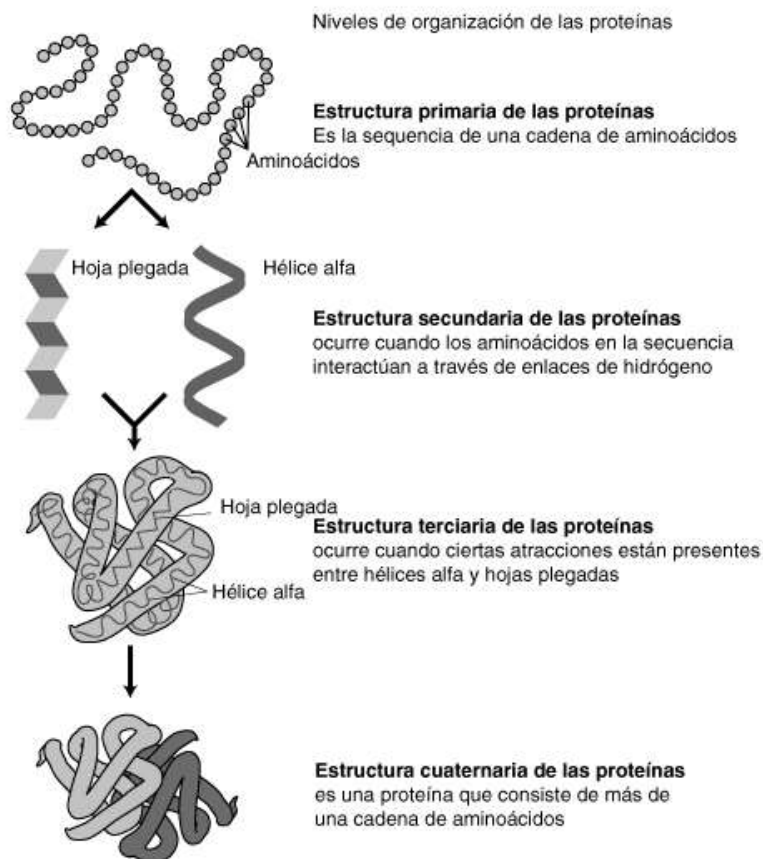


Figura 32: Diferents nivells d'organització de les proteïnes. Font:

<https://ingenigenetico.wordpress.com/>

¹⁷ La molècula no és capaç d'interaccionar amb les molècules d'aigua ni per interaccions ió-dipol ni mitjançant ponts d'hidrogen.

¹⁸ És una molècula que pot enllaçar-se temporalment amb l'aigua a través d'un enllaç hidrogen. Fa soluble les molècules no només en aigua sinó també en altres dissolvents polars.

¹⁹ Ingeiogenetico en bioquímica, nutrición, "Por qué le llaman "mató" cuando quieren decir "queso"?", <https://ingenigenetico.wordpress.com/2012/07/20/por-que-le-llaman-mato-cuando-quieren-decir-queso/>

En aquest estat, les caseïnes són solubles en aigua. No obstant això, aquest plegament pot ser “eliminat” mitjançant l'acció d'agents externs que provoquin un efecte conegut com a “desnaturalització” de les proteïnes. Això és el pas d'estructura quaternària/terciària a estructura lineal primària, segons pot veure's en la figura següent.

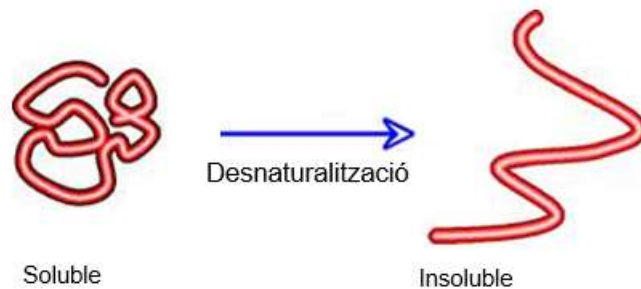


Figura 33: Desnaturalització de la proteïna. Font:

<https://ingeniogetico.wordpress.com/>

Aquesta desnaturalització o eliminació de l'estructura tridimensional de la proteïna és precisament el que passa quan apliquem àcid a un got de llet. Les caseïnes solubles presents en la llet perden la seva conformació terciària i resulten en molècules lineals, insolubles per la pèrdua de les interaccions que mantenen aquesta tridimensionalitat i es produeix la coagulació de la mateixa a causa de la forta acidesa de l'àcid. En coagular, en el coàgul queden les caseïnes desnaturalitzades i part dels lípids, calci i lactosa que es trobaven en la llet en dissolució, si bé una altra part, encara soluble en aigua escapa de la coagulació i queda dissolta en el sèrum de llet. Cal destacar que la llet en si mateixa no és una veritable dissolució, doncs els lípids continguts en ella, i totalment hidròfobs formen micel·les insolubles suspeses en la solució.

El punt Isoelèctric (o pH isoelèctric) de la caseïna és 4,6. En aquest nivell de pH, la caseïna es troba en el punt menys solubilitat a causa de repulsions intermoleculares per la qual precipita. En solució aquosa a pH de 6,8 les caseïnes tendeixen a formar polímers, és a dir, associacions de molècules idèntiques. No obstant això, es mantenen completament solubles, encara que en presència de calci iònic el seu comportament és diferent on solament la κ - caseïna és soluble a temperatura ambient, la β - caseïna sola és soluble a temperatura inferior a 5 °C i les caseïnes α_{s1} i α_{s2} són insolubles en aigua en un ampli rang de temperatures.

Totes les caseïnes són molècules de gran grandària que conté fòsfor i un gran nombre d'aminoàcids, moltes encara que no totes les caseïnes existeixen en partícules col·loïdals cridades micel·les de caseïna. Les partícules són voluminoses, ja que contenen més aigua que caseïna. Tota la caseïna està en solució quan la concentració, el pH i força iònica són les de la llet encara que a menor quantitat de Ca^{2+} (ió de calci) es formen petits agregats. No existeix acord sobre la seva grandària, havent-se assenyalat diàmetres de 10 a 20 nm (un nanòmetre és igual a 10^{-9} m) i pesos moleculars donis de 250.000 a 2.000.000 d'aquí que continguin d'entre 10 i 100 molècules de caseïna²⁰.

Els polímers estan construïts per cents i milers de molècules individuals i formen una solució col·loïdal. Aquestes molècules complexes són conegudes com a micel·les de caseïna. Les micel·les de caseïna consisteix en un complex de submicel·les, amb un format mitjà de micel·les al voltant de 400 a 500 submicel·les i poden tenir una llargada de 0,4 micròmetres (0,0004 mm).

Les submicel·les es formen a partir de la interacció constant entre la caseïna α , β i κ . Cal destacar la funció fonamental de la κ -caseïna per establitzar la micel·la, especialment contra la precipitació de les altres fraccions proteíniques per l'acció del calci o dels enzims. En tot això, s'estableix que aquestes unitats hidròfobes entre les molècules de proteïnes assegurin l'estabilitat de la micel·la.

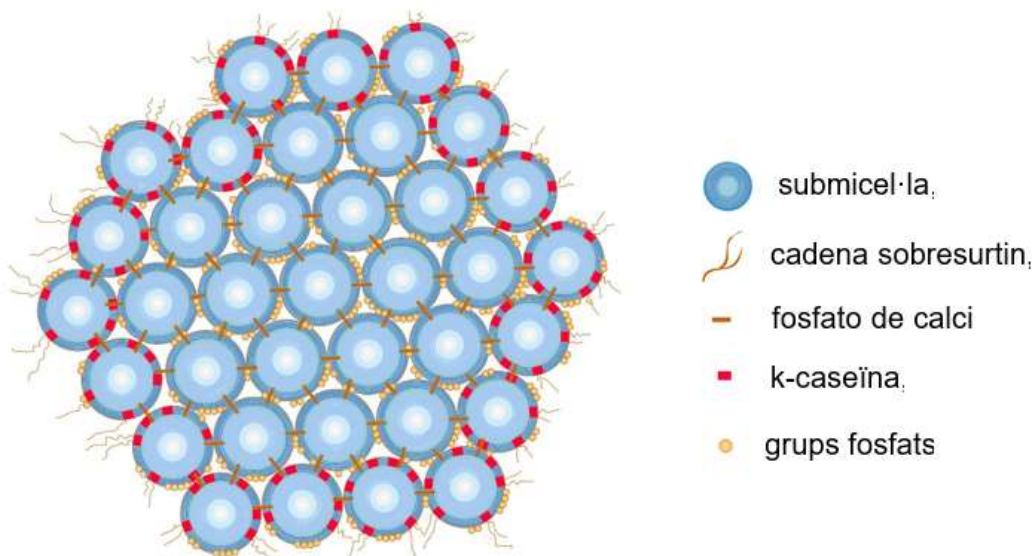


Figura 34: Micel·la de la caseïna. Font: <http://alimentos.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/57/2016/03/11a-Leche.pdf>

²⁰ Tesis (Doctorado en Tecnología avanzada), Instituto Politécnico Nacional, Estudio de la interacción de los biopolímeros caseína y almidón por el proceso de extrusión, noviembre 2004.

El fosfat de calci i les interaccions hidrofòbiques entre les submicel·les són responsables de l'estabilitat de les micel·les de caseïna. Les parts hidrofíliques de κ -caseïna contenen grups de carbohidrats que es projecten des de l'exterior del complex de micel·les (cadena sobresurtin) el més important és que estabilitzen les micel·les impedit l'agregació. La renina utilitzada en la primera part del procés de fabricació de formatges desprèn el carbohidrat de la superfície de les micel·les de α -caseïna. Així les micel·les perdran la seva solubilitat i comencen a agregar-se per formar un coàgul.

A baixa temperatura l'estructura de les micel·les és afeblida perquè les cadenes de α -caseïna comencen a dissociar-se, a més que l'hidrofostat de calci deixa l'estructura de la micel·la. L'explicació d'aquest fenomen és que la β -caseïna és la caseïna més hidrofòbica i les interaccions hidrofòbiques són afeblides quan la temperatura és disminuïda. La hidròlisi de β -caseïna a α -caseïna i la proteasa-peptona (que trenquen l'estructura) signifiquen una menor productivitat de coàgul a causa que les fraccions de proteasa-peptona es perden en el sèrum.

Característiques físiques i químiques de la caseïna

Totes les proteïnes de caseïna són àcides perquè contenen molts àcids glutàmic i aspàrtic, en les caseïnes el contingut de prolina és molt alt. Aquest aminoàcid està distribuït amb molta regularitat al llarg de la cadena peptídica, el que el fa improbable la presència d'estructura ordenada (α hèlix o estructura β).

Hi ha altres components com la caseïna α_{s1} i la caseïna β que no tenen la substància cisteïna, mentre que la caseïna α_{s2} i els seus derivats, així com la caseïna κ , que contenen dos residus de cisteïna per molècula.

La composició en aminoàcids de les caseïnes li confereixen una hidrofobicitat mitjana, lleugerament superior a la de la majoria de les proteïnes globulars, aquesta propietat li permet a les caseïnes associar-se molt fàcilment en complexos. El coneixement de característiques estructurals de les proteïnes de la llet permet preveure un cert nombre de propietats físiques i fisicoquímiques com la càrrega elèctrica la qual pot ser modificat per la fixació d'ions calci.

Caseïna α_{s1}

La localització de les càrregues i de les cadenes laterals hidròfobes és molt irregular. Això confereix a la molècula un comportament di-polar, amb un polo globular molt més hidròfob i un polo carregat.

Caseïna α_{s2}

És la caseïna molt hidròfoba amb una hidrofobicitat pròxima a la de les proteïnes globulars perquè és més fosforilada amb 10 a 13 residus fosforil/mol i per ser la més rica en residus catiónics.

Caseïna β

És la més hidròfoba de les caseïnes, les parts estan fortament carregades i estan separades per una fracció hidròfoba molt llarga. La molècula presenta un caràcter anfipolar molt marcat.

Caseïna κ

Entre les diferents fraccions que constitueix la caseïna entera, la caseïna κ es distingeix malgrat la seva petita proporció del 13%, ja que és soluble en presència de calci el que li dona estabilitzant enfront del calci. Posseeix un paper de col·loide protector cosa que li permet la formació de micel·les estables en presència de calci²¹.

Densitat

La densitat de les proteïnes de la llet està al voltant d'1,3 g/ml, però hi ha una concentració de volum en el curs de la dissolució que varia del 5 al 8% a causa de la càrrega de les molècules. El volum específic de la caseïna la densitat és de 0,774 a 0,731 g/ml; corresponent a una densitat d' 1,292 en estat sòlid i 1,367 g/ml en solució. Pel que fa a la proteïna β – lactoglobulina, el volum específic és de 0,802 g/ml a 0,751 g/ml i la densitat de 1,247 a 1,331 g/ml. El volum específic d'una proteïna va en funció amb la composició en aminoàcids²².

²¹ Universidad de Córdoba, "Producción Animal y Gestión de Empresa", http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/02_17_37_10a_leche.pdf

²² CH. ALAIS, 2003

6.4 Obtenció de la caseïna, procediment experimental:

Generalitats:

La caseïna està present en la llet en forma de partícules col·loïdals o micel·les²³ i és senzill separar per una precipitació isoelèctrica. La coagulació de la llet s'aconsegueix generalment mitjançant el procés combinat de la reducció del pH. L'acidesa redueix la salubritat de les caseïnes a mesura que el pH (pH 7) s'aproxima a 4,6, el seu pH isoelèctric²⁴ i accelera la coagulació enzimàtica.²⁵

Per fer l'extracció utilitzarem mètodes bioquímics per a la purificació parcial de proteïna, basats en les seves propietats de solubilitat.

La precipitació àcida és en forma parcial perquè els grups àcids és protone²⁶ i deixen de repel·lir-se les micel·les a causa d'una baixada de pH causada per l'àcid làctic. El procés té lloc amb qualsevol àcid.

Depenent de la quantitat i fortalesa de l'àcid agregat, la precipitació és més o menys dràstica i completa, donant productes de consistència pastosa, com la llet àcida, o en forma de gel, com en el cas de iogurt fins a una precipitació completa amb separació del sèrum²⁷.

Materials utilitzats:

- Dos gots de precipitat de 250 ml.
- Vareta agitadora.
- Embut de vidre mitjà.
- Paper de filtre.
- Termòmetre.

²³ Col·loïdals o micel·les és un conglomerat de molècules que formen una monocapa biològica quan es troba en fase col·loide i que té certes propietats tensioactives i/o amfifíliques (que posseeixen un extrem hidrofílics, és a dir, que és soluble en aigua, i un altre que és hidròfob, la qual cosa rebutja l'aigua). "Viquipèdia Font: <https://ca.wikipedia.org/wiki/Micel%C2%B7la>

²⁴ El punt isoelèctric és quan el punt isoelèctric a pH en el qual la concentració de Zwitteri3n és m3xima (l'amino3cid no preseta c3rrega neta). En aquest voalor de pH la salubritat de la subst3ncia es casi nul·la. "Viquipèdia 10/052018. Font: https://es.wikipedia.org/wiki/Punto_isoel%C3%A9ctrico".

²⁵ Owen P. Ward, 1989.

²⁶ La protonaci3n és un procés químic en què un prot3 s'afegeix (H+) a un 3tom, molècula o i3. Font: "Viquipèdia 13/03/2018, <https://ca.wikipedia.org/wiki/Protonaci%C3%B3>".

²⁷ Gustavo Jes3s Ortega L., 2005

- Bàscula.

Reactius per grup:

- Àcid acètic.
- Aigua destil·lada.
- Llet entera normal (1 litre).

Desenvolupament experimental. Aïllament de la caseïna.

Per a portar a terme la fase experimental de l'extracció de la caseïna s'ha utilitzat com a guia una pràctica de laboratori "Extracción de la caseína y determinación del punto isoeléctrico" de Físico-química de Biomolècules, Biotecnologia²⁸.

Aïllament de la caseïna del sèrum de la llet.

1. Col·locar una quantitat determinada de llet en un got de precipitació.
2. Procedim a acidificar amb un àcid acètic.
3. Addicionem àcid acètic fins que s'observa que es forma un precipitat (la llet es talla).
4. Deixem sedimentar i filtrem sobre paper de filtre utilitzant un embut de vidre.
5. Rentem el sediment addicionant aigua destil·lada al precipitat, per eliminar residus de lactosa i àcid.
6. Col·loquem el precipitat en un got de precipitació petit prèviament pesat i tornem a pesar el pot amb el precipitat.
7. Llencem el líquid (sèrum) deixant el precipitat blanc de fàcil manipulació que és la caseïna, en forma de massa blanca.

Assecament de la caseïna:

Per a assecar el producte obtingut estenem la caseïna sobre una superfície i la introduïm al forn a una temperatura constant de 20 °C durant 48 h.

²⁸ Universidad de Pablo de Olavide, Sevilla.



Figura 35: Massa de caseïna estesa preparada per a introduir-la al forn. Foto pròpia,



Figura 36: Massa de caseïna assecada al forn. Foto pròpia.

La mostra núm. 1 i la mostra núm. 2 tenen la mateixa composició, el fet d'estar dividida és per tenir un gruix de caseïna suficientment prima per facilitar l'asseccament.

Després d'estar exposades les mostres a temperatura constant s'han obtingut els següents resultats:

	Pes massa sense assecar (g)	Pes de la massa assecada (g)	Pèrdua de pes (g)
Mostra 1	331	238	93
Mostra 2	341	243,4	98

Triturat de la caseïna:

Per poder diluir la caseïna s'ha de triturar la caseïna amb una granulometria el més fi possible per facilitar la seva dissolució. En aquest cas s'ha utilitzat un triturador domèstic.

Dissolució de la caseïna en un medi bàsic:

Per conèixer si la caseïna és soluble en un medi bàsic, es fan 3 dosis, amb diferents quantitats d'hidròxid de sodi:

- La primera dosi està feta amb un 40% de solució d'hidròxid de sodi.
- La segona dosi està feta amb un 20% de solució d'hidròxid de sodi.
- La tercera dosi està feta amb un 10% de solució d'hidròxid de sodi.

Les dosis l'hem fet amb una relació del 50% / 50% homogeneïtzant-ho passant d'un recipient a un altre.



Foto 37: Massa de caseïna triturada. Foto pròpia,



Figura 38: Preparat d'hidròxid de sodi de 40%, 20% i 10% respectivament. Font pròpia.

Tenint la solució dosificada en els recipients, emplenem els tubs d'assaig per tal d'introduir una petita quantitat de caseïna solidificada, tal com es mostra en la figura 40.



Figura 39: Introducció de la caseïna solidificada i triturada en el tub d'assaig. Foto pròpia.

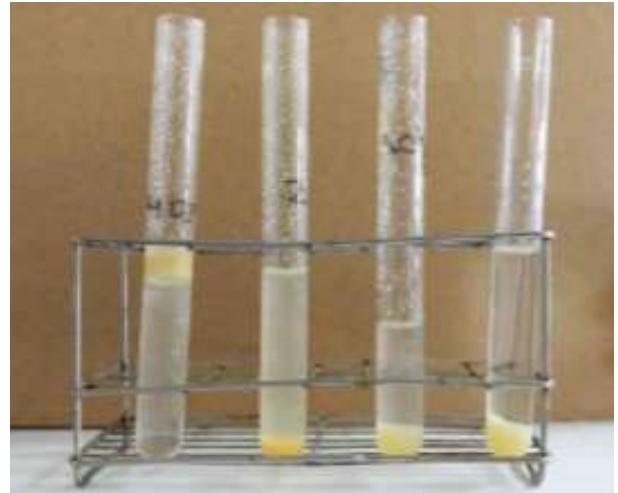


Figura 40: Provetes amb dosis de caseïna i hidròxid de sodi al 40%, 20% i 10% respectivament. La proveta de la dreta conté només aigua destil·lada. Foto pròpia.

Les diferents reaccions estan clarament definides quan s'observa que la caseïna està en repòs a la part baixa del tub d'assaig o quan s'observa part dels greixos surant.

En la foto 6 es pot veure les diferents dosis i diferents dissolucions:

- La proveta de la dreta conté aigua destil·lada i una petita dosi de caseïna. En aquesta proveta es pot observar que l'aigua és totalment transparent i que tota la caseïna està al fons de la proveta. No existeix dissolució.
- La següent proveta conté 10% de solució d'hidròxid de sodi. Es pot començar a observar una terbolesa, però la caseïna no es dilueix i, per tant, no allibera els greixos.
- La següent proveta conté el 20% de solució d'hidròxid de sodi. En aquesta proveta es pot observar que la quantitat de caseïna en el fons és menor i la caseïna ja comença a dissoldre. Podem veure també que comencen a surar els greixos que s'han alliberat de la caseïna.
- La proveta de l'esquerra conté el 40% de solució d'hidròxid de sodi. La caseïna s'ha diluït i ha alliberat tot el greix que contenia. No queda res en repòs.

Després de 48 hores es torna a analitzar si la caseïna, amb diferents solucions, s'ha dissolt. S'observa que el pH és molt baix a causa de l'àcid acètic. El punt isoelèctric de la caseïna està a prop de 4,6. Això implica que si posem un pH àcid a prop d'aquest punt llavors la precipitem perquè tindrem un total equilibri de càrregues positives i negatives. Ara bé si posem un pH diferent a aquest fomentarem que aparegui separació de càrregues a conseqüència que els aminoàcids de la caseïna són ionitzables.

A conseqüència dels nivells de pH obtinguts no és una bona solució. Els resultats aconseguits de la re-dissolució de la caseïna no són els esperats

Per simplificar l'obtenció de la caseïna en el laboratori, es decideix per adquirir caseïna ja aïllada i triturada a una empresa comercial. D'aquesta manera simplifiquem temps (en aïllar, assecat i triturat de la caseïna) i diners.

7. 2ª ETAPA EXPERIMENTAL. Assajos físics i tèrmics de les diferents solucions de caseïna.

Obtingut el producte, amb diferents solucions, es determinarà les principals propietats. Les sotmetrem a comparació amb altres materials del mercat per a fer una anàlisi del producte més detallat.

7.1 Provetes

En aquest apartat s'explica detalladament el procés de fabricació de les provetes, des del moment que es dissol la caseïna fins al producte final, és a dir, la caseïna solidificada.

Mitjançant aquestes provetes es realitzaran els assajos necessaris per a determinar la densitat i les propietats tèrmiques amb dues sèries diferents, determinats en els corresponents apartats posteriors d'aquesta mateixa memòria.

Convé ressaltar que l'estudi i els assajos del material obtingut per utilitzar-lo en el sector de la construcció, no hi ha normativa específica de les provetes fetes. És per aquest motiu que es va decidir conjuntament amb el Dr. Miquel Àngel Chamorro, tutor d'aquest treball final de grau, i el Dr. Jose Alberto Mèndez, col·laborador en el desenvolupament del nou producte, les característiques rellevants d'aquest producte.

Pel que fa al nombre d'assajos a realitzar, en un primer moment, es va decidir realitzar una sèrie d'assajos per tal de determinar les propietats físiques, mecàniques i tèrmiques d'aquest nou producte. A efectes de l'alt cost que té realitzar les provetes i que ha d'assumir l'autor d'aquest projecte, es va decidir només realitzar les propietats tèrmiques. És per això que el nombre d'assajos d'aquest treball és molt limitat.

Desenvolupament experimental. Dissolució de la caseïna a partir d'una dissolució reguladora o "tampó químic".

La mesura del pH dona una informació precisa de l'estat de frescor de la llet. Una llet fresca normal és neutra o lleugerament àcida, més o menys com l'aigua pura (pH 7 a 20 °C). Si han actuat els bacteris làctics, una part de la lactosa de la llet es degrada a àcid làctic, la qual cosa fa que augmenti la seva concentració d'ions hidroni²⁹ (H_3O^+), per tant, el pH disminueixi, ja que:

$$pH = \log \frac{1}{H_3O^+}$$

Si el pH < 6.5, la llet és àcida³⁰.

²⁹ També anomenat oxoni, és el catió derivat de la coordinació d'un protó H^+ , sobre l'oxigen de l'aigua H_2O .
Font: <https://ca.unionpedia.org/Oxidani>

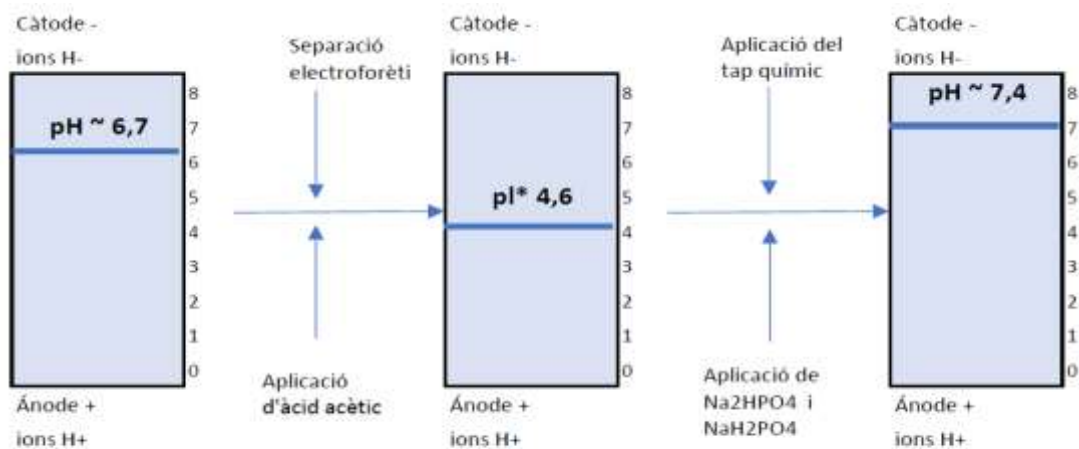
³⁰ F.M. Luquet, 1991

La càrrega elèctrica neta d'una molècula és la resultant de les càrregues de tots els grups ionitzables. Les molècules, la càrrega elèctrica de les quals neta és positiva, negativa o zero, segons el pH del mitjà, es denominen amfòlits. Poden ser aminoàcids, nucleòtids o proteïnes, i totes elles tenen propietats especials segons la tècnica de separació electroforesi³¹. El pH de càrrega elèctrica neta és zero, rep el nom de punt isoelèctric (pI). Si el pH del mitjà és superior al punt isoelèctric, la càrrega elèctrica de la molècula serà negativa i es mourà cap a l'ànode. Si el pH del mitjà és inferior al punt isoelèctric, la càrrega elèctrica de la molècula serà positiva i es mourà cap al càtode.

La major part de les tècniques electroforètiques es realitzen a un pH constant (per mitjà d'una dissolució reguladora). La major part dels components que es volen separar tenen la càrrega elèctrica neta òptima per dur a terme aquesta separació³².

Per tant, per tornar a dissoldre la caseïna és convenient de fer una dissolució reguladora tap químic per fer migrar les molècules cap al càtode (ions OH⁻) o ànode (ions H⁺) en funció de la seva càrrega, és a dir, s'ha de desviar del punt isoelèctric per tal que sigui suficientment soluble.

Per a la caseïna, ha de tenir un pH 8. D'aquesta manera genera càrregues positives que fa que la dissolució fos factible. Posar un tampó implica que el pH romandrà més o menys constant al llarg de tot el procés



pI = punt isoelèctric, càrrega neta zero

Figura 41: Esquema del procés d'isoelectroenfocament (és una tècnica de separació de molècules carregades, basada en l'electroforesi i és molt utilitzada en tècniques bioquímiques i/o biotecnològiques).

³¹ És una tècnica que s'utilitza per fer la separació de la molècula segons la mobilitat d'aquesta en un camp elèctric. La separació es pot fer de diferents formes: superfície hidratada d'un suport sòlid, a través d'una matriu porosa o bé en solucions. Font: <https://es.wikipedia.org/wiki/Electroforesis>

³² X. Fuentes Arderiu, 1998.

Procediment de la fabricació de la dissolució reguladora o “tampó químic”.

El tap químic o la dissolució reguladora impedeix o esmorteix les variacions del pH; això és, l'addició d'una certa quantitat d'àcid o base no modifica, o ho fa lleugerament, el pH. Aquestes solucions estan formades per una mescla d'àcid dèbil i les seves sals (per exemple, àcid acètic/acetat sòdic) o per una base feble i les seves sals (hidròxid amònic/clorur amònic)³⁴.

El pH d'una solució reguladora es pot calcular, coneixent la concentració dels seus components i les constants de ionització, mitjançant l'equació d'Henderson-Hasselbalch³⁵.

L'expressió d'Henderson-Hasselbalch és la següent:

$$pH = pK + \log \frac{[sal]}{[àcid]}$$

on:

pK: és la constant de la dissolució de l'àcid, 7,21.

sal: espècie bàsica,

àcid: espècie àcida.

L'equació implica l'ús de les concentracions d'equilibri de l'àcid i la seva base conjugada.

Per al càlcul del pH en dissolucions tampó, generalment es fa una simplificació i s'utilitzen les concentracions inicials de l'àcid i la sal, per tant, s'ha de tenir en compte que el valor obtingut és una aproximació i que l'error serà major com més gran sigui la diferència de les concentracions d'equilibri amb les de partida (constant d'equilibri alta).

En la mateixa aproximació, tampoc es considera l'aportació de l'aigua, la qual cosa no és vàlid per a dissolucions molt diluïdes.

Dons, per un **pH 8** s'ha utilitzat les següents dosis:

$$pH = pK + \log \frac{[Na_2HPO_4]}{[Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O]}$$

³³ P. Roca, 2003.

³⁴ J Maria Tejón Rivera, 2006.

³⁵ L'equació de Henderson-Hasselbalch s'utilitza amb molta freqüència en treballs d'investigació amb materials biològics. (J.Mª Tejón).

$$pH = 7,21 + \log \frac{[28,4 \text{ gr}]}{[5,06 \text{ gr}]}$$

On:

Na₂HP0₄ : Dihidrat fosfat de sodi monobàsic.

Na₂HP0₄·2H₂O: fosfat de sodi bibàsic.

pK: és la constant de la dissolució del àcid, 7,21.



Figura 42: Elements de la fabricació del "tap químic" Font: Elaboració pròpia.



Figura 43: Resultat del "tap químic" Font: Elaboració pròpia.



Figura 44: Mescla de la caseïna en pols amb el preparat de fosfat sòdic. Font: Elaboració pròpia.

Per a preparar la solució que donarà lloc a l'escuma, s'ha de mesclar la preparació de fosfat sòdic, anteriorment preparat, amb una quantitat determinada de caseïna granulada (la quantitat de caseïna aplicada anirà en funció de les diferents solucions fabricades), com es mostra a la figura 44.

Com a resultat, les redissolucions de la caseïna està en estat líquid. Per transformar aquest líquid en un material sòlid s'ha d'eliminar tota l'aigua, tanmateix, aquesta mescla de fosfat de sodi i la caseïna diluïda es posa en un motlle d'alumini per quan la solució estigui sòlida es pugui trencar el motlle sense malmetre la mostra obtinguda.

Creació de provetes amb el procediment de liofilització.

En la física i la química es denomina canvi d'estat a l'evolució de la matèria entre varis estats d'agregació sense que tingui un canvi en la seva composició. Existeix un punt on l'aigua es troba en tres estats al mateix:

- **Sòlid:** les partícules en un sòlid es troben lligades entre elles. Pren forma del recipient que la conté.
- **Líquid:** les partícules no s'estan de forma ordenada i el lligam entre les molècules es trenquen. Les partícules estan molt juntes les unes de les altres. El líquid és pràcticament incompressible.
- **Vapor:** l'agitació i la desorganització de les partícules és màxim. Les molècules estan molt separades les unes de les altres i és un gas compressible. El vapor d'aigua ocupa tot el recipient i es nota que el vapor d'aigua és invisible.

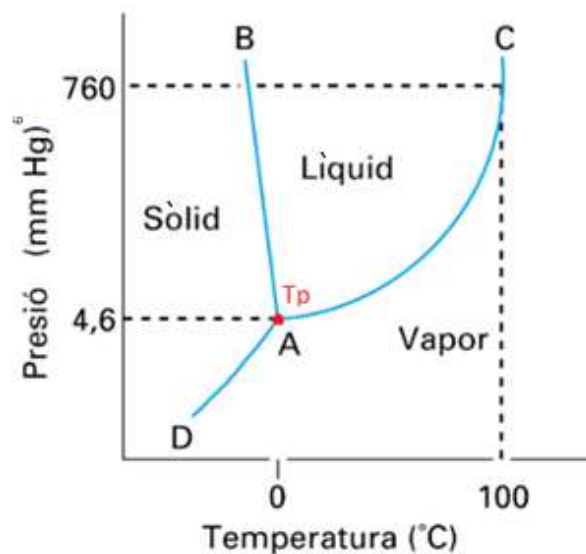


Figura 45: Representació gràfica canvi d'estat. Font: <https://billiken.lat/para-tus-tareas/los-estados-del-agua/>

És molt important fer constar que en tots els canvis de fase de les substàncies, aquestes no es transformen en altres substàncies, només canvia el seu estat físic.

Si es representen totes les corbes d'equilibri entre les diferents fases en un mateix gràfic, s'obté el diagrama de fases de la substància de l'aigua. Aquest tipus de diagrama mostra en forma global les condicions en què cada fase és estable i en les quals dues o més d'elles poden coexistir.

En la gràfica 5 es mostra el diagrama de fases per a l'aigua. La corba D-A representa les condicions d'equilibri entre les fases sòlida i gasosa; A-C correspon a l'equilibri líquid-gas i la A-B a l'equilibri líquid-sòlid. En el diagrama hi ha un punt (T_p) en el qual coincideixen totes les corbes; a aquest punt se'l denomina punt triple, doncs són tres les fases que coexisteixen en aquestes condicions de temperatura i pressió (0,0098 °C i 4.579 mmHG³⁶). També s'ha indicat sobre la corba A-C la temperatura d'ebullició normal de l'aigua (E_t).



Gràfica 5: Diagrama de fases de l'aigua (no està a escala). Font: BaseQuímica del medio ambiente, M^a P. Cabildo Miranda. 2013

Si observem el diagrama de fases de l'aigua, presenta una característica que ho fa únic. Aquesta característica és el pendent de la corba d'equilibri sòlid-líquid (A-B) que és negativa. Aquest fet es deu al fet que la densitat de l'aigua sòlida és menor que la de l'aigua líquida. Cap altre líquid presenta aquesta característica, que resulta clau per a la vida al nostre planeta³⁷.

³⁶ La pressió es mostra en mmHG que equival a 1 atm. (1 atm equival a 760 mmHG).

³⁷ E. J. Bottani, 2006.

Sistema de liofilització.

La liofilització es basa en el fenomen físic de la sublimació de l'aigua o bé d'un dissolvent orgànic o de mescles aquós-orgàniques que estiguin congelades; el dissolvent congelat sublima directament a vapor sense passar per l'estat líquid. Habitualment, quan es treballa amb proteïnes o material biològic, el dissolvent a eliminar és aigua.

El procés de liofilització pot descriure's en quatre fases:

1. **Congelació:** S'ha de congelar ràpidament el producte a una temperatura per sota de la seva eutèctica³⁸.
2. **Tractament al buit:** Cal eliminar l'aire i altres vapors no condensables de la càmera a fi de facilitar la migració del vapor.
3. **Escalfament:** Habitualment es treballa a temperatura ambient, però si és necessari, es pot escalfar la mostra congelada amb molta cura per accelerar el procés d'assecatment. Aquesta fase no és convenient, ja que pot variar les propietats dels productes per sobre de la temperatura ambient.
4. **Condensació:** (Sublimació inversa): Fixació de les molècules d'aigua en forma de gel sobre la superfície del condensador del liofilitzador.



Figura 46: Liofilitzador model: de la EPS de la UdG. Font pròpia

³⁸ El punt eutèctic és una mescla de dos components amb punt de fusió (solidificació) o punt de vaporització (liqüefacció) mínim, inferior al corresponent a cadascun dels compostos en estat pur. Això ocorre en mescles que posseeixen alta estabilitat en estat líquid, els components del qual són insolubles en estat sòlid. <https://es.wikipedia.org/wiki/Eut%C3%A9ctico> 12/06/2018.

L'objectiu de la liofilització és obtenir un producte sec, que quan se li torna a afegir aigua o dissolvent, present a les mateixes característiques que el producte original (forma, color, aroma, sabor i textura). La liofilització redueix les pèrdues de qualitat degudes a la deterioració de la mostra per reaccions químiques i/o per degradació enzimàtica³⁹.

Quan tenim la caseïna diluïda en el fosfat sòdic, “tap químic”, es processa a la seva congelació. Prèviament, ho congelem amb un congelador convencional a una temperatura de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ aproximadament i, quan està preparat el liofilitzador, baixarem a una temperatura de $-74\text{ }^{\circ}\text{C}$ amb l'ajuda del nitrogen líquid⁴⁰. Un cop congelat es processa a la liofilització.

Solubritat del producte obtingut.

Si definim la característica de solubritat trobem que és una qualitat de substància que es pot dissoldre en una quantitat específica de solvent.

Per conèixer el comportament de material obtingut amb l'aigua, es fa una comprovació. Posem la proveta núm. 2.1.1 (aquesta mostra en una concertació de caseïna de 10 g de caseïna per cada 100 ml de “tampó químic”) submergida amb aigua durant un temps de 24 h en repòs.



Figura 47: Mostra d'assaig ja solidificada amb el liofilitzador. Font pròpia



Figura 48: Mostra d'assaig solidificada i submergida en aigua 5 minuts. Font pròpia 18/07/2018.



Figura 49: Mostra d'assaig disgregada en aigua passat 24 hores. Font pròpia.

³⁹ “Técnicas y operaciones avanzadas en el laboratorio químico (TALQ)”. Grupo GIDOLQUIM. (<http://www.ub.edu/talq/es/node/284>).

⁴⁰ El nitrogen líquid és nitrogen pur en estat líquid a una temperatura igual o menor a la seva temperatura d'ebullició, que és de $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a una pressió d'una atmosfera. El nitrogen líquid és incolor.

Pel que fa a la seva observació, es pot identificar clarament una lleugera descomposició quasi a l'instant, només transcorregut 5 minuts. Pel que fa al passat 48 hores, es pot observar la desintegració total del producte.

A efectes de l'assaig podem observar que, transcorregut 48 hores, torna en estat líquid, és a dir, aquest producte és soluble en aigua.

Com a conseqüència, aquesta prova determina quin tipus d'assaig es podrà portar a terme, com per exemple les determinacions de les densitats, entre d'altres.

Dosificació i classificació de provetes.

Les provetes de caseïna s'han fabricat totes amb el mateix mètode, és a dir, amb el sistema de liofilització. L'única diferència és la quantitat de caseïna aplicada. S'estudiarà la manera en què afecta les diferents concentracions, si augmenta o disminueix les seves propietats.

Les diferents concentracions de caseïna que s'ha aplicat són:

- Primera sèrie, per cada 100 ml de tampó de fosfat conté 10 grams de caseïna.
- Segona sèrie, per cada 100 ml de tampó de fosfat conté 20 grams de caseïna

Per la identificació de les provetes s'ha creat una nomenclatura. Aquesta nomenclatura està associat amb: el número de referència associat a l'assaig, el número de sèrie d'aplicat (tipus de concentració afegit) i, dintre de l'assaig, el número de proveta per l'assaig determinat.

Un exemple de la nomenclatura és la següent:

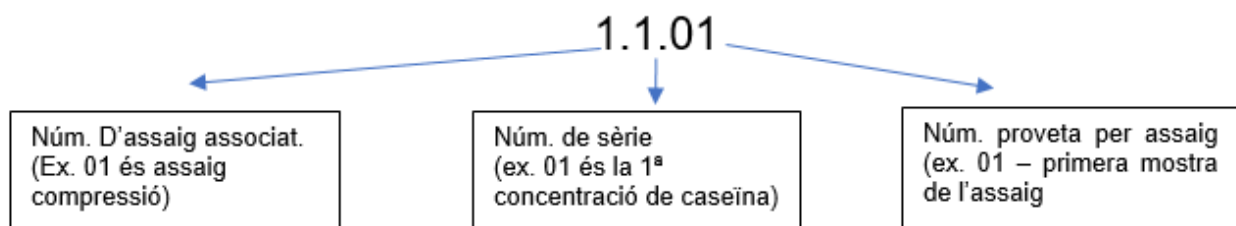


Figura 50: Exemple de nomenclatura provetes d'assaig. Font pròpia.

Amb la taula següent, es mostren totes les referències de les provetes d'assaig:

	Nomenclatura	Assaig	Data de fabricació
1	1.1.1	Conductivitat tèrmica	04/06/2021
2	1.1.2	Conductivitat tèrmica	04/06/2021
3	1.1.3	Conductivitat tèrmica	14/06/2021
4	1.1.4	Conductivitat tèrmica	14/06/2021
5	1.1.5	Conductivitat tèrmica	14/06/2021
6	1.1.6	Conductivitat tèrmica	14/06/2021
7	1.2.1	Conductivitat tèrmica	01/10/2021
8	1.2.2	Conductivitat tèrmica	01/10/2021
9	1.2.3	Conductivitat tèrmica	01/10/2021
10	1.2.4	Conductivitat tèrmica	01/10/2021
11	1.2.5	Conductivitat tèrmica	01/10/2021
12	1.2.6	Conductivitat tèrmica	01/10/2021
13	2.1.1	Solubritat	06/06/2018
14	3.1.1	Tomografia Axial Computeritzada	26/03/2018

Taula 8: Nomenclatura provetes d'assaig. Font pròpia.



Figura 51: Imatge del producte resultant sèrie 1. Font pròpia



Figura 52: Imatge del producte resultant sèrie 2. Font pròpia.

Com es determina en l'apartat anterior, a continuació mostrem una representació gràfica de tot el procés de fabricació de les provetes d'assaig, des de l'obtenció de la matèria primera fins al producte final.

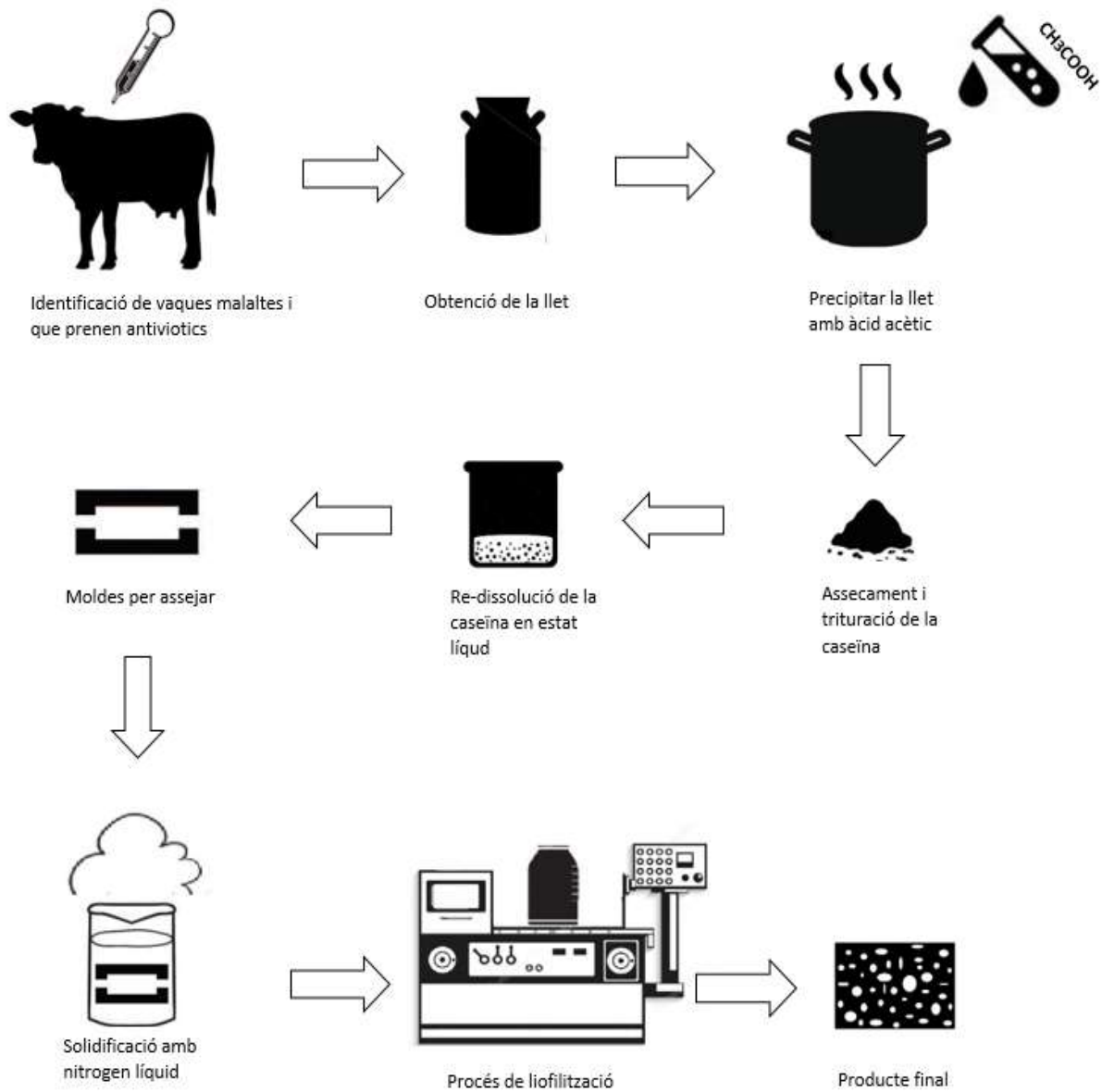


Figura 53: Representació gràfica de l'obtenció del producte. Font pròpia.

7.2 Determinació de densitats

La densitat és la relació que existeix entre la massa i el volum d'un cos. La densitat és directament proporcional al valor de la massa i inversament proporcional al volum del cos. Les unitats de mesura de la densitat en el Sistema Internacional és el quilogram per metre cúbic (kg/m^3) i s'expressa amb tres xifres significatives.

D'acord amb el concepte de densitat, existeixen diferents tipus de densitat i, per les circumstàncies d'aquest projecte, estudiarem la densitat aparent únicament.

La densitat aparent d'un material o d'un cos és la relació entre el volum i el pes en sec, inclouen buits i porus que continguin. Els factors que afecten la densitat aparent són la composició i l'estructura.

Si els valors són alts, significa que el material és compacte o poc porós, que té poca porositat en la seva composició, si té poca porositat, la conductivitat tèrmica un major valor.

Per a realitzar l'assaig s'ha basat en la normativa UNE-EN 1602:2013 "Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la densidad aparente", a causa de la similitud d'aplicacions entre els panells d'escumes que s'utilitza actualment en la construcció.

Com s'ha esmentat anteriorment, la densitat és la relació entre:

Volum

El volum és una magnitud definida com l'espai ocupat per un cos, és una magnitud definida com l'espai ocupat per un cos, és una propietat extensiva⁴¹ de la matèria i la seva unitat fonamental en el Sistema Internacionals és el metre cúbic (m^3).

Els cossos sòlids, generalment no són cossos simples, sinó que poden estar formats per tres fases:

- Una part sòlida formada per les partícules que constitueixen la massa del cos
- I una altra part, gasosos i/o líquids ocupats per espais lliures.

⁴¹ La propietats extensives son aquelles que depenen de la quantitat de matèria considerada y són additives. Entre elles tenim el pes, el volum i la massa. Són additives perquè el valors d'una mateixa propietat extensiva es poden sumar.

El volum ocupat per un cos en l'espai i definit per les seves superfícies envolupants no estan formant totalment per partícules sòlides, en el seu interior pot existir porus.

El volum es pot definir per mitjà de les seves dimensions i morfologia. Es distingeix tres tipus de volums que un material pot presentar en l'espai depenent que considerem el contingut o no de buits d'aquest.

Si considerem que tot material està format per una determinada compacitat i una quantitat determinada de porositat, es classifica els diferents volums com es mostra en la figura 54.

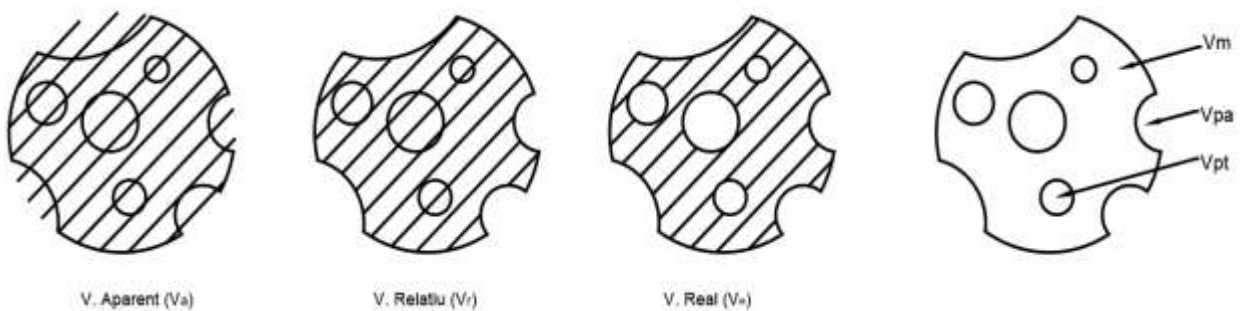


Figura 54: Representació gràfica del diferents tipus de volums que presenta un material. Font: Elaboració pròpia.

On:

V_m: Volum ocupat per la massa de la matèria (volum màssic);

V_{pt}: Volum ocupat pels porus tancats (Porus inaccessibles⁴²);

V_{po}: Volum ocupat pels porus oberts (Porus accessibles⁴³).

Per les circumstàncies d'aquest material i els defectes que presenta en la desintegració en contacte amb l'aigua no utilitzarem el principi d'Arquímedes⁴⁴, estudiarem només el volum aparent.

⁴² Porus inaccessibles són aquells que no s'omplen d'aigua després de mantenir submergit el cos durant 24 hores.

⁴³ Porus accessibles són aquells que s'omplen d'aigua després de mantenir submergit el cos durant 24 hores

⁴⁴ El principi d'Arquímedes ens diu que tot el cos submergit en un fluït, experimenta una empenta (força, E) vertical cap a munt igual al pes del fluid desallotjat, o el que és el mateix, es produirà un descens al pes de la mostra (P) igual al pes del líquid desallotjat

El volum aparent és el volum amb el qual treballarem i està definit com el volum del cos definit per la seva superfície envolupant, és a dir, el volum del material amb els porus accessibles i inaccessible.

Massa

Hem de recordar que els conceptes de massa i pes són diferents, encara que freqüentment se solen utilitzar erròniament com si fossin el mateix. Es parla de la massa d'un objecte com si fos el seu pes i del pes per referir-se a la massa. Però aquests conceptes són molt diferents⁴⁵.

La massa és la quantitat de matèria que posseeix un objecte. En el sistema internacional d'unitats, la unitat que s'utilitza per mesurar la massa és el quilogram (kg).

El pes es refereix a la mesura de la força de gravetat sobre un objecte. Aquest difereix constantment, ja que la força de gravetat no és igual en tots costats. Generalment, el pes es mesura en newtons (N).

En poques paraules, el pes és la força gravitatòria que actua sobre un cos, mentre que la massa és la propietat intrínseca que no canvia.

7.2.1 Equip.

S'ha utilitzat el següent instrumental segons ho indica la norma:

- Forn d'assecat amb temperatura i humitat relativa controlada.
- Peu de rei marca Mituoyo per a la determinació de les dimensions amb lectura mínima de 0,1 mm.
- Balança de precisió marca TESCALE, model QHW-6+ amb lectures d'aproximació a 0,1 g.

7.2.2 Preparació de les provetes.

Les provetes assajades corresponen a les solucions com es detalla en l'etapa experimental. Les característiques de les provetes per aquest assaig són:

Per a la realització d'aquest assaig la norma no assenyala cap forma ni dimensió en particular per a les provetes, però sí que descriu que ha de ser de major dimensions possibles i que per a materials

⁴⁵ [J.C. Pino, 2018].

cel·lulars rígids. Les dimensions de les provetes emprades en aquest assaig són de 70 x 70 x 20 mm aproximadament.

S'ha atès als aspectes de condicionament previ de les provetes assenyalades a la Norma UNE-EN ISO 291:2004, introduint durant 72 hores en un recinte a $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ i $(50 \pm 5) \% \text{HR}$. L'assaig s'ha realitzat en els laboratoris de L'EPS (UdG).

7.2.3 Procediment.

Un cop retirat la proveta del motlle d'alumini, i condicionat les provetes a una massa constant, tal com ho esmentem a l'apartat anterior, s'ha executat els següents passos:

1. Revisar la proveta
2. Determinar almenys quatre masses de cada proveta en pesades de forma successiva.
3. Mesurar els dos llargs i els dos amplexos de la proveta
4. Mesurar cinc gruixos. Un en el centre de cada vora i un més en el centre de la proveta.
5. Calculem el volum aparent a partir de la mitjana de les mesures anteriors i aplicarem l'expressió següent:

$$V_{ap} = llargada \times amplada \times gruix$$

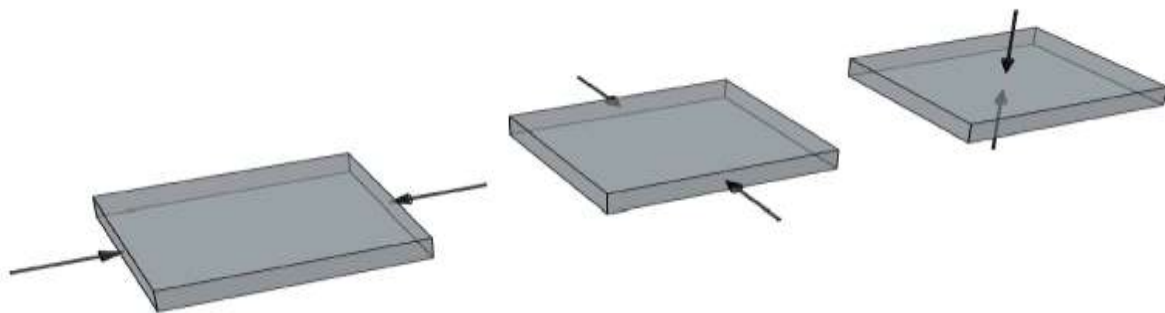


Figura 55: Procediment per la presa de mesura. Font pròpia.

			1 ^a lectura (m)	2 ^a lectura (m)	3 ^a lectura (m)	4 ^a lectura (m)	5 ^a lectura (m)	6 ^a lectura (m)	Mitjana de lectures (m)
Sèrie 1	1.1.1	llargada	0,065	0,069	0,072	0,07	0,068	0,067	0,069
		amplada	0,062	0,063	0,068	0,067	0,068	0,072	0,067
		gruix	0,016	0,015	0,017	0,018	0,017	0,016	0,017
	1.1.2	llargada	0,068	0,067	0,065	0,069	0,07	0,07	0,068
		amplada	0,07	0,066	0,065	0,067	0,068	0,068	0,067
		gruix	0,014	0,016	0,015	0,015	0,014	0,015	0,015
	1.1.3	llargada	0,068	0,071	0,071	0,069	0,067	0,068	0,069
		amplada	0,07	0,072	0,069	0,069	0,07	0,071	0,070
		gruix	0,018	0,019	0,02	0,021	0,019	0,02	0,020
	1.1.4	llargada	0,07	0,067	0,068	0,068	0,069	0,068	0,068
		amplada	0,072	0,069	0,073	0,072	0,071	0,072	0,072
		gruix	0,018	0,017	0,015	0,015	0,014	0,016	0,016
	1.1.5	llargada	0,055	0,057	0,056	0,058	0,055	0,059	0,057
		amplada	0,058	0,058	0,061	0,062	0,058	0,059	0,059
		gruix	0,021	0,02	0,019	0,018	0,019	0,02	0,020
	1.1.6	llargada	0,064	0,066	0,068	0,061	0,063	0,065	0,065
		amplada	0,065	0,066	0,069	0,07	0,066	0,067	0,067
		gruix	0,016	0,017	0,018	0,018	0,017	0,018	0,017
Sèrie 2	1.2.1	llargada	0,068	0,069	0,067	0,07	0,07	0,069	0,069
		amplada	0,066	0,067	0,068	0,068	0,059	0,066	0,066
		gruix	0,013	0,013	0,014	0,017	0,015	0,015	0,015

1.2.2	llargada	0,071	0,07	0,069	0,069	0,069	0,07	0,070
	amplada	0,069	0,067	0,068	0,07	0,068	0,068	0,068
	gruix	0,018	0,017	0,019	0,019	0,017	0,018	0,018
1.2.3	llargada	0,071	0,07	0,071	0,069	0,069	0,07	0,070
	amplada	0,07	0,072	0,073	0,071	0,072	0,071	0,072
	gruix	0,018	0,018	0,019	0,02	0,019	0,018	0,019
1.2.4	llargada	0,068	0,07	0,069	0,069	0,071	0,07	0,070
	amplada	0,068	0,068	0,065	0,069	0,07	0,07	0,068
	gruix	0,018	0,017	0,019	0,019	0,017	0,016	0,018
1.2.5	llargada	0,071	0,072	0,069	0,071	0,069	0,071	0,071
	amplada	0,075	0,073	0,072	0,073	0,073	0,076	0,074
	gruix	0,011	0,012	0,01	0,013	0,014	0,012	0,012
1.2.6	llargada	0,076	0,074	0,076	0,074	0,074	0,073	0,075
	amplada	0,072	0,073	0,073	0,07	0,069	0,072	0,072
	gruix	0,016	0,018	0,019	0,017	0,019	0,018	0,018

Taula 9: Lectura de les mesures de les dimensions. Font pròpia

	1 ^a Pesada	2 ^a Pesada	3 ^a Pesada	4 ^a Pesada	Mitjana de lectures (kg)
1.1.1	0,0108	0,0109	0,0109	0,011	0,0109
1.1.2	0,0098	0,0099	0,0099	0,01	0,0099
1.1.3	0,0120	0,0121	0,0121	0,0120	0,0121
1.1.4	0,0108	0,0107	0,0107	0,0106	0,0107

1.1.5	0,0096	0,0094	0,0095	0,0095	0,0095
1.1.6	0,0113	0,0112	0,0113	0,0111	0,0112
1.2.1	0,0133	0,0133	0,0134	0,0133	0,0133
1.2.2	0,0175	0,0174	0,0175	0,0175	0,0175
1.2.3	0,0153	0,0153	0,0153	0,0153	0,0153
1.2.4	0,0134	0,0134	0,0133	0,0133	0,0134
1.2.5	0,0147	0,0147	0,0149	0,0148	0,0148
1.2.6	0,016	0,017	0,015	0,016	0,0160

Taula 10: Lectura de les mesures del pes. Font pròpia

6. S'ha calculat la densitat aparent (ρ) expressada en kg/m³ de cada proveta a través de la següent expressió:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

On:

ρ : Densitat (kg/m³);

m : massa (kg);

v : Volum (m³).

El volum (V) de cada proveta en m³, resulta de multiplicar la mitjana dels seus gruixos (gx) per la mitjana de les mesures del llarg (lx) i ample (ax).

Finalment, la densitat aparent per solució, s'ha obtingut calculant la mitjana aritmètica de les densitats reportades per cada proveta del mateix tipus, expressades en kg/m³ mostrada en la taula 11: Densitats aparents, que es mostra en el següent apartat.

7.2.4 Resultats.

Els resultats de les lectures de mesurament de masses, les longituds, els gruixos i la densitat mitjana de les provetes són les següents:

Sèrie	Proveta	Dimensió 1 (m)	Dimensió 2 (m)	Dimensió 3 (m)	Pes (kg)	Densitat (kg/m ³)	Densitat mitjana aritmètica (kg/m ³)
1	1.1.1	0,069	0,067	0,017	0,0109	138,69	139,65
	1.1.2	0,068	0,067	0,015	0,0099	144,86	
	1.1.3	0,069	0,07	0,02	0,0121	125,26	
	1.1.4	0,068	0,072	0,016	0,0107	136,59	
	1.1.5	0,057	0,059	0,02	0,0095	141,24	
	1.1.6	0,065	0,067	0,017	0,0112	151,28	
2	1.2.1	0,069	0,066	0,015	0,0133	194,70	186,12
	1.2.2	0,07	0,068	0,018	0,0175	204,25	
	1.2.3	0,07	0,072	0,019	0,0153	159,77	
	1.2.4	0,069	0,068	0,018	0,0134	158,66	
	1.2.5	0,071	0,074	0,012	0,0148	234,74	
	1.2.6	0,075	0,072	0,018	0,016	164,61	

Taula11 : Densitats aparents. Font pròpia

7.2.5 Anàlisis de resultats.

La quantitat de caseïna empleat per a cada solució és un factor fonamental per a la determinació de la densitat aparent obtingut en aquest assaig. Es pot observar, en la taula 11, aquesta diferències entre les diferents solucions.

La densitat més baixa és la de la solució de la sèrie 1 (139,65 kg/m³) la qual és només un 25% menys densa que la solució de la sèrie 2 (186,12 kg/m³) que és la resultant de la densitat més alta. Aquesta diferència és per a la quantitat de caseïna aportada en les diferents solucions.

7.2.6 Conclusions

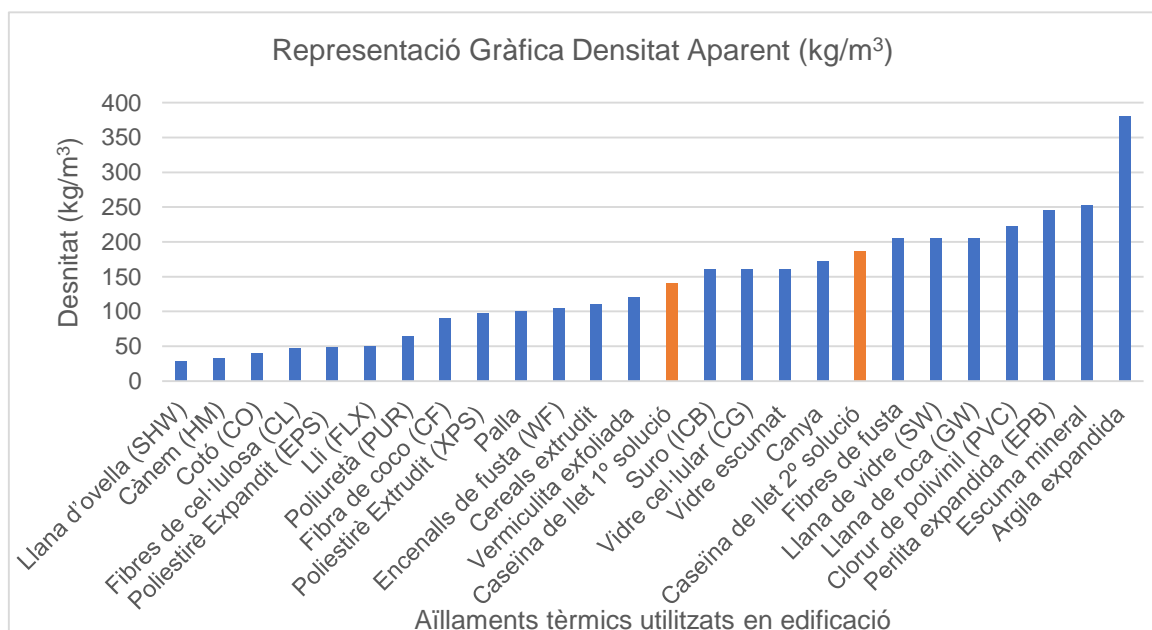
Per a determinar la densitat aparent, s'ha assajat un grup de dues diferents solucions de caseïna. Les conclusions són les següents:

- Les dades de l'assaig apunten que amb les diferents quantitats de caseïnes aportades a cada solució s'obté densitat molt alta (fins a 186,12 kg/m³) comparades amb altres materials d'aïllaments tèrmics.
- L'assaig ha demostrat que amb les diferents solucions experimentades que es poden aconseguir densitat atractiva per a l'aplicació en elements constructius. Si ho comparem amb la densitat dels materials tradicionals utilitzats en l'edificació, podem observar els valors següents:

Materials	Densitat ρ (kg/m ³)	Densitat mitjana ρ (kg/m ³)
Llana d'ovella (SHW)	18 - 40	29
Cànem (HM)	24 - 42	33
Cotó (CO)	20 - 60	40
Fibres de cel·lulosa (CL)	35 - 60	47,5
Poliestirè Expandit (EPS)	16 - 80	48
Lli (FLX)	20 - 80	50
Poliuretà (PUR)	30 - 100	65
Fibra de coco (CF)	70 - 110	90
Poliestirè Extrudit (XPS)	16 - 180	98
Palla	90 - 110	100
Encenalls de fusta (WF)	70 - 140	105

Cereals extrudit	105 – 115	110
Vermiculita exfoliada	60 – 180	120
Caseïna de llet 1º solució		139,65
Suro (ICB)	100 – 220	160
Vidre cel·lular (CG)	100 – 220	160
Vidre escumat	100 – 220	160
Canya	120 – 225	172,5
Caseïna de llet 2º solució		186,12
Fibres de fusta	160 – 250	205
Llana de vidre (SW)	10 - 400	205
Llana de roca (GW)	10 - 400	205
Clorur de polivinil (PVC)	45 – 400	222,5
Perlita expandida (EPB)	90 – 400	245
Escuma mineral	115 – 390	252,5
Argila expandida	260 – 500	380

Taula 12: Densitat aparent dels materials aïllants tradicionals utilitzats en edificació.



Gràfica 6: Densitat aparent dels materials aïllants tradicionals utilitzats en edificació.

Com podem observar en la gràfica 6, l'aïllament tèrmic objecte d'aquest projecte determina que està dintre dels intervals comuns dels aïllaments tèrmics tradicionals utilitzats en l'edificació. Per a la primera solució de caseïna ($139,65 \text{ kg/m}^3$) queda per darrere de la vermiculita exfoliada (interval $[60-180] \text{ kg/m}^3$, amb una mitja de 120 kg/m^3), i la segona solució de caseïna ($186,12 \text{ kg/m}^3$) queda per darrere de canya (interval $[120-225] \text{ kg/m}^3$, amb una mitja de $172,5 \text{ kg/m}^3$).

Si observem la gràfica podem determinar que el material més lleuger és la Llana d'ovella, amb una densitat aparent de 29 kg/m^3 (interval $[20-40] \text{ kg/m}^3$). Pel que fa al material més dens és l'argila expandida, amb una densitat aparent de 380 kg/m^3 (interval $[260-500] \text{ kg/m}^3$).

7.2.7 Densitat relativa

La densitat relativa és una comparació de la densitat d'una substància amb la densitat d'altres substàncies que es pren com a referència. Totes dues densitats s'expressa en les mateixes unitats i en igualtat de condicions de temperatura i de pressió. La densitat relativa és adimensional, ja que queda definida com el coeficient de dues densitats.

La densitat relativa està definida com el quocient entre la densitat que primordialment és d'una substància presa com a referència.

$$\rho_r = \frac{\rho}{\rho_o}$$

On:

ρ_r : Densitat relativa;

ρ_o : Densitat de referència (kg /m^3);

ρ : Densitat aparent (kg /m^3).

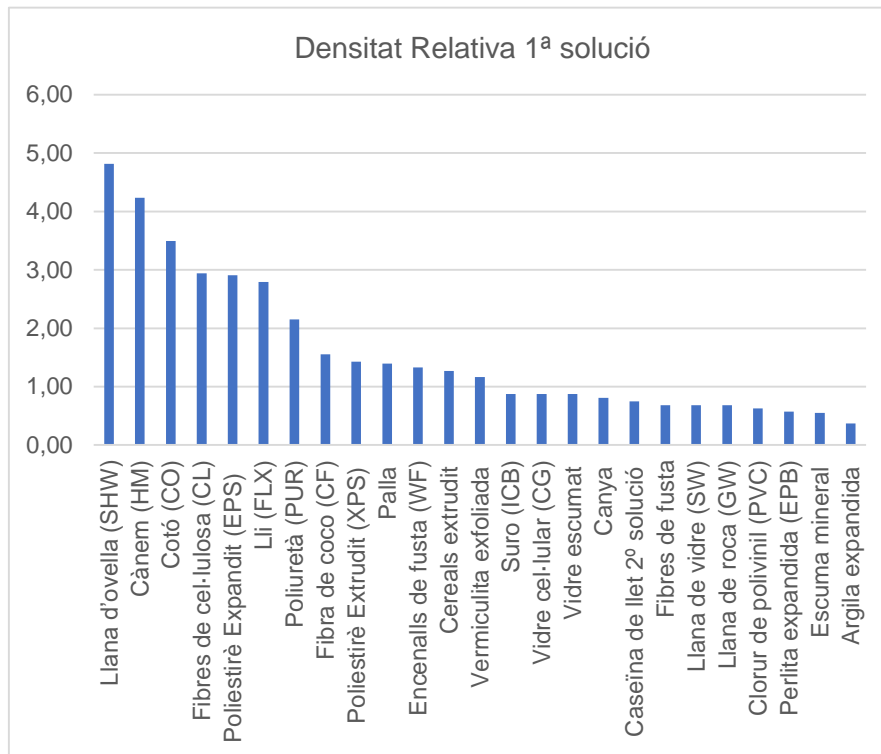
Per aquest projecte, es compara amb tots els aïllaments tèrmics tradicionals en edificació per a efecte de no tenir ninguna informació en propietats tèrmica de la caseïna. Per tant, es mostra la teula següent:

Materials	Densitat referència ρ (kg/m ³)	Densitat ρ (kg/m ³)	Densitat relativa ρ (kg/m ³)
Llana d'ovella (SHW)	29	139,65	4,82
Cànem (HM)	33		4,23
Cotó (CO)	40		3,49
Fibres de cel·lulosa (CL)	47,5		2,94
Poliestirè Expandit (EPS)	48		2,91
Lli (FLX)	50		2,79
Poliuretà (PUR)	65		2,15
Fibra de coco (CF)	90		1,55
Poliestirè Extrudit (XPS)	98		1,43
Palla	100		1,40
Encenalls de fusta (WF)	105		1,33
Cereals extrudit	110		1,27
Vermiculita exfoliada	120		1,16
Suro (ICB)	160		0,87
Vidre cel·lular (CG)	160		0,87
Vidre escumat	160		0,87
Canya	172,5		0,81
Caseïna de llet 2 ^o solució	186,12		0,75
Fibres de fusta	205		0,68
Llana de vidre (SW)	205		0,68
Llana de roca (GW)	205		0,68
Clorur de polivinil (PVC)	222,5		0,63
Perlita expandida (EPB)	245		0,57
Escuma mineral	252,5	0,55	
Argila expandida	380	0,37	

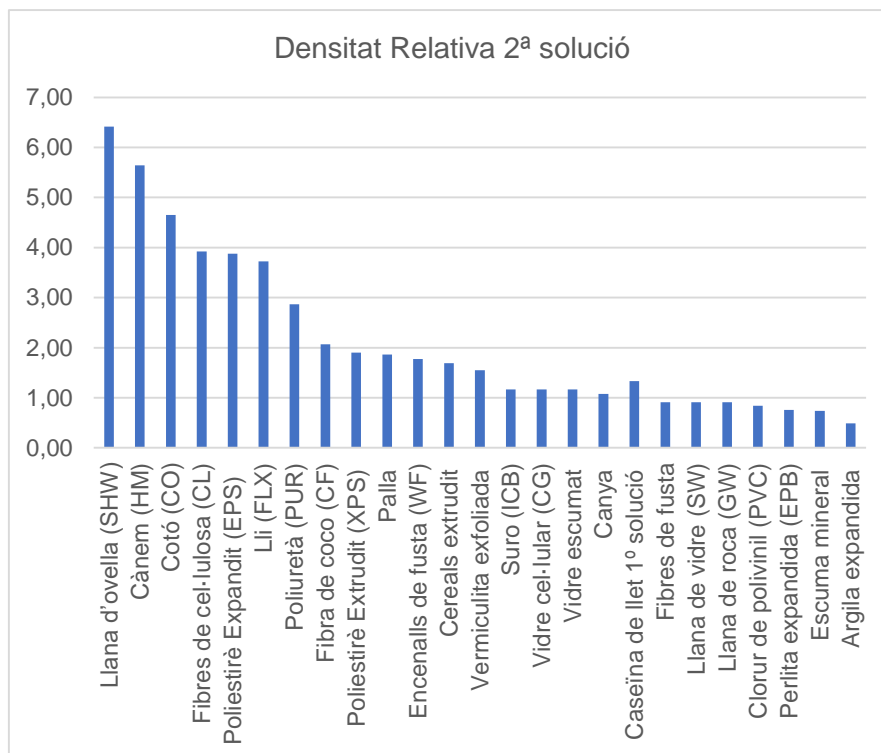
Taula 13: Densitat relativa de la primera solució sobre materials aïllants tradicionals utilitzats en edificació.

Materials	Densitat referència ρ (kg/m ³)	Densitat ρ (kg/m ³)	Densitat relativa ρ (kg/m ³)
Llana d'ovella (SHW)	29	186,12	6,42
Cànem (HM)	33		5,64
Cotó (CO)	40		4,65
Fibres de cel·lulosa (CL)	47,5		3,92
Poliestirè Expandit (EPS)	48		3,88
Lli (FLX)	50		3,72
Poliuretà (PUR)	65		2,86
Fibra de coco (CF)	90		2,07
Poliestirè Extrudit (XPS)	98		1,90
Palla	100		1,86
Encenalls de fusta (WF)	105		1,77
Cereals extrudit	110		1,69
Vermiculita exfoliada	120		1,55
Suro (ICB)	160		1,16
Vidre cel·lular (CG)	160		1,16
Vidre escumat	160		1,16
Canya	172,5		1,08
Caseïna de llet 1 ^o solució			
Fibres de fusta	205		0,91
Llana de vidre (SW)	205		0,91
Llana de roca (GW)	205		0,91
Clorur de polivinil (PVC)	222,5		0,84
Perlita expandida (EPB)	245		0,76
Escuma mineral	252,5	0,74	
Argila expandida	380	0,49	

Taula 14: Densitat relativa de la segona solució sobre materials aïllants tradicionals utilitzats en edificació.



Gràfica 7: Representació gràfica de la densitat relativa de la primera solució sobre materials aïllants tradicionals utilitzats en edificació.



Gràfica 8: Representació gràfica de la densitat relativa de la segona solució sobre materials aïllants tradicionals utilitzats en edificació.

Com es pot observar a les densitats relatives, s'ha comprovat que les densitats aparent i la relativa són molt semblants.

7.3 Determinació de la porositat i compacitat

7.3.1 Tècnica empleada TAC.

La Tomografia Axial Computeritzada (més coneguda com a TAC) és una tècnica utilitzada per exàmens mèdics de diagnòstic. Amb aquesta classe de aparells especialitzats els professionals de la sanitat poden realitzar i interpretar les exploracions del cos, i els radiòlegs poden diagnosticar afeccions amb més facilitat. Per exemple, problemes cardiovasculars, malalties infeccioses, càncer, etc. Així mateix, permet conèixer la morfologia de la medul·la espinal i dels discos Inter vertebrals (tumors o vessaments al canal medul·lar, hèrniees discals, etc.), o mesurar la densitat òssia (osteoporosi).

Aquesta tècnica consisteix en imatge especial derivada de l'aplicació dels raigs X. És el mateix sistema que la radiologia convencional, és a dir, hi ha un emissor de raigs X davant del pacient (en el nostre cas de la proveta) i un detector a darrere. La diferència entre la radiografia i el TAC és que aquesta última, l'emissor i el receptor es troba en constant moviment al voltant de l'objecte o pacient, realitzant una volta sencera per obtenir una imatge.



Figura 56: Tomògraf 3D de feix cònic utilitzada en clíniques dentals. Font: <http://dentalguillen.es/tecnologias.php?fccodigo=14856>

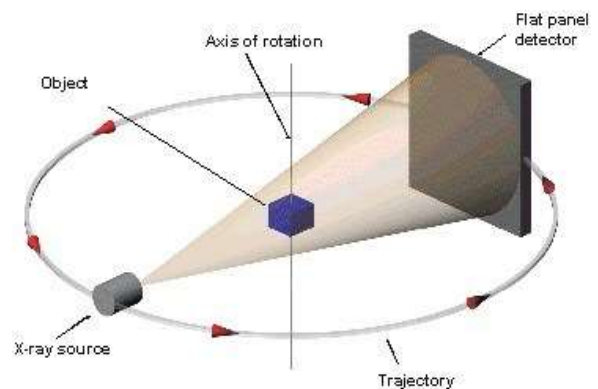


Figura 57: Il·lustració esquemàtica de la geometria del con de feix TAC. Font: <http://www.meteks.com.tr/urun-detay/56/ayak-ve-ayak-bilegi-icin-konik-icinli-tomografi>

Aquesta tècnica no és usual per a l'exploració de provetes com ho hem portat a terme nosaltres. Aquesta tècnica és habitual, amb la Tomografia de feix cònic, en les clíniques dentals per a l'exploració de les dents, dels seus teixits tous, i de la trajectòria dels nervis i ossos.

7.3.2 Equip

Com s'explica anteriorment, aquesta classe de tècnica consisteix l'emissió i recepció de raigs X amb constant moviment al voltant de l'objecte a analitzar.

El receptor de la radiació que travessa el cos està connectat a un ordinador i envia les dades rebudes. L'ordinador del TAC analitza les dades i assigna una escala de grisos a cada píxel en funció de la radiació. El resultat és la imatge d'un pla de l'objecte analitzat.

L'equip que s'ha utilitzat per a la realització d'aquesta prova és la tomografia (tomografia axial de feix cònic) s'ha utilitzat l'equip fabricat per Gotzem ACETEAN Group

7.3.3 Preparació de les provetes.

La proveta d'aquest assaig és la 3.1.1, amb una dosificació de caseïna de 366 g per cada litre de tampó químic. Les dimensions de les provetes d'assaig són de 70x70x20 mm

7.3.4 Procediment.

Para la realització de l'assaig, durant un examen per TC de feix⁴⁶ cònic, el braç amb forma de C o "gantry" gira al voltant de la proveta, en un moviment rotacional complet de 360 graus, mentre es capturen múltiples imatges, des de diversos angles, que són reconstruïdes per crear una única imatge en 2D.

La font de raigs X i el detector estan muntats sobre costats oposats del braç amb forma de C o "gantry", i roten a simultàniament al mateix temps. En una sola rotació, el detector pot generar entre 150 a 200 imatges bidimensionals (2D) d'alta resolució, que després són combinades digitalment per formar una imatge 3-D, que pot proporcionar informació molt valuosa sobre la proveta.

El col·loca la proveta en el centre de l'explorador de TC de feix cònic, de tal forma que estigui centrada en el feix. La proveta en el centre, la font de raig X i el detector es desplaça al voltant de

⁴⁶ És un conjunt de rajos de llum que tenen el mateix origen o que parteixen del mateix punt. Font: <http://www.wordreference.com/definicio/feix>

proveta, en una rotació de 360 graus. Aquest procés dura aproximadament entre 20 a 40 segons per a determinar el volum complet.

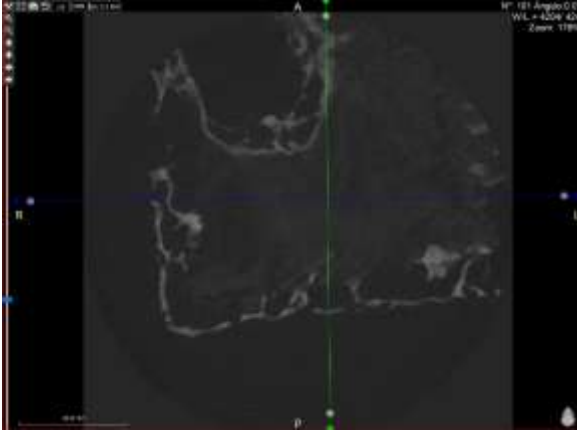


Figura 58: Imatge capturada vista en 2D en planta. Font pròpia.

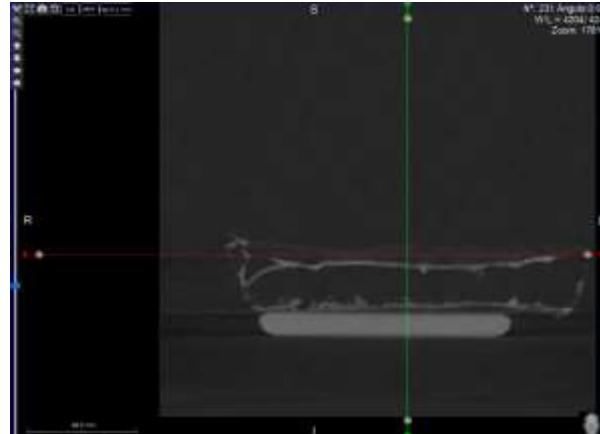


Figura 59: Imatge capturada vista 2d en alçat. Font: font pròpia

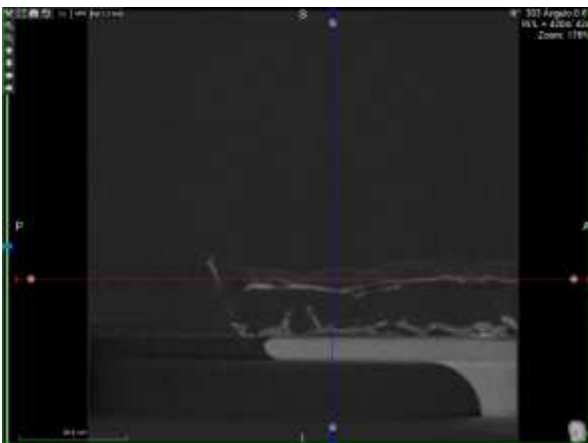


Figura 60: Imatge capturada vista 2d en alçat lateral. Font: pròpia

7.3.5 Resultats.

Per a una primer toma de contacte, i conèixer els resultats, s'ha assajat un tipus de solució. El tipus de solució que s'ha assajat és una proveta de solució del 366 g/l de caseïna, com es determina anteriorment.

Els resultats obtinguts no eren els esperats. Les imatges obtingudes amb la tomografia axial no són del totes precises, per tant, no es poden determinar la porositat de la proveta.

7.3.6 Anàlisis de resultats.

Els resultats esperats no són positius, ja que en aquesta prova no podem observar la porositat del material. El que es pot observar són els buits que presenta la mostra en el seu interior.

Aquest buit que s'ha creat en l'interior de la mostra és a causa de la poca concertació de caseïna. En una primera instància, amb la quantitat de preparat de fosfat sòdic s'obté un volum que, després del procés de liofilització perd i es queda la matèria estructurada creant aquests buits. És a dir, com més concertació de caseïna tenim, menys buits es crearà al seu interior.

Com es pot observar en les imatges presentades a continuació, es poden observar els buits d'un color més fosc i, com és evident, és el color predominant en la mostra.

A més, es pot observar que la superfície de l'interior de la mostra presenta una certa rugositat, mentre que la superfície de l'exterior té un aspecte molt més atractiu, poc aspre.

7.3.7 Conclusions de l'assaig.

Per a aconseguir la porositat, i respectivament la compacitat, és necessari la utilització altre tècniques on la resolució de la porositat sigui més clara i precisa per obtenir l'índex de porositat.

7.4 Determinació del coeficient de conductivitat tèrmica.

7.4.1 Determinació

La principal qualitat que ha de reunir tot material aïllant tèrmic és que realment aïlli, és a dir, que tingui un coeficient de conductivitat tèrmica tan baix com sigui possible. No és suficient que un material aïllant determinant tingui un coeficient de conductivitat tèrmica baix, sinó que és necessari que ho conservi a través del temps i durant la seva col·locació definitiva.

El coeficient de conductivitat (λ) [W/m°C] d'un material qualsevol a la quantitat de calories que passa durant una hora per 1 m² d'un mur d'1 metre de gruix constituït per dita material, quan la diferència de temperatura entre ambdues cares del mur és 1 °C. Així, doncs, el coeficient de conductivitat tèrmica determina el poder de transmissió de la calor, a través d'un cos⁴⁷.

La pèrdua de calor és proporcional al coeficient λ , i per això els materials aïllants han de tenir aquest coeficient λ tan petit com sigui possible. La coneixença d'aquest valor recau per l'interès de saber

⁴⁷ M. Payà, 2004.

les propietats del material per validar amb l'actual normativa vigent i determinar el comportament que experimentarà en el conjunt de l'edifici.

Com s'ha esmentat anteriorment, el Codi Tècnic de l'Edificació considera aïllament tèrmic aquell material que té una conductivitat tèrmica menor a $0,050 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ i una resistència tèrmica major que $0,25 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$.

És conegut, que cada material aïllant presentarà unes condicions úniques, com hem dit anteriorment, dins de la baixa conductivitat tèrmica cadascun presentarà uns valors mínims o màxims dins del límit de consideració d'aïllant tèrmic.

El mètode que utilitzarem per a la determinació del coeficient de conductivitat tèrmica de les mostres que s'ha elaborat en el laboratori està basat en l'anàlisi de transmissió de calor en regim estacionari, normativa aplicable UNE-EN-ISO 8990 "Determinación de las propiedades de transmisión tèrmica en régimen estacionario. Métodos de la caja caliente guardada y calibrada".

7.4.2 Equip: Caixa calenta calibrada

La caixa calenta o la caixa calibrada és un aparell que reproduceix les condicions límits convencionals d'una proveta col·locada entre dos fluids, generalment l'aire ambient, cada un dels quals, està a temperatura constant. És a dir, la proveta es col·loca entre una cambra calenta i una freda, en el que es controlen les temperatures ambientals.

Es mesuren les temperatures de l'aire i de la superfície en règim estacionari de la càmera calenta. A partir d'aquestes mesures es calculen les propietats de transmissió de calor de la proveta. En intercanvi tèrmic a nivell de les superfícies de la proveta origina al seu torn canvis en la convecció. Depenen de la temperatura, velocitat de l'aire i de les superfícies "vistes" per la proveta. Els efectes de transmissió de calor per convecció s'engloben en el concepte de "temperatura ambiental" i coeficient superficial de transmissió de calor.

El coeficient de transmissió tèrmica es defineix entre dues temperatures ambientals i per a la seva determinació es necessita efectuar els mesuraments apropiats. Això és particularment important per a provetes de baixa resistència tèrmica per la qual els coeficients superficials constitueixen una part important de la resistència total.

La caixa calenta calibrada està envoltada per una zona de temperatura controlada. Les pèrdues tèrmiques per les parets del calaix T2, es redueixen el mínim mitjançant la utilització d'una construcció d'alta resistència tèrmica. La potència total subministrada T_p ha de ser corregida en les pèrdues per les parets T2 i les pèrdues laterals T3. La correcció de les pèrdues de les parets de la

caixa i de les pèrdues laterals, es determinen per assaig sobre provetes patró, en les quals la resistència tèrmica és coneguda. Per conèixer les pèrdues laterals, les provetes patró han de cobrir com a mínim el rang de gruixos i de resistència tèrmica que les provetes a assajar i trobar-se a la mateixa zona de temperatures que les de la utilització proveïda.

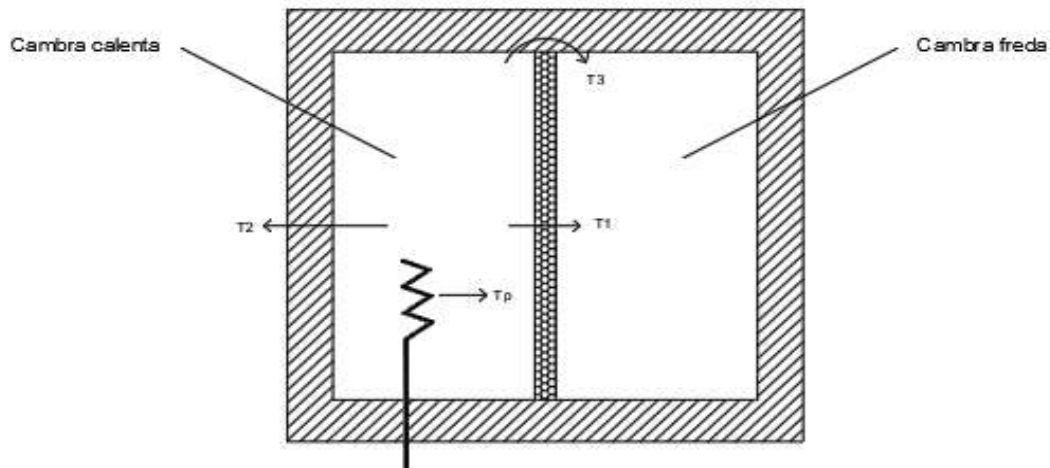


Figura 61: Representació gràfica de la caixa calenta calibrada. Font: Elaboració pròpia.



Figura 62: Calorímetre, sistema per mesurar la conductivitat tèrmica en parets i finestres. Font: <http://www.mra.pt/industria/actualidade/calorimetro---sistema-para-medicao-da-condutibilidade-termica-em-paredes/>

La nostra caixa calenta calibrada consisteix en dues caixes separades pel porta-provetes. Les cambres són d'acer recobert pel seu interior de suro amb un gruix de 10 cm. En una d'aquestes cambres s'hi col·loca una font de calor (cambra calenta) subministrada per una resistència elèctrica.

La resistència elèctrica està connectada amb un regulador de temperatures adherit a l'exterior de la caixa. A l'altre costat de la caixa quedarà la cambra freda, a temperatura ambient.

Per fer les lectures de temperatures s'utilitzen 5 termoparells i aquests estan situats de la següent manera:

- 1 col·locada a la cara calenta de la proveta.
- 1 Col·locada a la cara freda de la proveta.
- 1 Col·locada a la caixa freda on registra la temperatura de l'aire.
- 1 Col·locada a la caixa calenta per mesurar la temperatura de l'aire.
- 1 Col·locada a la caixa calenta per regular la temperatura de la cambra.



Figura 63: Caixa tèrmica calibrada ,equip complet en execució. Font pròpia.



Figura 64: Cambra calenta. Font pròpia.



Figura 65: Cambra freda. Font pròpia.



Figura 66: Regulador de temperatura. Font pròpia.

El porta provetes està construït de futa, feta a mida per allotjar les provetes. L'orifici per col·locar la proveta ha de ser més gran que la proveta i l'espai lliure entre orifici i proveta col·loquem una escuma poliuretà per tal de fixar-la sense malmetre la proveta. Aquesta acció es repetirà a cada nova proveta subjecta a l'assaig.

Segons la normativa UNE-EN-ISO 8990, els lectors de temperatura ha d'anar col·locats a 20 mm de les cares de la proveta i fixades amb cita adhesiva. La norma també fa menció de col·locar una mica d'aïllament tèrmic a la sonda situada a la cara calenta per evitar possibles errors. Gràcies a un termòstat es manté la temperatura constant a la cara calenta subministrant calor quan és necessari.

El que també estableix la norma és la forma de distribuir la temperatura dintre de la cambra calenta. Aquesta ha de ser de règim estacionari quan una peça té una diferència de temperatura entre les seves cares estables i que no es modifica menys de l'1%.

7.4.3 Preparació de provetes.

Pel que fa a la normativa UNE-EN-ISO 8990, no s'ha complert amb les disposicions mínimes pel que fa a les superfícies mínimes d'1,5 m x 1x5 m de proveta per falta de recursos necessaris. D'aquesta manera, s'assajaran, com a mínim, sis provetes de cada solució. Les dimensions d'elaboració pròpia són de 70 mm x 70 mm x 20 mm.

S'ha de buscar que les condicions de l'entorn de les provetes estigui sempre dintre dels rangs de temperatura i humitat que marca la norma en qüestió (23 ± 2) °C i (50 ± 5) % HR. L'assaig s'ha realitzat en els laboratoris de l'EPS (UdG) .

7.4.4 Procediment

Per a dur a terme l'assaig s'ha de col·locar la proveta subjecta de l'assaig a l'interior del motlle de fusta. Com s'ha comentat anteriorment, l'orifici ha de ser lleugerament més gran que la mostra a assajar. Les parts que queda lliure i per subjectar la mostra, es col·loca escuma polièstirè expandit (EPS). En resultat quedarà un sol conjunt format pel motlle de fusta i la peça a assajar.



Figura 67: Motlle de fusta porta provetes oberta. Font Pere Bellvehi.

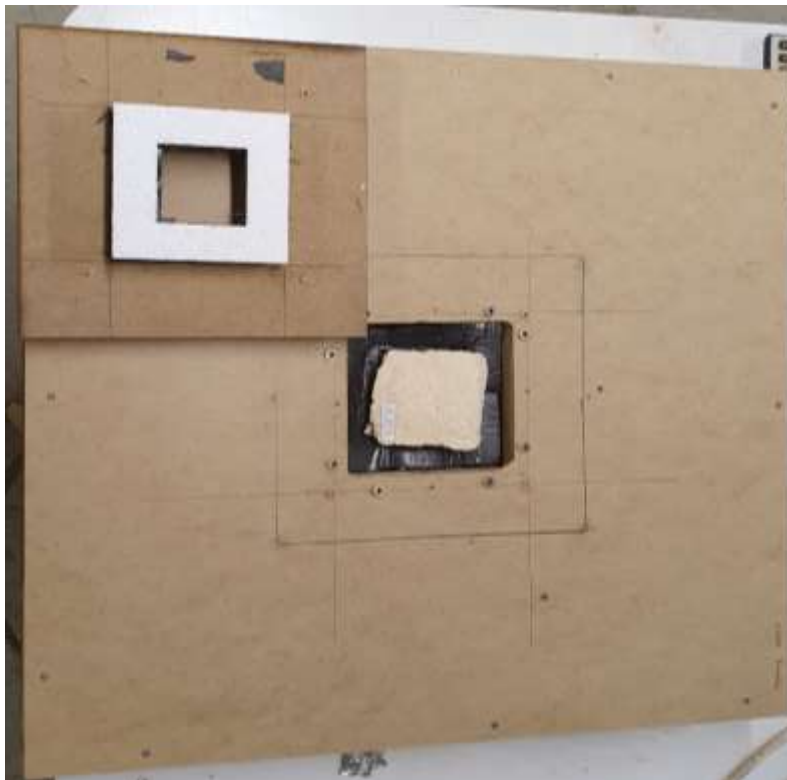


Figura 68: Motlle de fusta porta provetes amb la proveta presentada. Font pròpia.

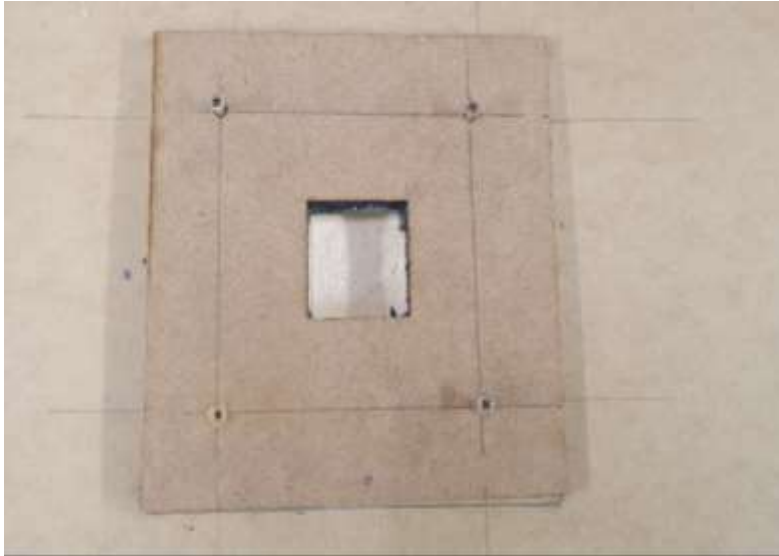


Figura 69: Probeta instal·lada al porta provetes tancada. Font pròpia.

Aquest motlle s'instal·larà entre la cambra calenta i la cambra freda. D'aquesta manera la proveta quedarà connectada entre la cambra calenta i a la cambra freda. Per fer la lectura de la transmissió de temperatura es col·locarà uns filaments encarregats de fer les lectures de temperatura. A l'interior de cada cambra també hi ha termoparells encarregats de fer les lectures corresponents adherides amb cinta adhesiva recobertes d'alumini, aquesta cinta d'alumini té una resistència de 110 °C. Els termoparells corresponent a fer les lectures de la cara calenta i la cara freda aniran clavades a la proveta i adherides amb cinta recoberta d'alumini. D'aquesta manera, l'alta temperatura de la cambra calenta no influeix a les lectures de temperatura de la cara calenta, la lectura serà únicament per la cara calenta i no estarà influenciada per la temperatura de la cambra calenta.



Figura 70: Instal·lació del termoparell a la cara calenta. Font pròpia.



Figura 71: Instal·lació del termoparell a la cara freda. Font pròpia.

Posteriorment, quan tenim tots els termoparells connectats, es col·loca la caixa on allotja la proveta entre la cambra calenta i la cambra freda. Es tanca a pressió per tal d'assegurar l'estanqueïtat del conjunt. Al mateix temps ja es pot encendre la resistència elèctrica per proporcionar calor a la cambra calenta gràcies al regulador de temperatura i començar a registrar les dades dels termoparells.



Figura 72: Caixa calibrada tancada i en execució. Font pròpia.

L'encarregat de fer el registre i les lectures a través dels termoparells és un registrador de dades avançat SENECA, Z-LOGGER3. Aquest enregistrador de dades avançat es complementen amb un servidor web integrat, una aplicació per a la gestió de comandos, una eina de visualització de dades i importació.

Aquest enregistrador de dades avançat fa lectura de temperatura cada minut i que la temperatura de la cambra calenta estigues a 40 °C encara que la temperatura s'estacionava entre 37 i 39 °C.

El programa informàtic genera arxius de fulls de càlculs Excel (format ".xls") cada 10 i 15 minuts aproximadament. Un cop transcorregut el temps d'assaig es canvia de proveta i es procedeix amb el mateix mètode al dia següent.

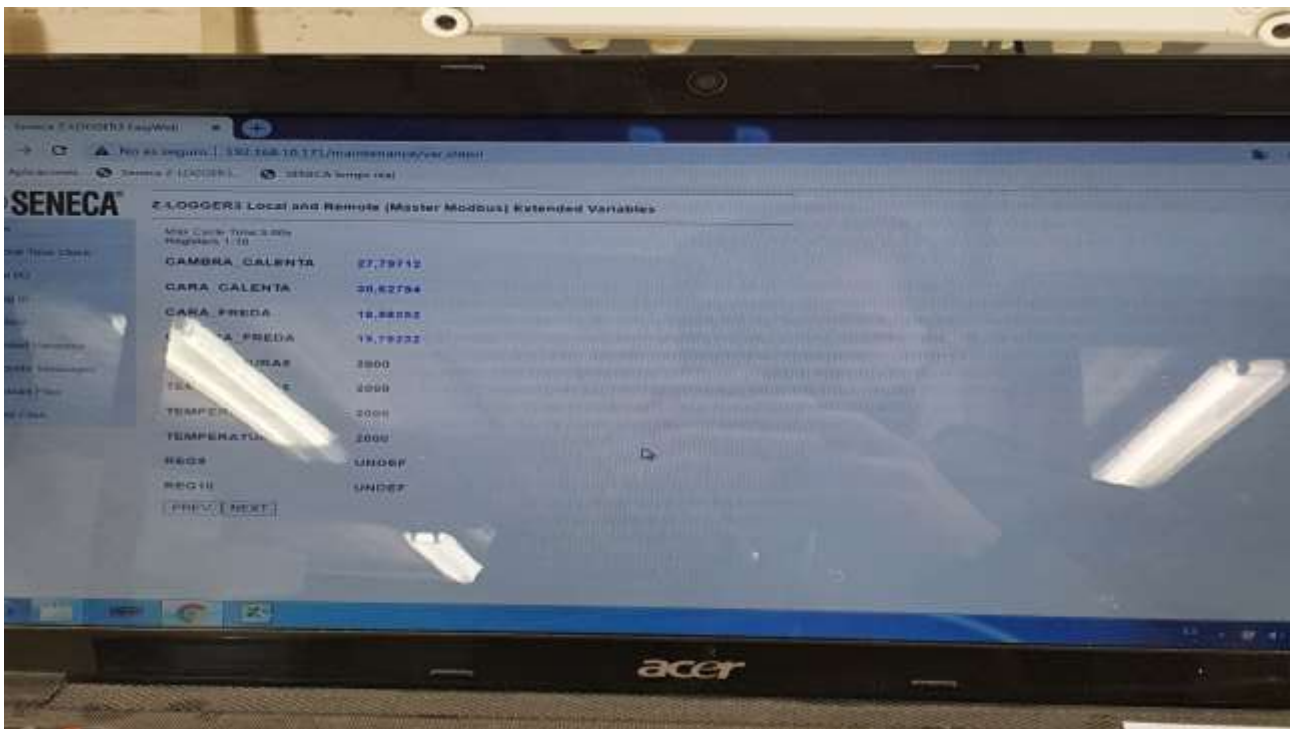


Figura 73: Registrador de dades avançat SENECA, Z-LOGGER3. Font pròpia.

Pel que fa a la normativa UNE 8990, punt 3.5 "Duración de las medidas" cita el següent:

"El tiempo necesario para la obtención de la estabilización para los ensayos en régimen estacionario, dependen de factores tales como la resistencia térmica y la capacidad térmica de la probeta, los coeficientes superficiales, la existencia de una transferencia de masa y/o una redistribución de la humedad en el interior de la probeta, el tipo y el funcionamiento de los sistemas

de regulación automáticos del equipo. A causa de las variaciones de estos factores, es imposible dar un criterio único para el estado estacionario.”

Per tant, no especifica un criteri exacte per determinar l'estat estacionari. Per aquest projecte, considerem que està en un règim estacionari quan transcorregut un interval de tempos de 3 hores, la temperatura no ha variat més d'1 °C en els registres de la cambra freda.

La lectura de la sonda la registra i processat a l'ordinador a través del registrador de dades avançat anteriorment mencionat. Les lectures les registra amb un interval de temps d'1 minut, però s'utilitza les lectures de temperatura quan arriba a una certa estabilitat, és a dir, a un estat estacionari.

Pel que fa al temps de l'assaig es farà una proveta per dia, amb un total de 560 lectures, és a dir, 9,5 hores aproximadament.

Finalment, a partir de tots els arxius Excels unificats s'interpretaran per tal de fer els càlculs necessaris per determinar la conductivitat tèrmica, resistència tèrmica, flux de calor i la transmitància tèrmica.

7.4.5 Fórmules

Resistència Tèrmica

Com anteriorment definim, la resistència tèrmica és la resistència que oposa un material determinat al pas del flux de calor i, aquesta resistència, ve condicionada per la superfície plana homogènia unitària, el guix d'aquest i el coeficient de conductivitat tèrmica⁴⁸. El resultat s'expressa en m² °C/W.

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

On,

R: Resistència tèrmica (m²·°C/W)

e: Guix de la mostra (m)

λ: Coeficient de conductivitat tèrmica (W/m·°C).

⁴⁸ (B. Blasco, 2008).

Transmitància (U) o Coeficient de transmissió tèrmica.

La transmitància tèrmica és la quantitat d'energia que flueix, en la unitat de temps, a través d'una unitat de superfície de l'element, quan hi ha un gradient tèrmic unitat⁴⁹. És a dir, al transmitància tèrmica és una propietat física dels materials que mesura la quantitat d'energia que a travessa un element en una unitat de temps, per tant, mesura la calor que es dissipa o es guanya a través d'un element.

S'empra per expressar la capacitat aïllant d'un element constructiu particular format per una o més capes de materials. És l'invers a la resistència tèrmica.

$$U = \frac{1}{R}$$

On:

U: Transmitància (W/m²·°C)

R: Resistència tèrmica (m² °C /W).

Resistència tèrmica = Dificultat en deixar passar el calor

Transmitància tèrmica = Flux de calor que travessa

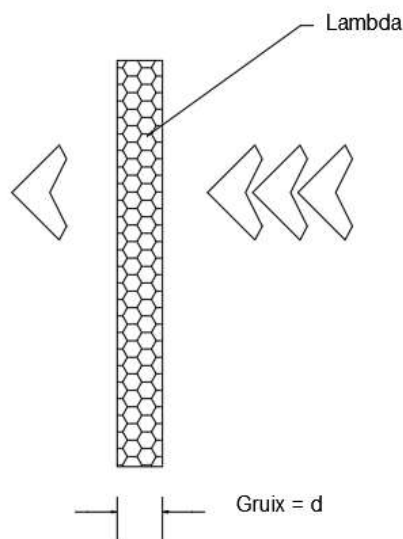


Figura 74: Representació gràfica del flux de calor. Font pròpia.

⁴⁹ Alan H. Cromer, 1986

Flux de calor (Q)

El flux de calor és la migració de calor, la quantitat d'energia tèrmica que flueix a través d'una àrea determinada durant un període de temps determinat.

La temperatura és el resultat, mentre que el flux de calor és el procés, fluctuació de temperatura (generació de calor o absorció)

$$Q = \frac{S \cdot \lambda \cdot (T_{sc} - T_{sf})}{e}$$

On:

Q: Valor del flux de calor (W)

S: Àrea de la superfície (m²)

e : Gruix de la proveta (m)

λ: Coeficient de conductivitat tèrmica (W/m·°C)

(T_{sc} – T_{sf}): Increment de temperatura entre la cara calenta i cambra freda (°C).

Quantitat de calor que passa a través d'un tancament per unitat de temps.

$$Q = S \cdot U \cdot (T_c - T_f)$$

On:

Q: Valor del flux de calor (W)

S: Àrea de la superfície (m²)

U: Transmissància (W/m² °C)

(T_c – T_f): Increment de temperatura de l'aire entre la cambra calenta i la cambra freda (°C).

Coefficient superficial de transmissió interior de la superfície interior d'un tancament.

$$T_{sc} = T_c - \frac{(T_c - T_f) \cdot U}{h_i}$$

On:

T_{sc}: Temperatura de la cara calenta de la proveta (°C)

T_c: Temperatura de la cambra calenta (°C)

h_i: Coeficient superficial de transmissió interior

U: Transmissió (W/m² °C)

(T_c – T_f): Increment de temperatura de l'aire entre la cambra calenta i la cambra freda (°C).

Coefficient superficial de transmissió interior (h_i).

$$h_i = \frac{1}{R_{si}}$$

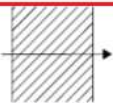
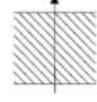
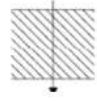
On:

h_i: Coeficient superficial de transmissió interior (W/m²·°C)

R_{si}: Resistència transmissió superficial d'un tancament en contacte amb l'aire interior (m² °C/W)

El valor de la resistència de transmissió superficial d'un tancament en contacte amb l'aire interior el determina el "Documento de apoyo al DB-HE", en la tabla 1 "Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior [m²·K/W]".

Tabla 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior [$m^2 \cdot K / W$]

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal 	0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (techo) 	0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (suelo) 	0,04	0,17

Taula 15: Taula de resistències tèrmiques de particions en contacte amb l'aire exterior. Font: "Documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE Ahorro de energía".

Pel nostre cas, la resistència tèrmica superficial de tancaments en contacte amb l'aire interior (R_{si}) és de $0,13 \text{ m}^2 \cdot K / W$. Amb les característiques de tancaments verticals o amb pendent sobre l'horitzontal més gran de 60° i flux horitzontal. Per tant, fem el càlculs per determinar la resistència superficial interior total (R_{st}), constarà de la següent manera:

$$R_{st} = R_{si} + R_{si} = 2 \cdot 0,13 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C / W)}$$

$$R_{st} = 0,26 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C / W)}$$

Amb aquestes tres expressions tenim 3 incògnites (λ , Q , U). Utilitzem l'expressió de la Temperatura de la superfície interior d'un tancament per conèixer la incògnita U . L'expressió queda així:

$$U = \frac{(T_c - T_{sc})}{(T_c - T_f) \cdot R_{si}}$$

On:

T_{sc} : Temperatura de la cambra calenta de la proveta ($^\circ\text{C}$)

T_c : Temperatura de la cambra calenta ($^\circ\text{C}$)

R_{si} : Resistència tèrmica superficial interior ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C / W}$)

U: Transmissió (W/m² · °C)

(T_c – T_f): Increment de temperatura de l'aire entre la cambra calenta i la cambra freda (°C).

Deixant la incògnita aïllada podem calcular directament la transmissió, U, de la proveta.

En aquest moment tenim dues expressions amb dues incògnites. Si igualem la fórmula per calcular el flux de calor i la fórmula per calcular la quantitat de calor que passa a través d'un tancament per unitat de temps podem conèixer la incògnita λ:

$$\frac{S \cdot \lambda \cdot (T_{sc} - T_{sf})}{e} = S \cdot U \cdot$$

$$\frac{\lambda \cdot (T_{sc} - T_{sf})}{e} = U \cdot (T_c - T_f)$$

$$\lambda = \frac{e \cdot U \cdot (T_c - T_f)}{(T_{sc} - T_{sf})}$$

On:

(T_{sc} – T_{sf}): Increment de temperatura entre la cara calenta i la cara freda de la proveta (°C)

(T_c – T_f): Increment de temperatura de l'aire entre la cambra calenta i la cambra freda (°C).

λ: Coeficient de conductivitat tèrmica (W/m·°C)

e : Gruix de la proveta (m)

U: Transmissió (W/m² · °C)

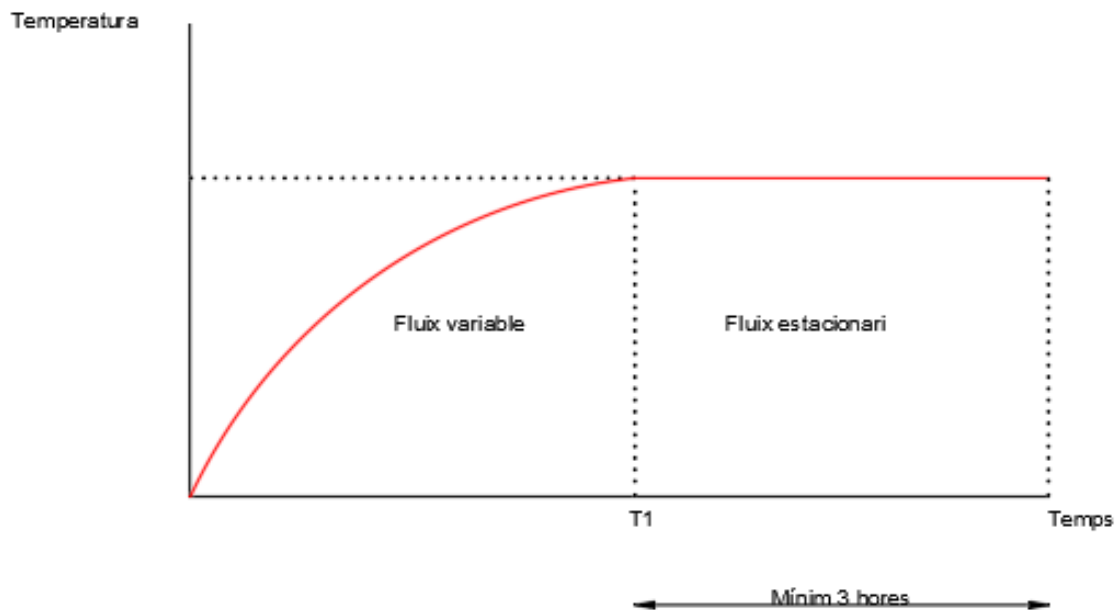
7.4.6 Resultats

La presa de resultats comença quan posem la mostra a l'interior de la caixa calenta i les lectures de resultants es transferides al sistema informàtic específic.

Com es comenta anteriorment, la lectura de temperatura es fa cada minut. La temperatura varia en funció del temps transcorregut. Hi ha dos trams diferenciats: la zona de flux variable i flux

estacionari. Durant la realització de l'assaig, s'ha analitzat el cicle de temperatura a la cambra calenta i el termòstat s'ha regulat a 40 °C. La temperatura màxima que s'ha obtingut a la cambra calenta oscil·la entre 37 i 39 °C.

La durada per aconseguir de la zona de flux estacionari dependrà de per diferents factors: de la peça objecte de l'assaig, la humitat exterior i el temps de canvi de peça (si la peça és instal·lada quan la caixa tèrmica estava parada o si la peça col·loca ràpidament per aprofitar les temperatures de la mostra anterior, això fa que s'estabilitzi més ràpid).



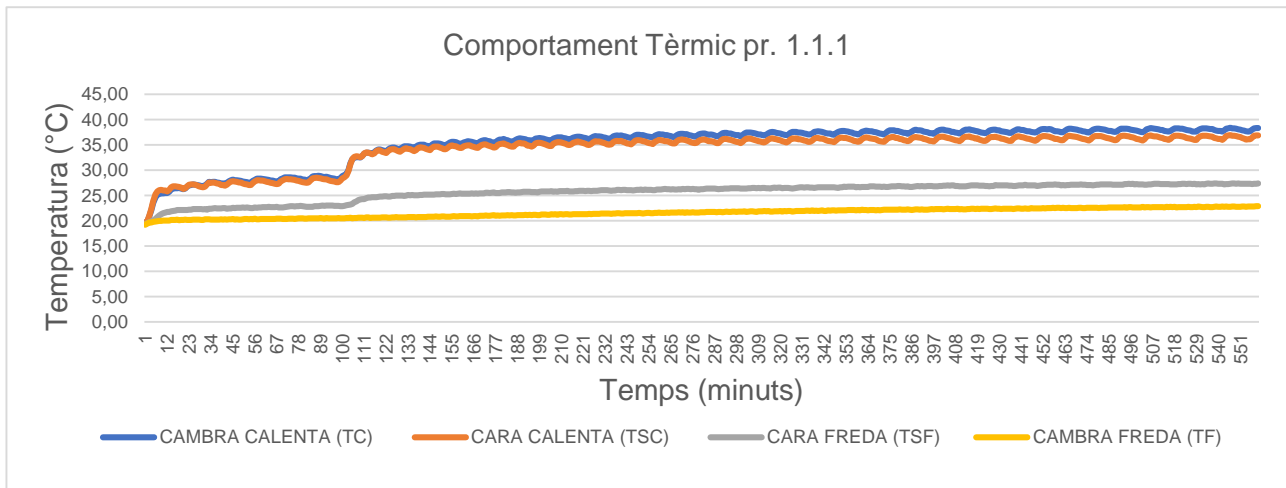
Gràfica 9: Representació gràfica del flux de calor. Font pròpia.

Pel nostre cas, les mostres assajades s'estabilitza durant 3 hores sense que variï 1 °C, però no acaba d'estabilitzar-se completament, tot haver transcorregut 9,5 hores. Per poder estabilitzar les mostres completament hauria de tenir una durada de 48 hores, aproximadament, per arribar a estabilitzar-la completament. Això és pel fet que el producte obtingut té un coeficient de conductivitat tèrmica molt baix.

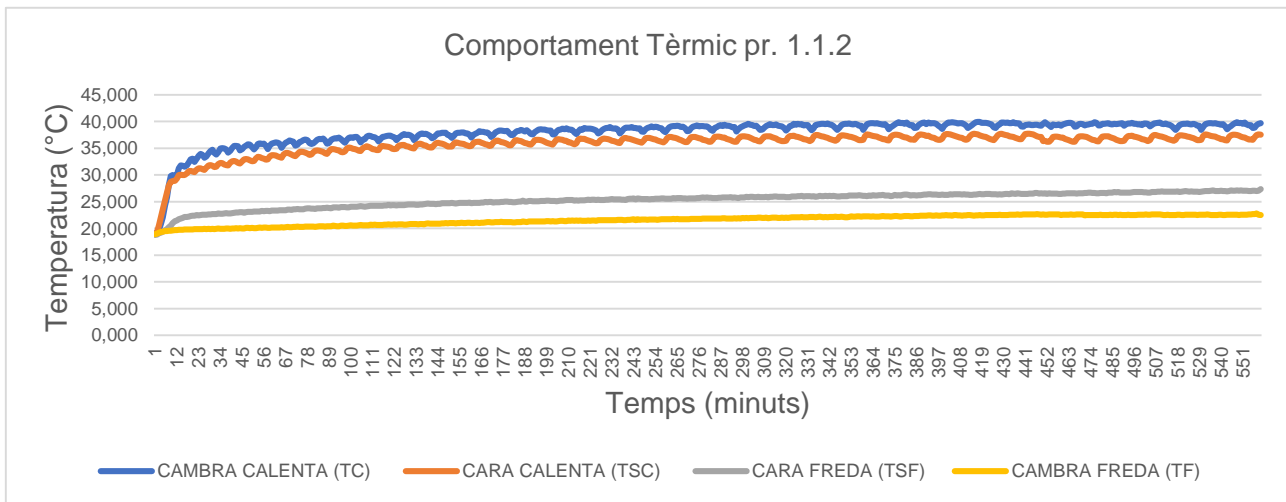
Transcorregut aquest període de 3 hores, la temperatura que s'utilitzarà per fer els càlculs serà a partir de la mitjana aritmètica de les dades obtingudes en règim estacionari en la cambra freda.

Propietats tèrmiques.

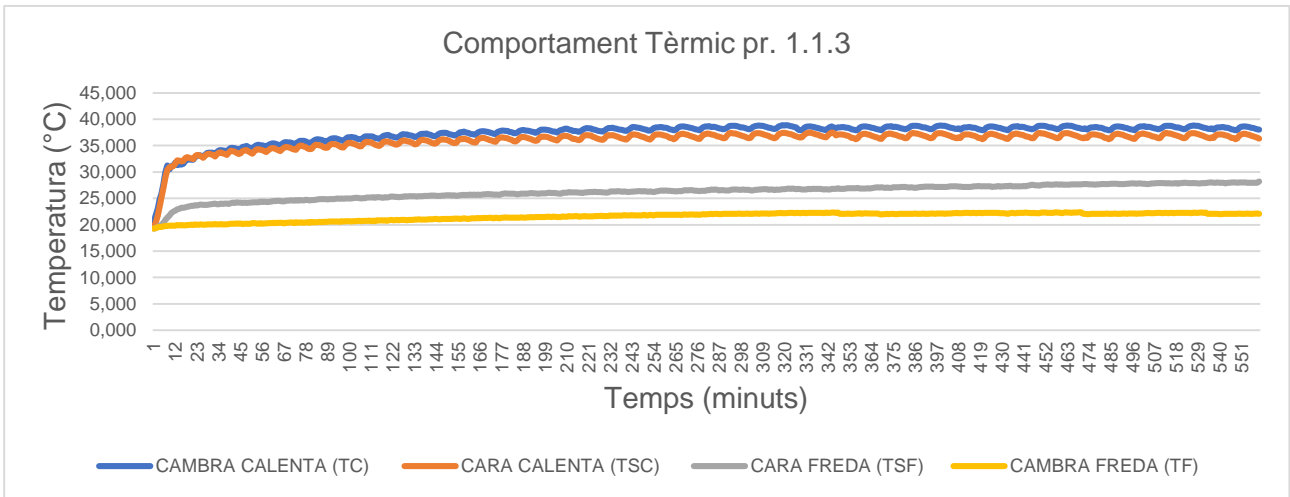
A continuació, es mostra les gràfiques que representen el comportament tèrmic de cada proveta:



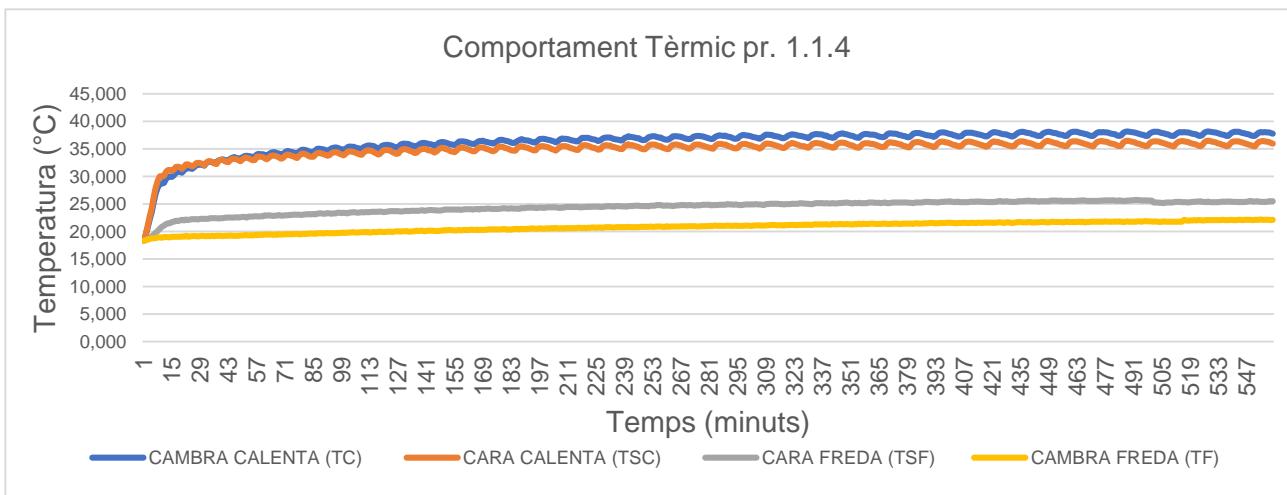
Gràfica 10: Comportament tèrmic proveta 1.1.1. Font pròpia.



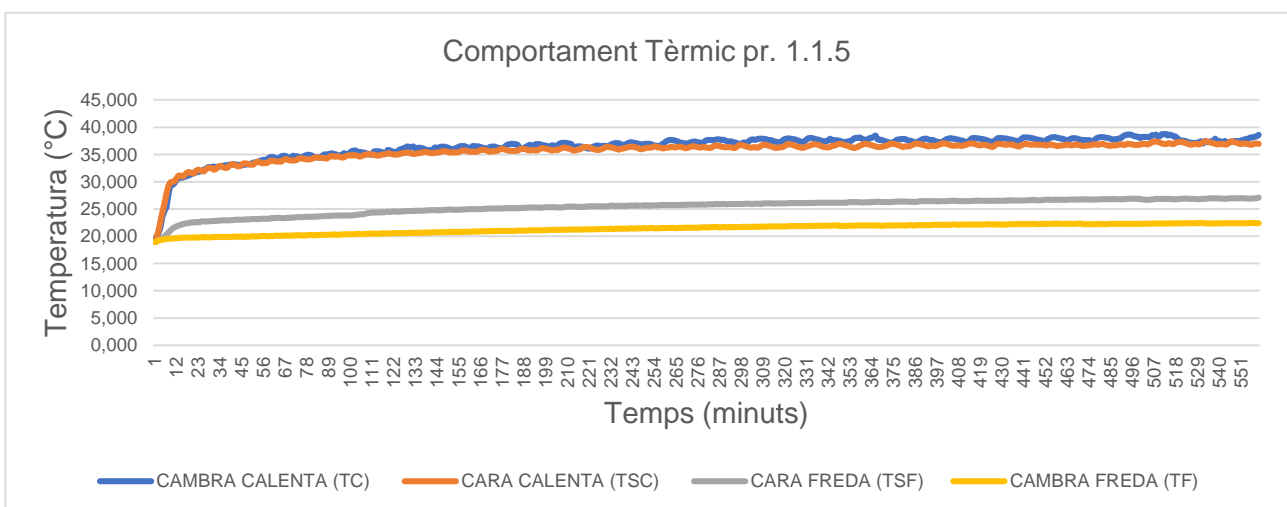
Gràfica 11: Comportament tèrmic proveta 1.1.2. Font pròpia.



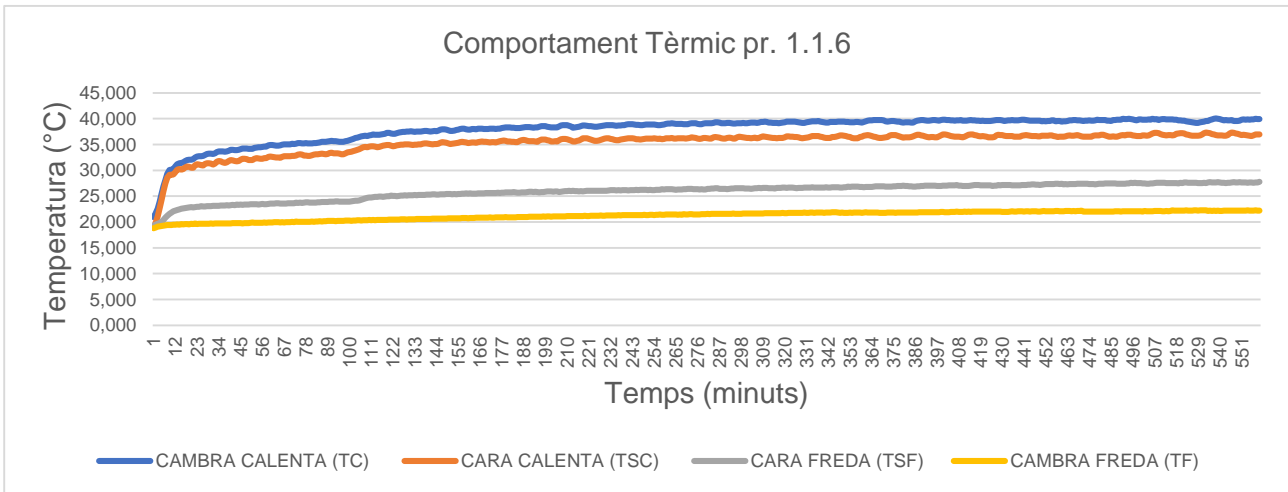
Gràfica 12: Comportament tèrmic proveta 1.1.3. Font pròpia.



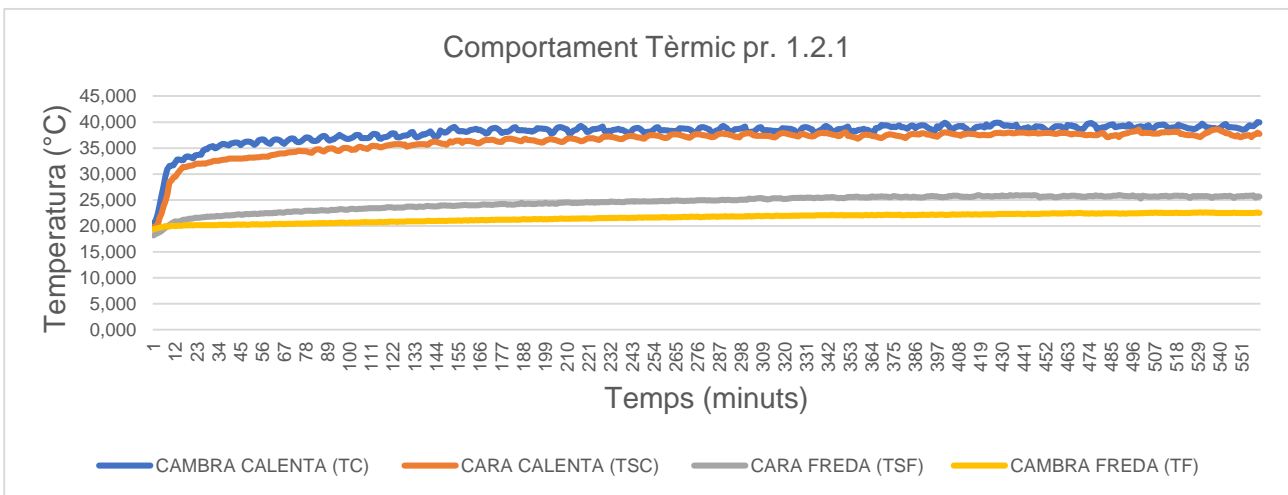
Gràfica 13: Comportament tèrmic proveta 1.1.4. Font pròpia.



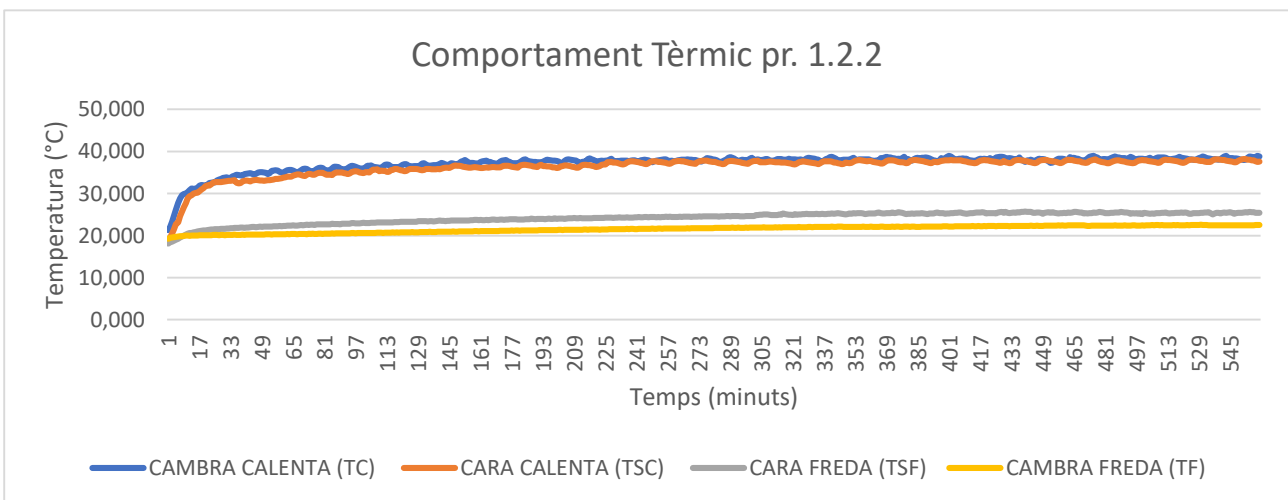
Gràfica 15: Comportament tèrmic proveta 1.1.5. Font pròpia.



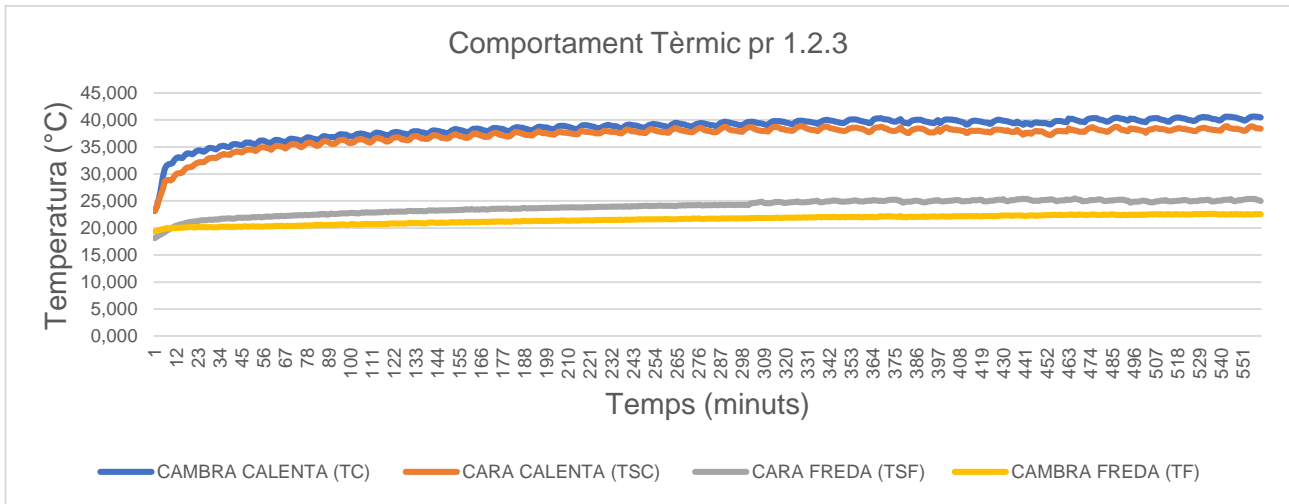
Gràfica 16: Comportament tèrmic proveta 1.1.6. Font pròpia.



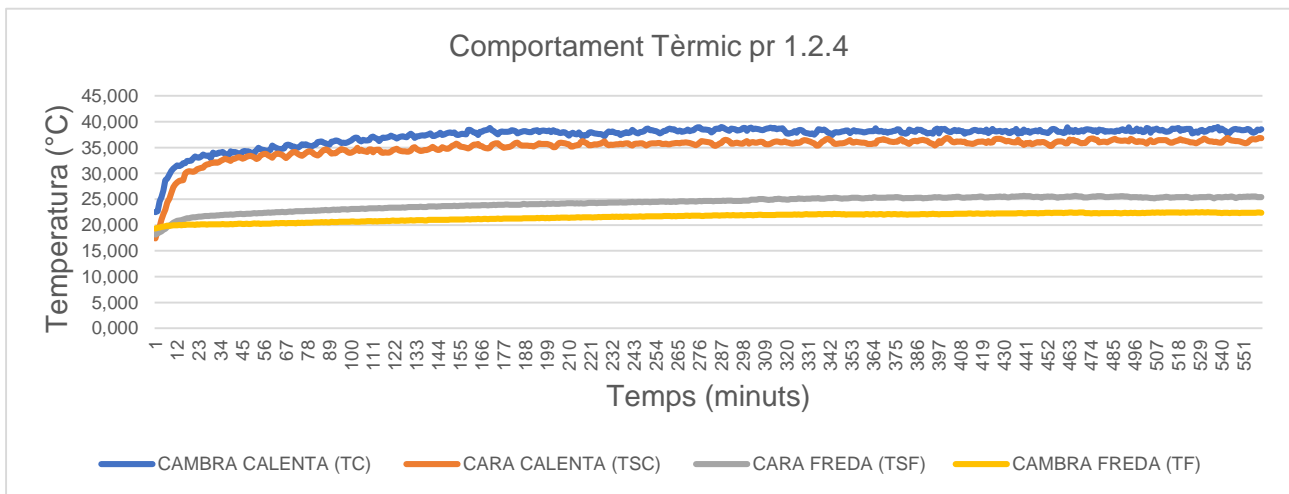
Gràfica 17: Comportament tèrmic proveta 1.2.1. Font pròpia.



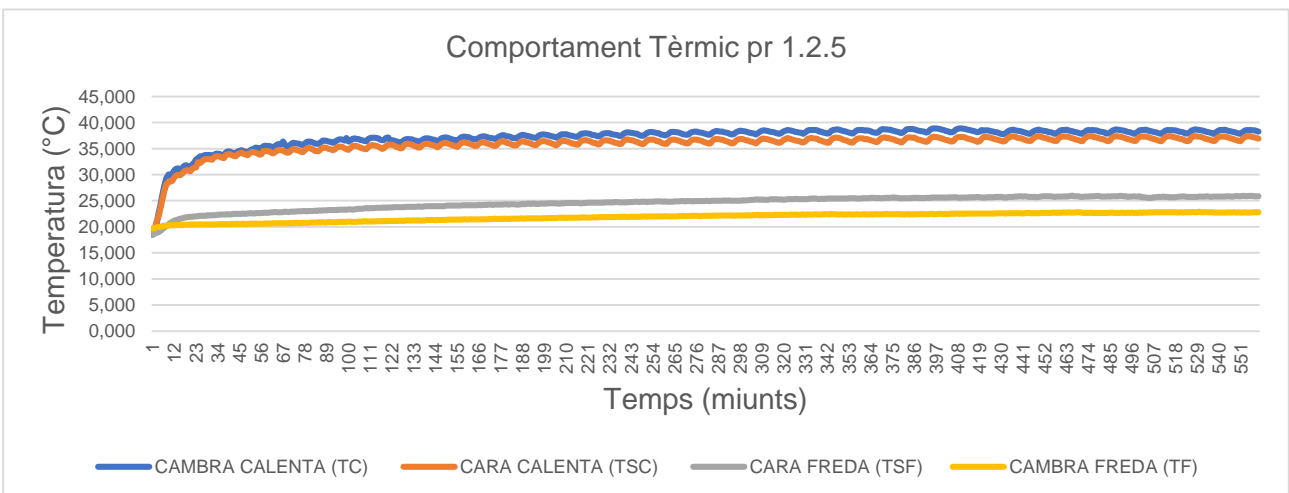
Gràfica 18: Comportament tèrmic proveta 1.2.2. Font pròpia.



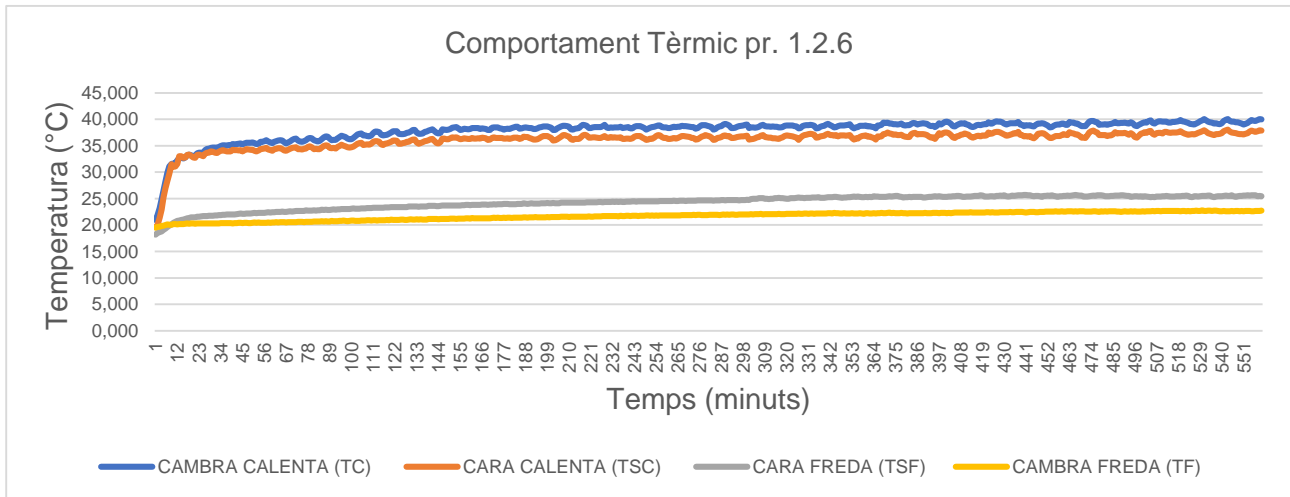
Gràfica 19: Comportament tèrmic proveta 1.2.3. Font pròpia.



Gràfica 20: Comportament tèrmic proveta 1.2.4. Font pròpia.



Gràfica 21: Comportament tèrmic proveta 1.2.5. Font pròpia.



Gràfica 22: Comportament tèrmic proveta 1.2.6. Font pròpia.

Obtinguts els valors objecte d'aquest apartat s'adjunta taula amb els resultats corresponent a la Transmissió (U), Flux de calor (Q) i el coeficient de conductivitat (λ); segons la dosificació de caseïna aportada.

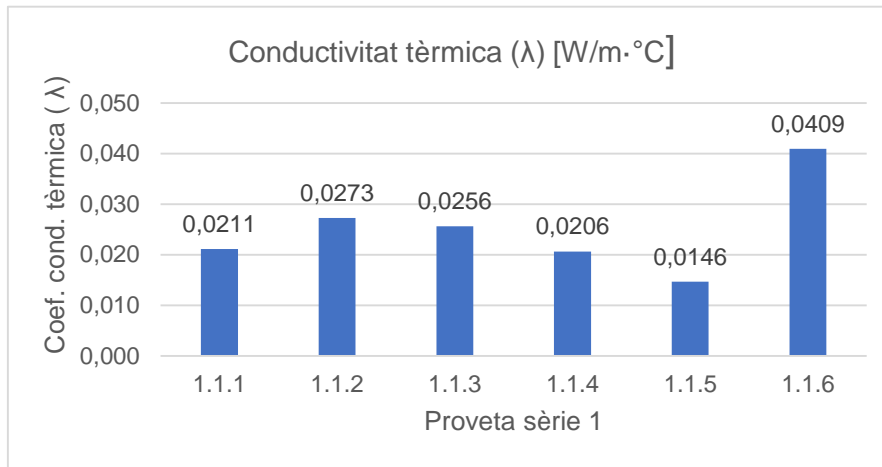
A continuació s'exposa la taula resum amb els valors obtinguts:

Sèrie	Proveta	Transmissió Tèrmica (U) [W/m ² ·°C]	Mitjana U [W/m ² ·°C]	Flux de calor (Q) [W]	Mitjana (Q) [W]	Coefficient de conductivitat tèrmica (λ) [W/m·°C]	Mitjana λ [W/m·°C]	Desviació estàndard λ	Coefficient de variació λ (%)	Variància λ
1	1.1.1	0,7502	0,8641	0,0531	0,0642	0,0211	0,0250	0,2896	11,5758	0,0840
	1.1.2	1,1057		0,0854		0,0273				
	1.1.3	0,7272		0,0571		0,0256				
	1.1.4	0,8491		0,0664		0,0206				
	1.1.5	0,4707		0,0249		0,0146				
	1.1.6	1,2815		0,0984		0,0409				
2	1.2.1	0,6147	0,7200	0,0471	0,0578	0,0130	0,0171	0,2565495	14,9927	0,0660
	1.2.2	0,2854		0,0218		0,0068				
	1.2.3	0,7970		0,0705		0,0204				
	1.2.4	0,9950		0,0658		0,0267				
	1.2.5	0,6914		0,0570		0,0117				
	1.2.6	0,9363		0,0846		0,0241				

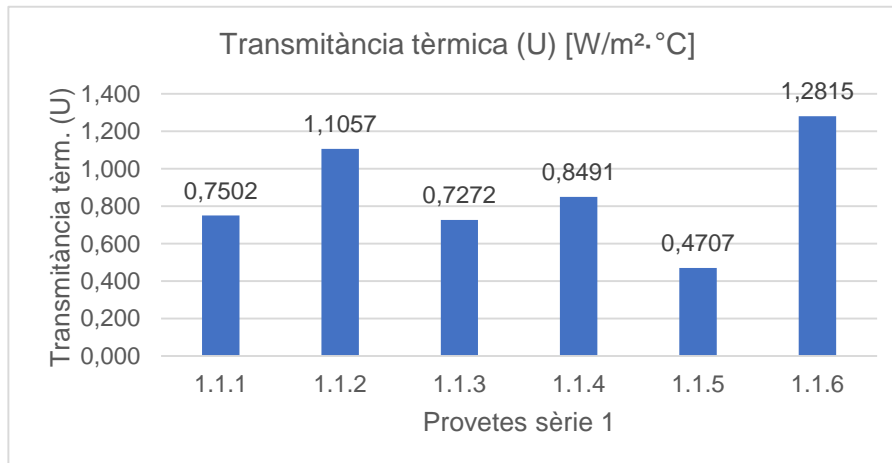
Taula 16: Taula resum de les propietats tèrmiques. Font pròpia.

A efectes dels resultats de la taula 1 es mostra la corresponent representació gràfica de cada sèrie per tal de fer una interpretació de cada dosificació.

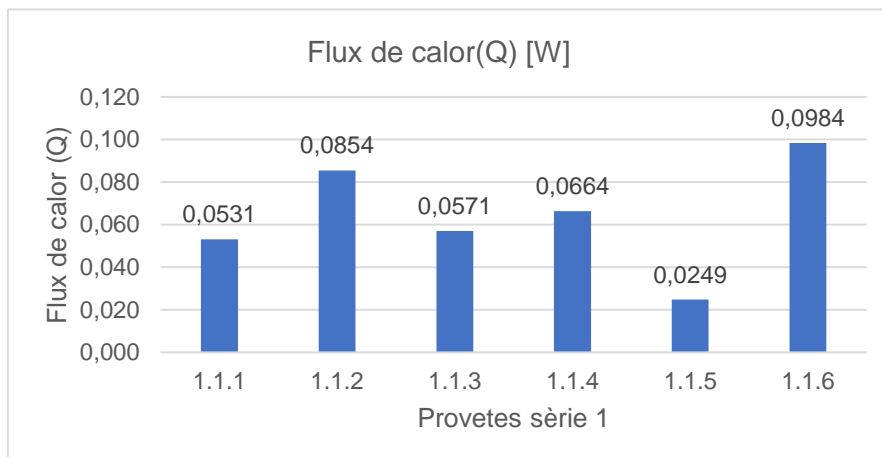
Representació gràfica sèrie 1:



Gràfica 23: Comparativa de resultats del conductivitat tèrmica sèrie 1. Font pròpia.

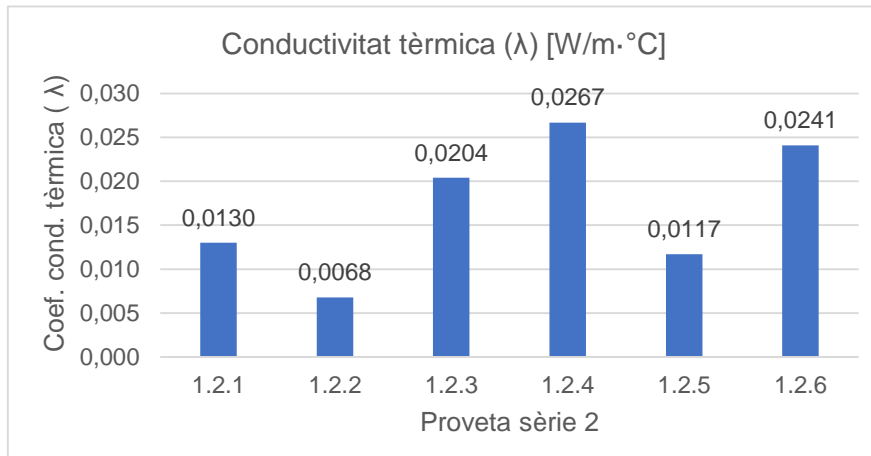


Gràfica 24: Comparativa de resultats de la transmitància tèrmica sèrie 1. Font pròpia.

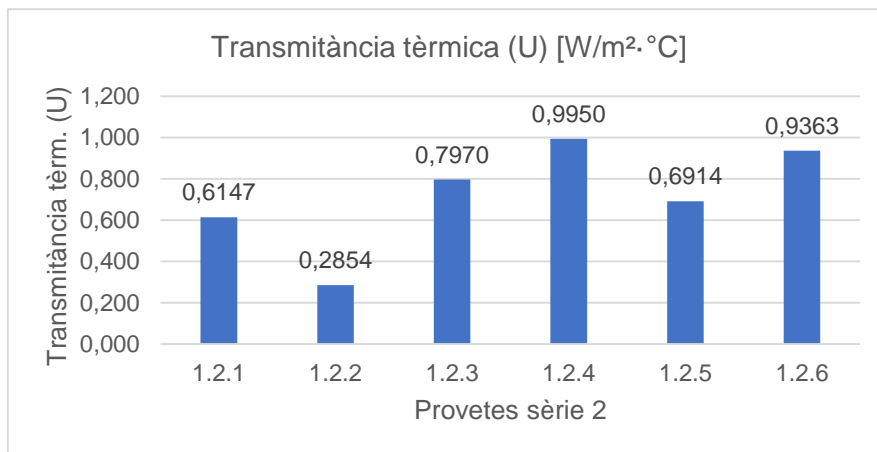


Gràfica 25: Comparativa de resultats del flux de calor sèrie 1. Font pròpia.

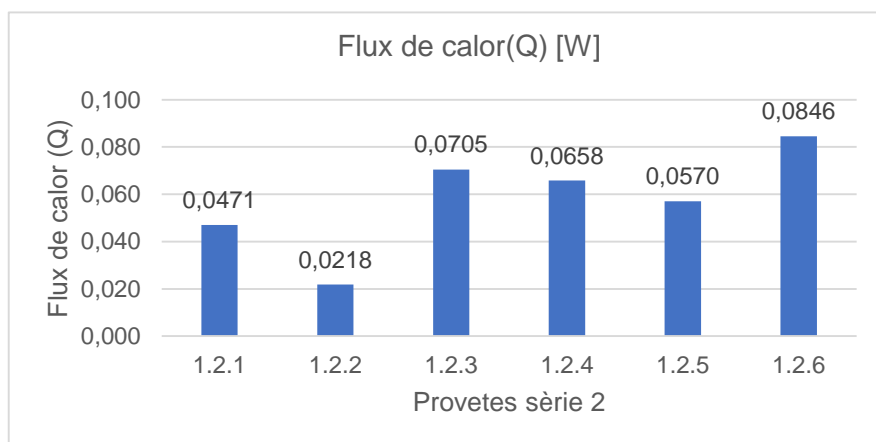
Representació gràfica sèrie 2:



Gràfica 26: Comparativa de resultats del coeficient conductivitat tèrmica sèrie 2. Font pròpia.



Gràfica 27: Comparativa de resultats de la transmitància tèrmica sèrie 2. Font pròpia.



Gràfica 28: Comparativa de resultats del flux de calor sèrie 2. Font pròpia.

Totes les provetes realitzades es detalla els càlculs de cada sèrie, segons la seva dosificació aplicada, on es mostrant resum del resultats a la taula 16.

7.4.7 Anàlisis de resultats.

L'objectiu principal d'aquest TFG és determinar el coeficient de conductivitat tèrmica. Per això, fent els càlculs necessaris, descrits en l'apartat 7.6.4, obtenim que, per les provetes de la sèrie 1 tenim un resultat de $0,0250 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$ i per a les provetes de la sèrie 2 un resultat de $0,0171 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$.

Per analitzar els resultats observem les dades obtingudes a partir de les anàlisis estadístiques i determinem que la desviació estàndard de la sèrie 1 té un valor de $0,2896$ i la desviació estàndard de la sèrie 2 té un valor de $0,2565$ (els valors són adimensionals). La desviació estàndard quantifica la dispersió al voltant de la mitja aritmètica. Informa de la mitja de la distància respecte de la seva mitja aritmètica.

Pel que fa a la variància i la desviació estàndard són dues mesures de variació estretament relacionades. L'única diferència és que la variància es defineix com la mitjana de les desviacions quadrades de la mitjana. Així doncs, pel que fa a la variància de la sèrie 1 és de $0,084 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$ i per la variància de la sèrie 2 és de $0,066 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$.

El coeficient de variació pren valors entre 0% i 100%. Si el coeficient és pròxim al 0% té poca variabilitat en les dades, això vol dir que és una mostra molt compacte. Si les mostres tendeixen a 100%, vol dir que les mostres són molt disperses i la mitja perd fiabilitat.

De fet, quan el coeficient de variació supera el 30%, es diu que la mitja és poc representativa, és a dir, s'entendrà com a conjunt de dades "Heterogènia". Al contrari, quan el coeficient no supera el 30% es considera una mitja representativa de dades "Homogènia"⁵⁰.

Per a les mostres assajades per a determinar el coeficient de conductivitat tèrmica obtenim un coeficient de variació per a les mostres de la sèrie 1 d' $11,58\%$, i per a les mostres de la sèrie 2 té un valor de $14,99\%$. Pel que fa als resultats, podem afirmar que les dades obtingudes són "homogènies", és a dir, són representatives.

⁵⁰ Coeficient de variació de Pearson. https://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_variaci%C3%B3n
30/12/2021

Respecte de la transmitància tèrmica, com anteriorment es defineix en l'apartat 7.6.4 d'aquest TFG, és la mesura de la calor que es dissipa o es guanya a través d'un element. Tanmateix, l'aïllament ideal tindrà un valor $U= 0 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$, és a dir no es transmet la calor.

Si observem els resultats de les provetes assajades obtenim un valor de $0,8641 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ per a la sèrie 1 i un valor de $0,7200 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}$ per a la sèrie 2.

En relació amb els valors obtinguts, podem observar que la solució de la sèrie 2 són més favorables, ja que és més pròxim a 0.

Un altre punt a tractat sobre l'assaig de la conductivitat tèrmica és sobre el flux de calor. S'ha de tenir en compte que el flux de calor és la intensitat de la velocitat del flux de calor per unitat de l'àrea per unitat de temps, tal com es descriu en l'apartat 7.6.4 d'aquest TFG.

Tanmateix, pel que fa a les provetes de la sèrie 1 s'ha obtingut un resultat de $0,0642 \text{ W}$, amb això, les provetes de la sèrie 2 s'ha obtingut un resultat de $0,0578 \text{ W}$.

Comparativa de material en el mercat de la construcció.

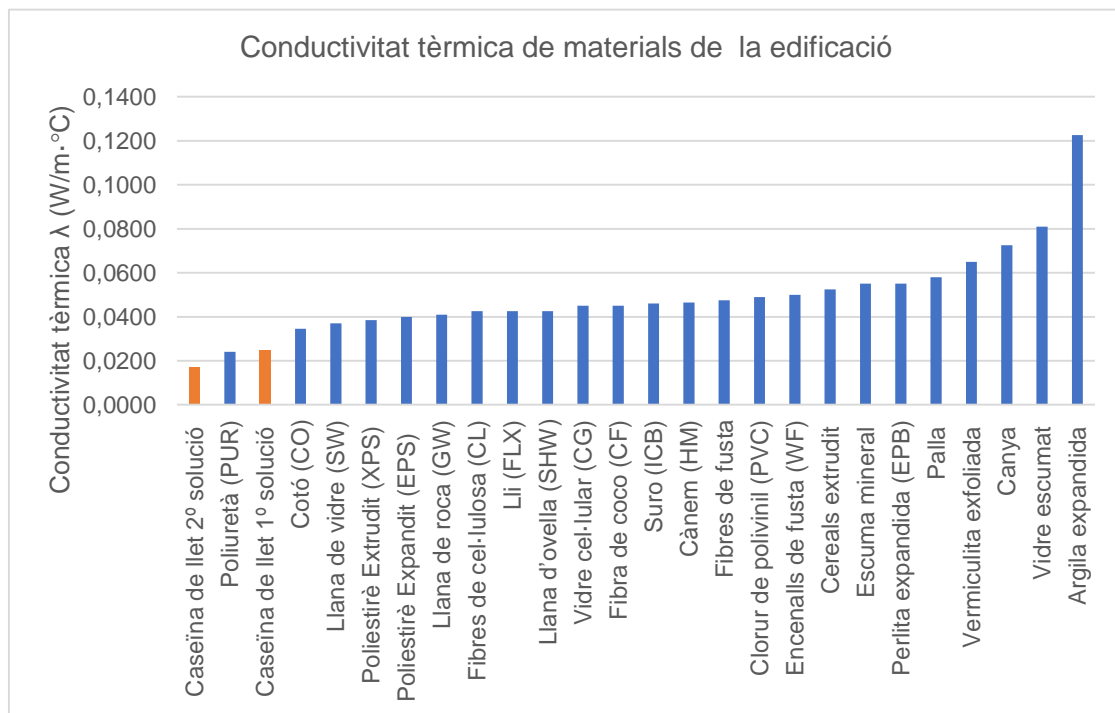
Existeixen molts tipus d'aïllant tèrmic, algun dels quals s'ha deixat d'utilitzar al llarg de la història. Són materials emprats per què es caracteritzen per la seva alta resistència tèrmica. Tanmateix, s'exposa la característica tèrmica dels diferents aïllaments tèrmics per conèixer la posició en què es troba el producte resultat d'aquest TFG:

Materials	Conductivitat tèrmica λ ($\text{W/m}\cdot\text{°C}$)	Mitjana λ ($\text{W/m}\cdot\text{°C}$)
Caseïna de llet 2º solució	0,0171	0,0171
Poliuretà (PUR)	0.019 - 0.029	0,0240
Caseïna de llet 1º solució	0,025	0,0250
Cotó (CO)	0.029 – 0.040	0,0345
Llana de vidre (SW)	0.031 – 0.043	0,0370
Poliestirè Extrudit (XPS)	0.029 – 0.048	0,0385
Poliestirè Expandit (EPS)	0.025 - 0.055	0,0400
Llana de roca (GW)	0.032 - 0.050	0,0410
Fibres de cel·lulosa (CL)	0.040 – 0.045	0,0425
Lli (FLX)	0.040 – 0.045	0,0425
Llana d'ovella (SHW)	0.035 – 0.050	0,0425
Vidre cel·lular (CG)	0.035 - 0.550	0,0450
Fibra de coco (CF)	0.043 - 0.047	0,0450
Suro (ICB)	0.042 – 0.050	0,0460
Cànem (HM)	0.037 - 0.045	0,0465

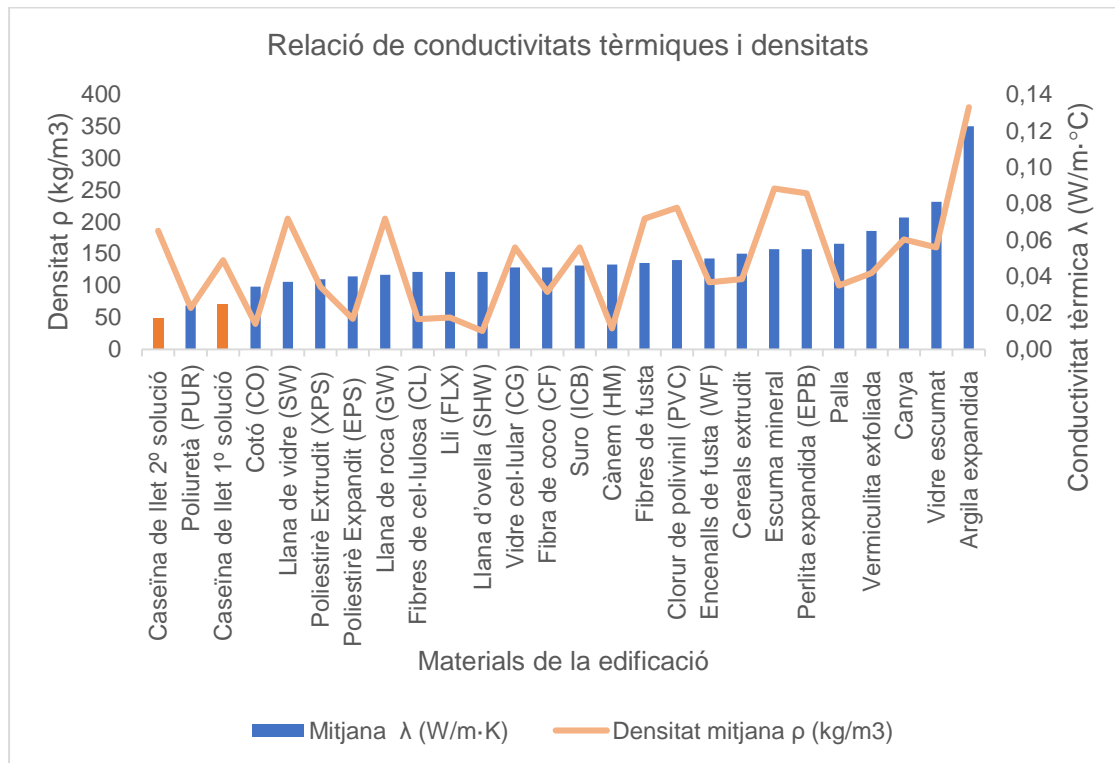
Fibres de fusta	0.040 - 0.055	0,0475
Clorur de polivinil (PVC)	0.035 - 0.063	0,0490
Encenalls de fusta (WF)	0.045 - 0.055	0,0500
Cereals extrudit	0.050 - 0.055	0,0525
Escuma mineral	0.045 - 0.065	0,0550
Perlita expandida (EPB)	0.040 - 0.070	0,0550
Palla	0.038 - 0.078	0,0580
Vermiculita exfoliada	0.060 - 0.070	0,0650
Canya	0.055 - 0.090	0,0725
Vidre escumat	0.070 - 0.092	0,0810
Argila expandida	0.085 - 0.160	0,1225

Taula 17: Conductivitat tèrmica dels materials utilitzats en la edificació. Font pròpia.

Representació gràfica del posicionament del producte resultant:



Gràfica 29: Conductivitat tèrmica dels diferents materials de la edificació. Font pròpia.



Gràfica 30: Relació de conductivitats tèrmiques i densitats dels materials de la edificació. Font pròpia.

Com podem observar en la gràfica 1, el producte resultat de la 2ª solució és el que té la conductivitat més baixa, amb 0,0171 W/m·°C per a la 2ª solució i el tercer material amb una conductivitat més baixa és per la 1ª solució.

Seguit de la gràfica 1 es mostra la relació entre conductivitat tèrmica i densitat. Com es pot observar, tot i ser el material amb una conductivitat tèrmica molt baixa no és el material menys dens. Així doncs, no té una relació concreta la conductivitat tèrmica i la densitat dels productes.

7.4.8 Conclusions

Si s'observa les gràfiques del comportament tèrmic, podem veure que les provetes de la sèrie 1 hi ha una diferència de temperatura, entre la cara calenta i la cara freda, menor que les de les provetes de les sèries 2. Així mateix, es pot observar que les provetes de la sèrie 1 té una diferència de temperatura entre la cara freda i la temperatura de la cambra freda bastant més significativa que les de la proveta de la sèrie 2.

Analitzant les gràfiques 1 i 1, comparativa de resultats de la conductivitat tèrmica, es pot observar que les de la sèrie 1 segueix una tendència molt dèbil, mentre que la gràfica 1 no tendeix un resultat relativament regular, fent que la diferència entre el valor més gran i el valor més petit sigui $0,0199 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$ i per a la de la sèrie 1 una diferència de valor més gran i el valor més petit sigui $0,0263 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$.

Finalment analitzades totes les dades s'observa que els resultats obtinguts de les diferents comparatives, tots els valors de les dosificacions en les quals s'ha utilitzat una major concentració de caseïna, es pot afirmar que les dosificacions del tipus 2 s'ha obtingut un valor menor respecte a les dosificacions del tipus 1. Tanmateix, aquest valor menor indica que les dosificacions del tipus 2 tenen unes millors prestacions tèrmiques, és a dir, les de la dosificació de la sèrie 2 són millor aïllants tèrmics.

8. APLICACIONS EN EDIFICACIÓ

Donat que aquest treball final de grau no pretén determinar amb un estudi exhaustiu sobre l'aplicació del material resultant, a causa de la magnitud que suposa aquest desenvolupament; això no obstant, és interessant valorar l'estalvi energètic potencial que pot aportar el material aïllant, depenent del seu gruix.

D'acord amb les propietats obtingudes (alta capacitat d'aïllament i poca capacitat impermeable), i per la necessitat d'establir una possible configuració dels sistemes constructius, es proposa una possible aplicació com aïllament tèrmic per a l'interior de particions interiors, no en contacte amb cambres humides, o com a aïllament tèrmic sobre els falsos sostres de cambres no humides.

9. CONCLUSIONS FINALS.

Finalment, es conclou que per obtenir un material escumós a partir de la caseïna de la llet, ha de passar per un procés d'obtenció, transformació i fabricació de la matèria primera molt complexa. Des del punt de partida de l'obtenció de la llet, ha de passar per una sèrie de fases fins a obtenir l'escuma pròpiament.

A més, cal recordar que la caseïna de la llet és una matèria escassa, per tant, l'objectiu econòmic és saber com i a on s'ha d'emprar, ja que la llet utilitzada només ha de ser de llet no aprofitada, llet contaminada, llet no apte per consum humà, entre d'altres.

Com a resultat de l'assaig de conductivitat tèrmica s'han obtingut valors de coeficient de conductivitat tèrmica molt baixos, tant en la dosificació de la sèrie 1 com els de la dosificació de la sèrie 2. Els valors resultants són tan baixos com els coeficients dels materials que actualment es fan servir en l'edificació, com per exemple, el poliuretà (PUR) o el cotó (CO).

Cal remarcar que la sèrie amb millors prestacions tèrmiques són les que tenen una densitat aparent més alta, respectivament. És a dir, la concentració de caseïna aportada millora les propietats tèrmiques.

10. VALORACIÓ FINAL

Tot seguit de les conclusions finals esmentades anteriorment, com a valoració final, es descarta l'aplicació en l'edificació pel desavantatge del fet que és un material que és soluble a l'aigua.

Objectivament, trobem que és un material amb unes propietats tèrmiques molt avantatjoses. Per aquest motiu cal comentar que, és necessari continuar amb el desenvolupament d'aquest producte resultant per determinar i millorar les propietats impermeables, com també les propietats mecàniques, acústica, etc. que no han sigut assajades en aquest treball final de grau.

Millorant aquestes propietats d'impermeabilització, propietats acústiques i mecàniques en un futur pròxim es pugui demostrar la seva aplicació en el sector de la construcció col·laborant amb diferents sistemes constructius, permetent així una construcció sostenible molt més sana per a les persones que hi habiten i molt més respectuosos amb el medi ambient.

11. FUTURES LÍNIES DE RECERCA

Per començar, una de les idees principal d'aquest projecte és el desenvolupament d'un producte resultant per tal de determinar les seves propietats tèrmiques. A ben desenvolupat aquest producte i de determinar dites propietats, el factor més dèbil del producte és el contacte amb la humitat. Per això, per a la continuació d'aquest projecte caldria desenvolupar aquesta propietat perquè, en un futur, poder demostrar que aquest material és apte com a material en l'edificació, en el conjunt dels sistemes constructius.

En segon lloc, havent estabilitzat el producte enfront de la humitat, és convenient determinar les propietats físiques, com és:

- Assaig per determinar les densitats.
- Assaig per determinar l'absorció.
- Assaig per determinar la porositat i compacitat relativa.
- Assaig per determinar la porositat real i microanàlisis.
- Assaig a la resistència biològica.
- Assaig al cicle gel-desgel.

I finalment, un altre via d'investigació que és interessant és la determinació de les propietats mecàniques més rellevant, com pot ser:

- Assaig a compressió.
- Assaig a flexió.
- Assaig a tracció.
- Assaig a resistència a l'impacte.
- Resistència biològica.

Amb totes aquestes consideracions realitzades com a nova vies d'investigació, es podria demostrar que es podria utilitzar aquest nou material en el sector de l'edificació.

12. NORMATIVA APLICADA

- UNE-EN 1602:203 “Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la densidad aparente”.
- UNE-EN-ISO 8990 “Determinación de las propiedades de transmisión térmica en régimen estacionario. Método de la caja caliente guardada y calibrada”. (ISO 8990:1994).
- CTE DB-HE. (Código Técnico de la Edificación. Documentos Básico HE Ahorro de Energía)

13. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Bibliografia

Owen P.Ward, (1989). “*Biotecnología de la fermentación. Principios, procesos y productos*”.

Segal; C.A. K.; Gustavo Jesus Ortega L. (2005). “*Manual de prácticas. Biología molecular de la célula*”, 4-11.

José María Tejón Rivera (2006). “*Fundamentos de Bioquímica Estructural*”, 40-43.

Pilar Roca; Jordi Oliver; Anna María Rodríguez; (2003) “*Bioquímica: técnica y métodos*”. 170-179.

F.M. Luquet, J. Keilling; R. de Wilde; (1991); “*Leche y productos lácteos. Vaca – oveja – cabra. 1 la leche de la mama a la lechería*”.

M. En C. Jaime Antonio Fernández Gutiérrez; (2004); “*Estudio de la interacción de los biopolímeros caseína y almidón por el proceso de extrusión*”; Tesis (Doctorado en Tecnología Avanzada), Instituto Politécnico Nacional.

Charles Alais; (2013); “*Ciencia de la leche*”; editorial Reverté.

X. Fuentes Arderiu; M.J. Castiñeras Lacambra; J. M. Queraplto Compañó, (1998), “*Bioquímica clínica y patología molecular, vol. 12*, 168-173.

Eduardo Stick Lopez Padilla, (2012); artículo: “*La arquitectura moderna como experimento: la Weissenhofsiedlung y la relación entre la técnica y la forma*”; 14 noviembre de 2011; aprobada 12 de marzo de 2012;

Real Decreto 2429/79, de 6 de julio, per el que s'aprova la "Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79", sobre Condiciones Térmicas dels edificis.

CITAE (2004); Congreso ibérico de aislamiento térmico y acústico. (Antecedens Històrics).

Miguel Ángel Díaz Yuvero (2016) El sector lácteo espanyol en la encrucijada.

Eduardo J. Bottani; Héctor S. Odetti; Oscar H. Pliego; Eduardo R. Villarreal; (2006); Química General; 154-168.

Miguel Payá; CEAC Técnico Construcción (2004). "Aislamiento térmico y acustico"; 55; 69-76;

Begoña Blasco Laffón; Emilia Blasco Laffón; José María Fernández Valdés; Juan Carlos Losada González; Carmen Viñas Arrobola; (2008); "Fundamentos Físicos de la edificación I", 185-189.

Alan H. Cromer; Julián Fernández Ferrer; (1986); "Física y en la Industria"; 310-325.

Julio Cesar Pino Tarrón; Betsy Elizabeth Fienco Sánchez; Martha Johana Alvarez Alvarez; (2018); "Materiales de la construcción"; 52-66.

Webgrafia - Fonts electròniques:

"Plásticos de caseïna" (2019); (<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2011/08/galalita-caseina-formaldehido.html>)

"Tecnología de los plásticos"; (2011); <https://www.ttamayo.com/2016/10/la-tecnica-pintura-la-caseina/>

Viviendas en al prehistòria (2018) <https://avancetecnologicos02.wordpress.com/2014/02/27/las-viviendas-en-la-prehistoria/>

"Contaminación de la leche" (2018) <https://es.slideshare.net/marcoshuancasdavila/contaminacion-de-la-leche>

Inlac "La materia prima"; www.inlac.es/sector_produccion.php

"Alcance de las pérdidas y el desperdicio de alimentos"; (2017); <http://www.fao.org/docrep/016/i2697s/i2697s02.pdf>

"Técnicas y operaciones avanzadas en el laboratorio químico" (2018); <http://www.ub.edu/talq/es/node/284>

MRA Grupo Álava (2018) (<http://www.mra.pt/industria/actualidade/calorimetro---sistema-para-medicao-da-condutibilidade-termica-em-paredes/>)

Treballs finals de grau i tesines

- D. Sanz P. (2016) Comportamento térmico y mecánico del yeso con adiciones de aerogel de sílice granulado. Tesina. Universidad Politécnica de Madrid. Tutor: César Bedolla Frutos
- M. Pol C. i B. Domínguez B. (2016) Formació de panells de façana amb material compost format per PP i PE amb residus vegetals. TFG. Universitat de Girona. Tutor: Rafel Reixach.
- M^a N. Font. del V. (2018) Estudi dels efectes de la fibra de paper de diari al morter autoanivellant del terra radiant i als panells prefabricats de formió. TFG. Universitat de Girona. Tutor: Rafael Reixach.
- D. Morillas. P. (2017) Influència de la pressió del premsat i temperatura de cocció sobre la resistència a compressió i conductivitat tèrmica dl maó massís ceràmic elaborat amb fangs sobrants procedents de centrals d'àrids. TFG. Universitat de Girona. Tutor: Miquel Àngel Chamorro.
- F. Sarradell C. (2015) Estudi per la fabricació de blocs de calç i suro per construcció. TFG. Universitat de Girona. Tutor: Jaume Borràs.

14. AGRAÏMENTS

Aquest projecte no hauria estat possible sense el suport incondicional de la meua família. En especial als meus pares; Chari Ruiz Fernández i Víctor Nieto Franco, pel finançament dels darrers anys del grau que m'han permès formar-me com a professional, i en especial per l'educació impartida des de ben petit que m'ha fet arribar fins a on sóc. Sense vosaltres no hauria fet possible.

Molt agraït també als meus sogres que han estat mostrant el seu interès per totes i cadascuna de les coses realitzades i metes aconseguides, i especialment per la realització d'aquest projecte, així com també animar-me quan realment m'ha fet falta, que realment han estat força vegades. A ells, moltes gràcies.

Per començar, agreixo al meu tutor del treball final de grau, al Dr. Miquel Àngel Chamarro Trenado, que ha estat la persona que m'ha orientat a resoldre tots els meus dubtes en tot moment, tot i les meves anades i tornades. Agrair conjuntament al Dr. José Alberto Méndez, qui també ha estat una peça fonamental per al desenvolupament d'aquest treball final de grau. Ambdós m'han atès totes les consultes, tot i viure les situacions tan difícils que hem hagut de viure.

Agrair també el desenvolupament d'aquest projecte a Sr. Pere Bellvehí Casadellà, que sempre que he anat al laboratori de forma inesperada i m'ha orientat en el desenvolupament de les tasques experimentals, sense oposar cap impediment i amb la major sinceritat i optimisme.

Finalment, agrair a tot els professors que s'han creuat en el meu camí durant aquests últims anys perquè, gràcies a ells, avui dia tot el que jo sé ho sé gràcies a ells.

I en especial menció a vosaltres, Anna i Martí, per tot i més.

15. ANNEXES.

15.1 Informe experimental: Comportament de la estructura molecular de la caseïna (amb i sense midó de blat de moro) en contacte amb l'aigua en diferents temperatures.

Informe experimental: Comportament de la estructura molecular de la caseïna (amb i sense midó de blat de moro) en contacte amb l'aigua en diferents temperatures.

Cristian Nieto Ruiz
Grau en Arquitectura Tècnica i Edificació
Universitat de Girona

Objecte:

Per tal de portar a terme el desenvolupament del producte cal determinar el seu comportament en front a l'aigua en diferents temperatures, es a dir, si conserva la seva estructura molecular. És important, en un primer pas, determinar-lo per poder portar a terme el desenvolupament d'aquest producte.

En cas que no conserves la seva estructura s'hauria de buscar alguna alternativa per tal de que no reaccioni i es disgregui, com podria ser la liofilització.

Material:

- 1 litre de llet UHT sencera
- Recipient per escalfar la llet
- Remenador
- Àcid acètic (vinagre)
- Bascula TEFAL Ovel (ús domèstic)- Recipient de vidre per assecat les mostres
- Aigua
- Termòmetre
- Colador
- Drap

Procediment:

- Escalfar la llet a una temperatura de 60° aproximadament i al mateix temps remouent.
- Afegir l'àcid acètic progressivament sense deixar de remoure.
- Passat aproximadament 3 minuts s'apaga el foc i es deixa reposar per a que la caseïna precipiti al fons del recipient.
- Amb un colador i amb la ajuda del drap separem la caseïna del sèrum de la llet.
- Un cop s'ha aconseguit separar la caseïna es dona la forma de la mostra a determinar i deixem assecat durant 14 dies.
- Un cop assecat les mostres es pesen per determinar el seu pes.
- Afegim les mostres en un recipient amb aigua (cada una amb diferents temperatura) durant 24 hores.
- Un cop estretes de l'aigua es deixaran assecat novament durant 24 hores en una estufa elèctrica.
- Passat 24 hores es pesaran les mostres per determinar el seu pes després del procés de submersió en aigua amb una temperatura determinada.

Les mostres del tipus A són les que només estan compostes per caseïna. Les del tipus B estan compostes per caseïna i midó de blat de moro de la marca comercial MAIZENA, creades a l'estiu del 2016.

Resultats obtinguts:

Mostrera	Dia creació	Dia de submersió	Temps de submersió	Hora de subm.	Pes abans de la subm.	Temp. de l'aigua	Temps de assecat	Pes després d'assecat
1A	20/04/17	03/04/17	24 hores	07:30	10 g	100°C	24 hores	9 g
1B	20/04/17	03/04/17	24 hores	07:30	9 g	100°C	24 hores	5 g
2A	20/04/17	04/04/17	24 hores	07:30	11 g	Natural	24 hores	11 g
2B	20/04/17	04/04/17	24 hores	07:30	13 g	Natural	24 hores	0.5 g
3A	20/04/17	05/04/17	24 hores	07:30	10 g	43°C	24 hores	10 g
3B	20/04/17	05/04/17	24 hores	07:30	11 g	43°C	24 hores	3 g

Reportatge fotogràfic:

- Foto de provetes de caseïna



- Foto provetes 1A i 1B



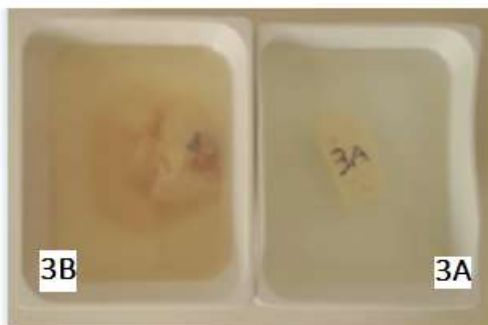
- Foto provetes 2A i 2B



- Foto 3A, la mostra 3B no es va fer foto.



- Foto de les mostres després de 24 h de submersió en aigua.



- Foto després de 24 h de assecat en estufa elèctrica.



Conclusions:

Com es pot observar amb els resultats i amb les imatges, les provetes del tipus A han conservat la seva estructura sencera. L'única observació a destacar és que fins que la peça no està assecada no té una consistència dura, es a dir, és una peça molt susceptible a ser trencada amb facilitat.

Per que fa la mostra del tipus B la seva estructura es modifica, en passar 24 h la mostra es disgrega i es fa molt difícil la seva extracció del aigua. Queda quasi inutilitzable.

Cristian Nieto Ruiz
Grau en Arquitectura Tècnica i Edificació
Divendres, 07 de abril de 2017