

ANNEX NÚM. 2

**INSTAL·LACIÓ D'EQUIPS DE PRODUCCIÓ DE CALOR AMB
BIOMASSA**

*Índex**1. Generalitats de la biomassa*

- 1.1. Definició de biomassa.
- 1.2. Instal·lacions de biomassa.
- 1.3. Aspectes ambientals.
- 1.4. Aspectes socioeconòmics.

*2. Objecte**3. Àmbit d'aplicació**4. Procediment administratiu d'autorització per la instal·lació d'equips de producció de calor amb biomassa**5. Definició reglamentaria de biomassa**6. Caracterització de la biomassa*

- 6.1. Pellets de biomassa
- 6.2. Estelles

7. Logística del subministrament de biomassa

- 7.1. Transport i distribució
- 7.2. Emmagatzematge
- 7.3. Alimentació de la caldera
- 7.4. Sistemes de seguretat en l'emmagatzematge
 - 7.4.1. Absència d'humitat
 - 7.4.2. Estanqueïtat a la pols
 - 7.4.3. Instal·lacions
 - 7.4.4. Presa de terra
 - 7.4.5. Ventilacions
 - 7.4.6. Buidat del sistema d'emmagatzematge a l'exterior
 - 7.4.7. Protecció contra incendis
 - 7.4.8. Resistència estructural
 - 7.4.9. Boca de càrrega
 - 7.4.10. Manteniment del vis sens fi
- 7.5. Cambra de calderes
 - 7.5.1. Selecció de la caldera
 - 7.5.2. Dimensions de la cambra de calderes
 - 7.5.3. Ventilació de la cambra de calderes
 - 7.5.4. Requisits de seguretat de les calderes
 - 7.5.5. Requisits comuns per a totes les cambres de calderes
- 7.6. Xemeneies i sistemes de tractament de fums
- 7.7. Emissions

*8. Manteniment de les instal·lacions**9. Manipulació de cendres*

Document A: Declaració d'energia

Document B: Principals tipus d'emmagatzematge

Document C: Emmagatzematges prefabricats convencionals

Document D: Emmagatzematges d'obra convencionals

Document E: Aproximació al dimensionament de l'emmagatzematge

Document F: Mètode de càlcul de l'energia emmagatzemada

Document G: Emmagatzematges de càrrega pneumàtica

Document H: Propietats i disposició dels vis sens fi

Document I: Càlcul de ventilacions per cambres de calderes

Document J: Emissions contaminants

1. Generalitats de la biomassa

1.1. Definició de biomassa

Es defineix biomassa com la “fracció biodegradable dels productes, restes i residus procedents de l'agricultura d'origen vegetal i animal, de la silvicultura i de les indústries annexes, així com la fracció biodegradable dels residus industrials i d'estacions depuradores d'aigües urbanes, quantificable de forma objectiva”.

Els tipus de biomassa comercials emprats comunament per a sistemes de calefacció són:

- Pellets, produïts de forma industrial.
- Estelles, provinents de les indústries de la primera i segona transformació de la fusta o de tractaments silvícoles i forestals (podes, aclarides, cultius energètics llenyosos, etc.).
- Residus agroindustrials, com els pinyols d'oliva, closques de fruits secs, ametlles, etc.
- Llenya produïda pel propi usuari o comercialitzada.

La taula 1 presenta un breu resum de les propietats d'aquests biocombustibles sòlids:

Taula 1. *Propietats dels biocombustibles sòlids*

	PCI		Humitat
	(kJ/kg)	(kWh/kg)	b.h.(%)
Pellet	17.000 - 19.000	4,7 - 5,3	<15
Estella	10.000 - 16.000	2,8 - 4,4	<40
Pinyol d'Oliva	18.000 - 19.000	5,0 - 5,3	7 - 12
Closca de fruits secs	16.000 - 19.000	4,4 - 5,3	8 - 15
Llenya	14.400 - 16.200	4,0 - 4,5	<20
Briquetes	17.000 - 19.000	4,7 - 5,3	<20

Les taules 2 i 3 presenten la composició dels principals elements de la fusta (fusta seca al 15%):

Taula 2. Composició de polímers en la fusta

Cel·lulosa	(42 a 45%)
Lignina	(20 a 30%)
Hemicel·lulosa p.ex. Xilano	(25 a 38%)

Taula 3. principals elements de la fusta (fusta seca 15%)

Carboni	49 a 57 %	Nitrogen	0 a 0.25 %
Hidrogen	5.5 a 6.5%	Sofre	0 a 0.1 %
Oxigen	36 a 44 %	Cendres	0.65 a 2.2 %

1.2. Instal·lacions de biomassa

La instal·lació de biomassa per usos tèrmics és aquella instal·lació en la que l'aprofitament de la biomassa s'utilitza per la producció d'energia tèrmica destinada, entre altres, a produir aigua calenta, aire calent i vapor.

La instal·lació de biomassa per usos elèctrics és aquella instal·lació en la que l'aprofitament de la biomassa s'utilitza per la producció d'energia elèctrica com a ús final. També és possible destinar el seu ús a processos de cogeneració, per obtenir simultàniament calor i electricitat.

Les aplicacions tèrmiques amb producció de calor i aigua calenta sanitària són les més comuns dins del sector de la biomassa, es pot realitzar mitjançant:

- Estufes, normalment de pellets o llenya, que escalfen una única estància i que normalment actuen simultàniament com a elements decoratius.
- Calderes de baixa potència per a vivendes unifamiliars o construccions de mida reduïda.
- Calderes dissenyades per a un bloc o edifici de vivendes, que actuen com a calefacció centralitzada.
- Centrals tèrmiques que escalfen diversos edificis, xarxes de calor o grup de vivendes.

En respecte a l'optimització de la producció d'energia, algunes estratègies per regular la càrrega i millorar la seguretat del subministrament són:

1.2.1. Completar la caldera de biomassa amb una caldera convencional (gasoil o gas):

En aquest cas s'utilitza la caldera convencional per cobrir els pics de demanda i servir com a sistema auxiliar. D'aquesta manera, la potència de la caldera de biomassa a instal·lar es pot reduir fins el 60 o 70% de la potència tèrmica màxima. La caldera de biomassa podrà cobrir entre el 90 i el 95% de les necessitats energètiques de calefacció ja que la demanda màxima de càrrega solament apareix durant períodes curts. Aquesta solució és particularment avantatjosa quan existeix una caldera antiga de gasoil o gas, en condicions correctes de funcionament, i que pugui ser utilitzada en períodes de temps curts. S'ha de tenir en compte que en cap cas les dues calderes podran compartir la sortida de fums, encara que estiguin simultàniament en funcionament.

1.2.2. La caldera de biomassa pot cobrir la demanda màxima, ajudada per un dipòsit d'inèrcia:

Es realitza amb la finalitat de gestionar els períodes curts de variació de càrrega i assegurar que la caldera pugui operar amb càrregues baixes de forma raonable. En alguns casos s'utilitza com acumulador d'aigua calenta un sistema d'energia solar tèrmica. Aquesta solució té com a avantatge que solament necessita una xemeneia.

1.2.3. Combinació de dos calderes de biomassa:

La segona caldera augmenta el subministrament i s'assegura que les calderes operin de forma òptima per qualsevol càrrega. Pot ser més econòmic instal·lar una segona caldera de biomassa que una caldera convencional més un dipòsit de gasoil o una connexió de gas.

1.3. Aspectes ambientals

L'ús de la biomassa com a combustible en la producció d'energia comporta unes avantatges i desavantatges.

Avantatges:

- Contribució a mitigar el canvi climàtic per l'efecte del "cicle tancat del carboni" i la producció renovable de biomassa, d'aquesta manera s'augmenta el contingut de carboni de la biosfera.
- La baixa proporció de sofre principalment i nitrogen en la biomassa evita la producció de pluja àcida.
- Emissions atmosfèriques en SO₂, CO i CO₂ significativament inferiors a la resta de carburants fòssils, tenint en compte el cicle de vida dels combustibles.
- Les emissions de partícules es consideren baixes tot i ser lleugerament superiors a altres carburants fòssils.
- L'aprofitament planificat i sostenible de la biomassa forestal contribueix a la conservació i millora del sistema natural, de la biodiversitat i de la producció de biomassa.

- La biomassa representa la “bateria d’acumulació d’energia del sol”.

Desavantatges:

- Es requereix una transformació i producció de la biomassa propera al lloc de consum per disminuir el transport.
- En calderes domèstiques, si la combustió és incompleta, es produeix CO, hidrocarburs tipus metà, N₂O, que poden donar problemes de salut i d’efecte hivernacle. La combustió és incompleta per falta d’O₂ o per biomassa amb humitat excessiva.
- La producció, transformació i transport poden desequilibrar el balanç energètic.

Emissions atmosfèriques en la combustió de la biomassa

La taula següent mostra el comparatiu d’emissions per diferents combustibles en calderes d’alta tecnologia:

Taula 4: Comparació de les emissions en la combustió per a diferents combustibles

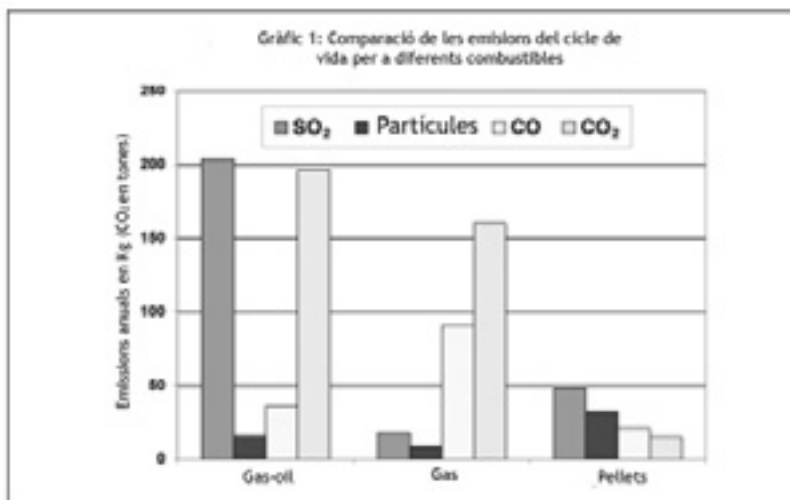
Emissió mg/kWh	Gasoil	Gas natural	Estelles / Pellets
CO	10	150	250
SO ₂	350	20	20
NO _x	350	150	350
Partícules	20	0	150
NMVOC*	5	2	10

* Compostos orgànics volàtils. Se n’exclou el metà

No obstant això en la valoració final de les emissions a l’atmosfera pels diferents combustibles, cal tenir present, a més de la combustió de la caldera, la producció i el transport del combustible, és a dir el cicle de vida del combustible.

En el gràfic núm. 1 es representa el comparatiu d’emissions pel cicle de vida del combustible (s’ha considerat un transport de la biomassa a 300km de distància i també s’ha considerat les emissions per la producció i reciclat de les calderes).

Comparació de les emissions anuals del cicle de vida dels combustibles.



* El gas del gràfic 1 s'entén com a gas natural

1.4. Aspectes socioeconòmics

Els aspectes socioeconòmics que representa l'ús de la biomassa a Andorra són els següents:

- Estalvi econòmic enfront els carburants fòssils, per la diferència del preu de cost del combustible (en termes energètics).
- Reduir la dependència dels carburants fòssils.
- Valoritzar el recurs fuster a Andorra, actualment sense cap interès d'aprofitament.
- Impulsar el sector forestal i la primera transformació de la fusta a Andorra.
- Beneficiar-se de les externalitats que aporta la gestió forestal a Andorra:
 - gestió per la funció de protecció contra les allaus, els incendis, l'erosió, etc.,
 - gestió per la funció social i turística,
 - gestió per la funció de conservació i millora del sistema natural i de la biodiversitat,
 - gestió per la funció de producció en biomassa.

2. Objecte

L'objecte d'aquest annex és reglamentar les prescripcions tècniques de les instal·lacions d'equips de producció de calor a partir de la biomassa, dins l'àmbit del present reglament:

- reduir la dependència energètica,
- afavorir les energies renovables,
- reduir les emissions atmosfèriques,
- promoure l'ús de la biomassa a Andorra,
- estalvi econòmic del combustible.

3. Àmbit d'aplicació

Aquest annex és aplicable en les instal·lacions de biomassa per a usos tèrmics, que utilitzin la combustió com a mètode de transformació de la biomassa en energia i en qualsevol de les fases de producció de calor.

4. Procediment administratiu d'autorització per la instal·lació d'equips de producció de calor amb biomassa

- *Procediment administratiu: documentació necessària*

a) Declaració d'energia, si la potència nominal de la caldera és inferior o igual a 70kW o d'ús individual (unifamiliar) (document A1).

b) Projecte energètic de la instal·lació, si la potència nominal de la caldera és superior a 70kW o d'ús col·lectiu (plurifamiliar) (document A1). Si la potència nominal de la caldera és superior o igual a 200kW el projecte ha d'anar acompanyat d'un pla de logística del subministrament.

c) Certificat final d'obra de la instal·lació. Cal especificar la conformitat al projecte autoritzat i el tipus de biomassa apte per a l'equip de distribució i per a la caldera instal·lada.

d) Contracte de manteniment de la instal·lació, un cop finalitzada la instal·lació.

5. Definició reglamentària de biomassa

En l'àmbit d'aplicació d'aquest annex, a efectes del Reglament Energètic en l'Edificació, s'entén per biomassa:

“Fracció biodegradable dels productes, restes i residus procedents de l'agricultura i d'origen vegetal procedent de l'agricultura, de la silvicultura i de les indústries annexes, amb excepció dels residus fusters amb compostos orgànics halògens o metalls pesats o pol·luents com a conseqüència d'un tractament de la fusta”.

L'ús d'altres tipus de biomassa (restes d'animals, fangs de depuradores, residus urbans, torba, etc.), exempts d'elements pol·luents, estarà subjecte a l'autorització explícita del ministeri competent, a partir d'un certificat de caracterització on s'especifiqui el detall de la seva composició, el poder calorífic i el grau d'humitat, a més d'una analítica al més completa possible i evitar els residus d'alta proporció de cendres.

6. Caracterització de la biomassa

L'ús de qualsevol tipus de biomassa requereix d'una declaració de qualitat i d'idoneïtat del producte a l'equip instal·lat.

La declaració de qualitat del producte es realitzarà en base a les característiques esmentades en el present document (punt 6.1 i 6.2).

El subministrador de biomassa ha de garantir (document A2):

Declaració de qualitat del producte:

- Qualitat del pellet: qualitat baixa, estàndard o alta
- Qualitat de l'estella: classe 1 o classe 2

Declaració d'idoneïtat del producte a l'equip instal·lat, en base a la declaració del instal·lador o projecte autoritzat i certificat final d'obra de la instal·lació:

- Emmagatzematge.
- Càrrega de la sitja.
- Alimentació de la caldera.
- Combustió de la caldera.

Pels requeriments tècnics necessaris de caracterització de la biomassa com a combustible d'equips en producció de calor no especificats en el present annex, serà d'aplicació la normativa europea UNE CENT/TS, normativa alemanya DIN i DIN PLUS o normativa austríaca ÖNORM.

6.1. Pellets de biomassa

Els pellets són petits cilindres procedents de la compactació de serradures i encenalls molturats i secs, provinents de serradores, d'altres indústries, o bé es produeixen a partir d'estelles i altres biomasses de diversos orígens.

En el procés de pelletització no es poden haver utilitzat productes químics sinó simplement pressió i vapor, tot i que és possible trobar també un percentatge reduït d'additius biològics.

La qualitat dels pellets es classifica en tres categories: baixa (A), estàndard (B) i alta (A) (taules núm. 5 i 6).

En general, un bon pellet de fusta presenta menys d'un 10% d'humitat i una durabilitat mecànica major del 97,5%

El contingut de fins no passa de l'1% ó 2% mentre que les cendres i el sofre es situen entorn al 0,7% i 0,05% respectivament.

Els additius no han de representar més d'un 2% en pes en base seca i com a compactadors només són vàlids els productes de la biomassa agrícola i forestal que no hagin estat tractats químicament. En tot cas, el tipus i quantitat d'additius s'han d'especificar pel fabricant.

L'ús de pellets de qualitat inferior, els quals són més econòmics, contenen un major percentatge de cendres i menor poder calorífic.

És imprescindible exigir una durabilitat mecànica mínima per evitar la desintegració dels pellets en pols, el qual té unes propietats de combustió diferents i genera problemes en els processos de transport, càrrega, emmagatzematge i combustió.

Per a instal·lacions en habitatges s'aconsella l'ús de pellets de fusta natural.

Taula 5. Caracterització de qualitat dels pellets

	Qualitat		
	Baixa (C)	Estàndard (B)	Alta (A)
Origen	Biomassa llenyosa sense escorça		
Poder Calorífic Inferior			
(kWh/kg)	>3,5	>4,6	>5,0
(kJ/kg)	>12.500	>16.700	>18.000
Humitat b.h. (% en massa)	<12	<12	<10
Densitat (kg/m ³)	>1.000	1.000 - 1.400	>1.120
Contingut en cendres			
(% en pes)	<6	<1,5	<0,5
Longitud (mm)	<7 x diàmetre	<50	<5 x diàmetre
Diàmetre (mm)	<12	4 - 10	<8
Durabilitat (DU)	DU 95,0 ≥ 95%	DU 96,5 ≥ 96,5%	DU 97,5 ≥ 97,5%
Fins (F)	F 3,0 ≤ 3%	F 2,0 ≤ 2%	F 1,0 ≤ 1%
Additius	Especifiqueu tipus i quantitat (<2%)		

Taula 6. Propietats informatives de la caracterització dels pellets

Propietat informativa	Baixa (C)	Estàndard (B)	Alta (A)
Nitrogen (% base seca)	$\leq 0,5\%$	$\leq 0,3\%$	$\leq 0,3\%$
Sofre	$\leq 0,05\%$	$\leq 0,04\%$	$\leq 0,02\%$
Clor	$\leq 0,05\%$	$\leq 0,05\%$	$\leq 0,02\%$
Fusió cendres (°C)	AM 1 150	AM 1 300	AM 1 300

6.2. Estelles

Les estelles de fusta són trossos petits d'entre 5 i 100 mm de longitud, on la qualitat depèn fonamentalment de la matèria prima de la que provenen, la seva recollida i de la tecnologia d'estellat.

Les estelles es classifiquen en dos tipus de qualitats:

- Estelles de classe 1: provinents de la indústria de la primera i segona transformació de la fusta o fustes forestals molt netes. Solen tenir humitats igual o menors al 30%. Apropiadades pel seu ús en vivendes i en tot tipus d'instal·lacions.

Contingut en cendres inferior a l'1%.

- Estelles de classe 2: provinents de tractaments silvícoles, agrícoles i forestals (podes, aclarides, tries, cultius energètics llenyosos, etc.). Fins un 50% d'humitat. Utilitzada en instal·lacions de potència superior a 100kW (mitja a alta potència).

Contingut en cendres inferior al 5%.

Taula 7. Caracterització de la qualitat de l'estella de fusta

Estelles de fusta	Classe 1	Classe 2
Contingut d'humitat	$\leq 30\%$	$\leq 50\%$
Dimensió major de la fracció principal (>80% en pes)	$\leq 45 \text{ mm}$	$\leq 63 \text{ mm}$
Valor energètic (kWh/kg)	$> 3,2$	$> 2,0$
Contingut de cendres	$< 2\%$	$< 5\%$
Proporció de fins ($< 1\text{mm}$)	$< 5\%$	

Taula 8. Propietats informatives de les estelles

Propietats informatives d'estelles de fusta

Espècies vegetals (% en pes o volum)

Proporció d'escorça (% en pes o volum)

Densitat (Kg/m^3)

Densitat energètica (kWh/m^3)

No obstant això, el control de qualitat de les estelles de fusta i dels residus agroindustrials és molt important ja que les seves característiques són poc homogènies, principalment en el referit al poder calorífic i la humitat.

Les estelles molt humides ($> 40\%$), els trossos de fusta grans en les estelles, i alguns tipus de residus agrícoles són poc recomanables en la majoria de les calderes per a edificis i vivendes.

El paràmetre més rellevant de l'estella és la humitat. En la contractació del subministrament es recomana que s'especifiqui quin poder calorífic inferior (o densitat energètica) i grau d'humitat tindrà l'estella subministrada.

És recomanable sol·licitar una analítica per tal d'evitar comprar estelles amb moltes cendres o amb components perjudicials per a la caldera.

Altres conseqüències derivades de la contaminació del biocombustible són la corrosió dels elements de la caldera, així com altres danys en l'equip que disminueixen la vida útil o provoquen avaries i manteniments no programats.

7. Logística del subministrament de biomassa

7.1. Transport i distribució

El transport i distribució del pellet i les estelles s'ha de realitzar en bones condicions ambientals a fi de garantir les condicions d'humitat i densitat declarades.

L'accés per a vehicles pesats ha d'estar adequat a l'amplada, radis de gir i gàlib necessari segons el tipus de vehicle.

Requeriments per als camions de subministrament de biomassa:

Taula 9: Requeriments per als camions de subministrament de biomassa.

Tipus de camió	Requisit	Descripció
Tots		Emmagatzematge i transport de diferents tipus o mesures de combustible per separat
	Puresa	Buidat i neteja dels camions al canviar de tipus o mesures de combustible per evitar mescles
		Neteja de medis auxiliars de manipulació, transport o emmagatzematge
	Humitat	Garantia d'ambient sec en el camió durant el transport
	Separació de fins	Fins <1% abans de carregar el camió No aplicable a sacs petits o <i>big-bag</i> ni a camions de subministrament pneumàtic amb filtre de fins incorporat que garanteixi el mateix o menor nivell de fins
	Sistema de pesat a bord	Aplicable a camions de capacitat >12m ³
Cisterna	Sistema de succió	La massa d'aire succionada ha de ser major que la d'aire injectat per evitar sobrepressions a la sitja
	Mànegues i accessoris	Suma de segments de mànega fins a L=30m (Lmàx. =40m)
		Accessoris d'acoblament a les toveres o entre els segments

Distribució amb camió cisterna:

El subministrament de biomassa des del camió cisterna fins el lloc d'emmagatzematge no ha de ser superior als 30m de longitud ni superior als 5m de desnivell.

Les mànegues tenen un diàmetre de 110mm i són del tipus ZAG (acoblament vàlid per a bombers), de material antiestàtic per prevenir càrregues electrostàtiques.

La connexió per la càrrega ha d'estar equipada d'una pressa de terra.

Per al procés d'ompliment, s'ha de dotar l'equip de succió amb un filtre antipols.

7.2. Emmagatzematge

El lloc destinat a l'emmagatzematge de la biomassa ha d'estar adequat i destinat exclusivament per aquest ús, excepte en les explotacions agrícoles que pot compartir l'ús de l'espai amb la llenya, la palla i l'herba, únicament amb una separació funcional.

L'emmagatzematge de la biomassa s'ha de realitzar en bones condicions ambientals a fi de garantir les condicions d'humitat i densitat especificades en la declaració de qualitat del producte.

L'emmagatzematge es pot situar en l'interior o l'exterior de l'edifici, sempre en ambient sec.

En edificis nous o reformes integrals on estigui previst instal·lar calderes de biomassa, l'emmagatzematge i la caldera han de situar-se en locals diferents.

En instal·lacions de calderes de potència nominal $\leq 20\text{kW}$, l'emmagatzematge de biomassa pot efectuar-se en el mateix local de la caldera. La capacitat màxima d'emmagatzematge real serà de 2m^3 . És necessari col·locar sitja prefabricada i equipada per aquest ús, amb una separació funcional, a 0.7m de distància mínima a la caldera.

En reformes d'instal·lacions tèrmiques existents, on no sigui possible realitzar la divisió en dos locals diferents, l'emmagatzematge s'ha de col·locar a una distància mínima de 0.7m de la caldera i separat per una paret resistent al foc 120 minuts.

El sistema d'emmagatzematge ha de preveure la compatibilitat amb el tipus de transport i els sistemes de subministrament de la biomassa.

Els tipus d'emmagatzematge poden dividir-se en emmagatzematges prefabricats i emmagatzematges d'obra.

En el document B s'indiquen els principals tipus d'emmagatzematge.

Emmagatzematges prefabricats

Els emmagatzematges prefabricats són contenidors específics per la biomassa, metàl·lics, de plàstic, fusta o tela.

Aquests han d'anar acompanyats d'un certificat de fabricació i garantia d'acord al seu ús, especificant les recomanacions del fabricant per la càrrega, neteja i ús en general de la sitja. En el document C s'indiquen els emmagatzematges prefabricats més convencionals.

Emmagatzematges d'obra

Els emmagatzematges d'obra són sales de nova construcció o sales existents adaptades i tancades per a l'ús com a sitja de biomassa.

Les parets no han de presentar signes d'humitat, han de ser completament llises, sense restes de qualsevol tipus d'instal·lacions, ni esclatxes, obertures o elements que dificultin el bon funcionament de l'emmagatzematge.

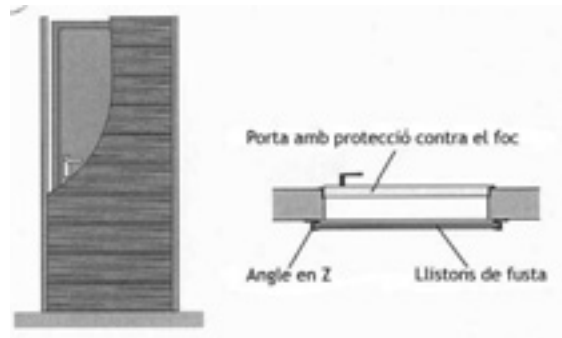
La porta d'accés a l'emmagatzematge d'obra ha de complir les següents característiques:

- Estanqueïtat a la pols per evitar la filtració de fins a altres habitacions.
- En cas de subministrament pneumàtic a la sitja, es recomana situar la porta sota el nivell de les toveres ja que el combustible s'emmagatzema preferentment en el costat oposat.
- Si l'ompliment és per càrrega directa, es recomana col·locar la porta en el costat oposat a la boca de càrrega per les mateixes raons.

- Cal col·locar un dispositiu interior de contenció per evitar la sortida de la biomassa en obrir la porta. Pot estar format per un angle en Z i diversos llistons de fusta, uns sobre els altres, que es poden anar lliscant cap a dalt i treure'ls fins a veure l'altura de la biomassa emmagatzemada.
- La porta ha de ser d'obertura cap a fora, amb un espiell o finestra petita per poder realitzar la inspecció visual de la sitja sense obrir la porta.

S'aconsella una o diverses obertures per donar claror a l'interior de la sitja i per facilitar el control visual del volum de biomassa. En el document D s'indiquen els emmagatzematges d'obra més convencionals.

Figura 1: Porta d'accés a la sitja amb dipòsit interior de contenció



Dimensionament de l'emmagatzematge

Per dissenyar la mida de la sitja d'emmagatzematge, s'han de tenir en compte factors tan diversos com la càrrega tèrmica a cobrir, el tipus de combustible escollit, l'espai disponible, la mida del camió de càrrega o la fiabilitat del subministrament.

El dimensionament de l'emmagatzematge ha de complir almenys un volum equivalent a una de les següents condicions:

- 1 temporada de funcionament de la instal·lació: així tan sols és necessari carregar la sitja una vegada a l'any.
- 1,5 vegades el volum del camió de subministrament: d'aquesta manera és possible carregar la sitja amb un camió complet abans que s'acabi el combustible.
- 2 setmanes de consum màxim de combustible

La capacitat mínima útil d'emmagatzematge de biocombustible ha de ser com a màxim el 80% de la capacitat real. En el document E s'indica l'aproximació al dimensionament de l'emmagatzematge.

Càlcul de l'energia emmagatzemada en la sitja

L'energia emmagatzemada en la sitja de biomassa depèn del tipus de combustible i l'estat d'ompliment. S'especifica el mètode de càlcul en el document F.

*Càrrega de la sitja de biomassa**- Càrrega directa:*

En la càrrega directa, la sitja ha d'estar totalment tancada, ja que es genera pols durant l'operació.

El camió de subministrament ha de tenir accés directe des de l'exterior a la boca de càrrega i espai suficient per maniobrar.

La boca de càrrega ha de tenir una protecció de seguretat per la possibilitat de caiguda de persones dins la sitja.

Requisits per la càrrega directa:

Protecció en front a caigudes dins l'emmagatzematge:

Quan la càrrega sigui directa a través de portes a nivell del sòl, han de tenir els elements necessaris de seguretat per evitar caigudes dins l'emmagatzematge tipus reixa d'acer amb obertures suficientment àmplies per garantir que el combustible pugui passar a través seu, evitant problemes d'obstrucció.

Sistema d'antiretorn:

Ha de romandre tancat durant el subministrament de combustible.

Càrrega pneumàtica:

En la càrrega pneumàtica el camió ha d'estar proveït d'un dispositiu de pesat per garantir el subministrament exacte de la quantitat demanada.

El camió ha de disposar de dos mànegues: d'ompliment i de succió.

La mànega principal, de material antiestàtic per preveure descàrregues electrostàtiques, ha d'omplir la sitja, mentre que la mànega de succió ha de generar una lleugera depressió que absorbeix els fins introduïts inevitablement per la mànega principal i evita la creació d'una sobrepressió en l'emmagatzematge.

L'equip de succió ha de tenir un filtre antipols amb capacitat suficient per als fins absorbits.

Requisits per a la càrrega pneumàtica:

Caldera apagada: La caldera ha de mantenir-se apagada durant l'ompliment de la sitja per preveure qualsevol perill potencial de retrocés del foc a causa de la depressió en la sitja que pot provocar un reflux de la flama de la caldera fins el magatzem.

Aspiració de l'aire de la sitja: L'emmagatzematge ha de disposar de dos obertures, una per la connexió a la mànega d'ompliment i l'altra per la sortida de l'aire a fi d'evitar sobrepressions i per poder aspirar el pols produït durant la càrrega. Durant la càrrega de la sitja s'ha d'aspirar l'aire interior per evitar sobrepressions i per permetre l'aspiració de la pols impulsada durant l'operació d'ompliment, evitant així la impulsio a l'interior de l'immoble.

Pressió de subministrament limitada: S'ha de limitar amb l'objectiu de preveure el dany de la sitja i la desintegració del combustible, en cas d'utilitzar pellets, durant la càrrega.

Sistema de protecció de la zona d'impacte: En emmagatzematges que utilitzin sistemes pneumàtics de càrrega s'ha d'instal·lar, en la zona d'impacte, un sistema de protecció de la paret contra l'abració produïda per l'impacte del biocombustible per evitar la producció de fins.

En el document G s'indiquen les prescripcions generals per emmagatzematges de càrrega pneumàtica.

En el cas dels emmagatzematges integrats en la caldera és el propi usuari qui carrega la sitja de forma manual.

En tots els casos, abans de la càrrega, s'han de realitzar les següents comprovacions per garantir un correcte ompliment i emmagatzematge del combustible.

Taula 10. Comprovacions generals abans de la càrrega de la sitja

Comprovació	Descripció
Preparació de la sitja	Buidat i neteja en el cas de canvi de tipus o mida del combustible.
Estat de la caldera	Apagada. Sistema d'antiretorn tancat.
Estat de la sitja	Tancada en tots els casos.
Combustible existent en la sitja	Comprovació del tipus i estimació de la quantitat de combustible present en la sitja abans de la càrrega.

Taula 11. Recomanacions per a la càrrega de la sitja per mitjà de sistema pneumàtic

Tasca	Observació
Obrir toveres d'ompliment i succió	Neteja de les connexions abans de l'acoblament de les mànegues amb les toveres
Acoblament de les mànegues amb les toveres	Anotació de la longitud de la mànega utilitzada
Encès del sistema de succió	Ús de filtres nets i secs
Càrrega de la sitja	
Apagat del sistema de succió	
Desacoblament de les mànegues i toveres	
Tancament de les toveres d'ompliment i succió	Neteja de les connexions abans del tancament

7.3. Alimentació de la caldera

El sistema d'alimentació de la caldera és un dels elements que condicionen el tipus de combustible a utilitzar.

L'instal·lador o tècnic autoritzat ha de declarar:

- El sistema d'alimentació instal·lat (vis sens vi rígid de disposició recta o en colze, vis sens fi flexible, sistema pneumàtic o altres).
- Els productes aptes al sistema d'alimentació instal·lat.
- La capacitat de transport (tn/h).

El fabricant de calderes i sistemes de subministrament ha de proporcionar informació sobre el procediment a seguir per qualsevol acumulació de partícules fines.

En el document H s'indiquen les propietats dels vis sens fi convencionals rígids i flexibles, així com la seva disposició en la sitja d'emmagatzematge.

7.4. Sistemes de seguretat en l'emmagatzematge

L'emmagatzematge de la biomassa ha de complir les premisses de seguretat següents, enteses aquestes com a condicions mínimes:

7.4.1. Absència d'humitat

Les parets, el sòl i sostre de l'emmagatzematge no permetran filtracions d'humitat, impermeabilitzant-les si és necessari.

7.4.2. Estanqueïtat a la pols

La sitja ha de garantir l'estanqueïtat a la pols en tot moment, inclòs en la càrrega i càrrega.

7.4.3. Instal·lacions

No és permès cap tipus d'instal·lació elèctrica, d'aigua, clavegueram o d'altres en el interior de la sitja.

7.4.4. Presa de terra

Es realitzarà la connexió a la presa de terra de totes les parts metàl·liques de la sitja.

Si s'utilitza un sistema pneumàtic, les toveres de càrrega i aspiració han de tenir una presa de terra per evitar l'aparició de guspises per descàrregues electrostàtiques.

7.4.5. Ventilacions

L'emmagatzematge de la biomassa ha d'estar suficientment ventilat de forma natural per garantir el grau d'assecat del combustible i evitar l'aparició de floridures, especialment en estelles.

7.4.6. Buidat del sistema d'emmagatzematge a l'exterior

S'ha de preveure un procediment de buidat de l'emmagatzematge de la biomassa fins a l'exterior en el cas que sigui necessari, per la realització de treballs de manteniment, de reparació o en situacions de risc d'incendi.

7.4.7. Protecció contra incendis

- Les obertures per al transport des de l'emmagatzematge a la caldera estaran equipades amb els elements adequats per evitar la propagació d'incendis entre ambdues.
- Si l'emmagatzematge està situat en el subsòl, comportarà, endemés de les ventilacions necessàries, una conducció de 16 dm² de secció proveïda d'un ràcord "ZAG" que comuniqui amb l'aire lliure en un lloc pròxim al sòl i accessible per als vehicles del Servei d'Incendis i Salvament.
- En els emmagatzematges ubicats en el mateix local que la caldera, i per tant de capacitat no superior a 2m³, és necessari col·locar en el sistema d'alimentació a la caldera un dispositiu antiretorn de flames testejat i homologat, i un dispositiu de control de la temperatura en el interior de l'emmagatzematge. En el cas de retorn de flama o augment de la temperatura en l'emmagatzematge a 70°C, el sistema instal·lat ha d'interrompre la producció de calor i una alarma fàcilment perceptible ha d'avisar.

- Els emmagatzematges de biomassa per a calefacció es classifiquen sota el nivell de risc mitjà i han de complir les corresponents exigències de seguretat contra incendis.

Taula 12. Exigències mínimes en la seguretat contra incendis

Característica	Risc mig
Resistència al foc de l'estructura portant	120 minuts
Resistència al foc de les parets i sostres que separen la zona de la resta d'edifici	120 minuts
Portes i altres obertures,	30 minuts
Màxim recorregut d'evacuació fins alguna sortida del local	≤ 25 m

7.4.8. Resistència estructural

Els elements estructurals, els tancaments i les portes del magatzem han d'estar construïts per suportar la sobrecàrrega d'ús i pressió de la biomassa emmagatzemada.

7.4.9. Boca de càrrega

La boca de càrrega de l'emmagatzematge ha d'estar dissenyada i disposar d'un sistema eficient de protecció contra la caiguda de persones o entrada d'elements externs (animals, aigua, agents pol·luents, etc.).

7.4.10. Manteniment del vis sens fi

Una vegada a l'any s'ha de netejar la pols acumulada i engrèixar els coixinets del vis sens fi.

7.5. Cambra de calderes

Es considera cambra de calderes, el local destinat a l'emplaçament d'una caldera de combustió de potència nominal > 20 kW en qualsevol dels seus usos. No caldrà cambra de calderes per a calderes de potència nominal < 70kW i d'ús individual (unifamiliar). En tots els casos, els locals de calderes de potència nominal > 20 kW han de complir les prescripcions relatives a la ventilació i requisits de seguretat de la caldera (punts 7.5.3 i 7.5.4, respectivament).

Es consideren part de la cambra de calderes els locals als quals s'accedeixi des de la mateixa cambra.

7.5.1. Selecció de la caldera

Les calderes de biomassa utilitzades per a la producció de calor han de tenir un rendiment mínim instantani del 90% (valor límit).

S'accepta un rendiment mínim de 85% per a calderes de gran potència (>200kW) normalment utilitzades en usos industrials, equipaments, xarxes de calor, etc.

Valors límit i valors objectius del rendiment de la caldera:

	valors límit	valors objectiu
Pot. > 200 kW	> 85%	> 90%
Pot. < 200 kW	> 90%	> 95%

La potència tèrmica i la demanda de calefacció es calcularà tenint en compte les dades d'aïllament i les necessitats en aigua calenta sanitària.

La caldera seleccionada ha d'estar certificada i homologada pel fabricant per a l'ús de biomassa. La classificació de les calderes es regeix per la norma EN 303-5.

7.5.2. Dimensions de la cambra de calderes

Les dimensions dels espais han de ser proporcionats pel fabricant o subministrador de la caldera.

Com a norma bàsica, les calderes i equips auxiliars han de ser perfectament accessibles en totes les seves parts, de forma que es puguin realitzar adequadament i sense perill totes les operacions de manteniment, vigilància i conducció.

Es respectarà una alçada lliure de canonades i obstacles sobre la caldera igual a la seva alçada i com a mínim 0.25m.

Existirà un espai lliure mínim d'1 metre enfront de les calderes atmosfèriques i una alçada mínima de 2 metres lliure d'obstacles.

Entre calderes, així com les calderes extremes i murs laterals i de fons, ha d'existir un espai lliure com a mínim de 50cm, és recomanable 80cm.

Tota cambra de calderes tindrà un camí des del seu interior cap a l'exterior en el qual es podrà passar amb l'equip més pesat i voluminós que la cambra contingui.

Els espais lliures al voltant del generador hauran de ser més grans com major sigui la potència de l'equip. Els valors indicats pel fabricant es consideraran com a valors mínims.

7.5.3. Ventilació de la cambra de calderes

L'aire de ventilació de les cambres de calderes serveix per un doble propòsit:

- ventilar el local amb la finalitat d'evacuar part de la calor despresada pels equips i canonades

- subministrar l'aire necessari per a la combustió.

Es recomana que les cambres de calderes se situïn en contacte amb l'ambient exterior, de manera que la ventilació tingui lloc per mitjans naturals, directa per orificis o per conductes.

Els orificis de ventilació estaran distanciats almenys 50cm de qualsevol buit practicable o reixes de ventilació d'altres locals diferents de la cambra de calderes.

Les obertures estaran protegides perquè no puguin ser obstruïdes o inundades i evitar l'entrada d'insectes o altres cossos estranys.

Les cambres de calderes disposaran d'una entrada d'aire fresc (superfície entre 2.5 dm² i 4 dm² segons el local) en la part baixa i d'una obertura per evacuar l'aire viciat en la part alta (2/3 de la superfície corresponent a l'entrada d'aire fresc sense ser inferior a 2.5 dm²).

Per a potències nominals superiors a 70 kW es recomana l'ús del càlcul de ventilació especificat en el document I.

7.5.4. Requisits de seguretat de les calderes

Interruptor de flux:

Les calderes estaran equipades amb un interruptor de flux amb l'objectiu de poder tallar el subministrament de combustible, a excepció que el fabricant especifiqui que la caldera no requereix de circulació mínima.

Dispositiu d'interrupció de funcionament del sistema de combustió:

Aquest dispositiu actuarà en dues situacions crítiques:

- En el cas d'assolir-se temperatures superiors a les de disseny.
- En el cas d'existir retrocés dels productes de la combustió o flama.

Dispositiu contra el retrocés de la flama:

S'haurà d'evitar el retrocés de la flama de la caldera cap a la sitja d'emmagatzematge de la biomassa.

Hi ha diversos sistemes entre els quals es destaquen:

- Comporta de tancament estanca contra el retrocés de la combustió, que interromp l'entrada de combustible a la caldera.
- Ruixador d'extinció d'emergència, que tingui la capacitat per inundar el tub de transport del combustible en el cas que es produeixi el retrocés de la flama. Es recomana un cabal mínim de 15l/h d'aigua. Generalment s'instal·la en calderes de grans potències.
- Sistemes que garanteixin la depressió en la zona de combustió.

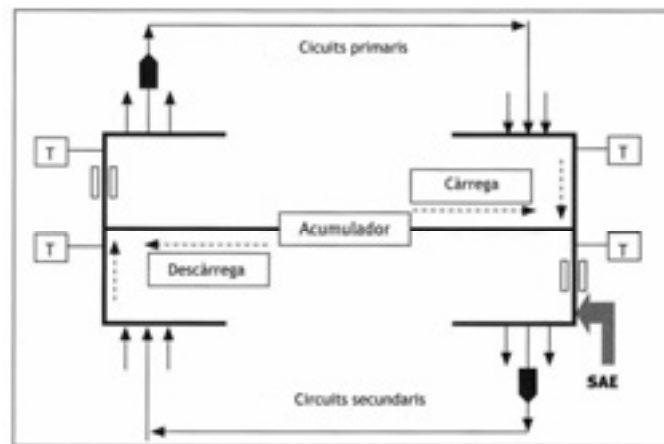
Sistema d'eliminació de la calor residual:

Les calderes de biomassa tenen una major inèrcia que les de gas o gasoil.

El sistema d'eliminació de la calor residual ha de garantir l'alliberament de calor addicional produït en la caldera quan s'interromp el funcionament del sistema de combustió.

Per a l'evacuació de la calor residual, en una caldera carregada de combustible, la solució és instal·lar un sistema d'acumulació en el tub d'equilibri del col·lector, com per exemple el presentat en la figura següent:

Figura 2 Sistema d'acumulació en el tub d'equilibri del col·lector



Hi ha diverses alternatives per a l'eliminació de la calor:

- Un recipient d'expansió obert que pugui alliberar el vapor si la temperatura de l'aigua arriba fins els 100°C dins de la caldera.
- Un intercanviador de calor de seguretat en la caldera, refrigerat per un corrent d'aigua, quan la temperatura en l'interior de la caldera augmenti massa.
- Un dipòsit d'acumulació, sempre i quan la circulació natural tingui la capacitat de refredar la caldera.

Les bombes que impulsen l'aigua de la calefacció per l'edifici no han d'estar controlades mitjançant sistemes electrònics inclosos en la caldera, de forma que puguin seguir funcionant fins que s'hagi eliminat la calor residual en cas d'un tall elèctric en la caldera.

Vàlvula de seguretat:

Vàlvula regulada a 1 bar per sobre de la pressió de treball del generador. La càrrega haurà de conduir-se fins a un embornal.

7.5.5. Requisits comuns per a totes les cambres de calderes

A més dels requisits esmentats anteriorment les cambres de calderes de biomassa han de complir les prescripcions generals de seguretat en cas d'incendi que s'esmenen a continuació i en el seu defecte les del reglament de seguretat contra incendis corresponent:

- Les cambres de calderes han de complir els requisits mínims de seguretat contra incendis indicats en la taula 12 referents a l'emmagatzematge de biomassa.
- Si la cambra de calderes està situat en el subsòl, comportarà, endemés de les ventilacions necessàries, una conducció de 16 dm² de secció i una dimensió mínima d' almenys 20 cm, proveïda d'un ràcord "ZAG" que comuniqui amb l'aire lliure en un lloc pròxim al sòl i accessible per als vehicles del Servei d'Incendis i Salvament.
- Les cambres de calderes no podran ser utilitzades per a altres finalitats ni podran realitzar-se en elles treballs aliens als propis de la instal·lació.
- L'accés normal a la cambra de màquines no s'ha de fer a través d'una obertura en el sòl o sostre. Les dimensions de la porta d'accés seran les suficients per permetre el moviment sense risc o dany dels equips que hagin de ser reparats fora de la cambra de màquines.
- Entre la maquinària i elements que delimiten la cambra de calderes s'han de deixar els passos i accessos lliures per permetre el moviment d'equips o de part d'ells des de la cambra cap a l'exterior i viceversa.
- La connexió entre generadors de calor i xemeneies ha de ser perfectament accessible.
- Els motors i les seves transmissions han d'estar suficientment protegits.
- Les portes han d'estar proveïdes de pany, amb fàcil obertura des de l'interior, tot i que hagin estat tancades amb clau des de l'exterior. Ha de ser plana, rígida, indeformable i tallafocs mitja hora.
- Les preses de ventilació no podran estar comunicades amb altres locals tancats i els elements de tancament de la cambra no permetran filtracions d'humitat.
- En els cremadors de les calderes col·lectives o calderes de potència nominal superior o igual a 70kW es col·locaran extintors automàtics.
- Les comunicacions entre la cambra de calderes i la resta de l'edifici es farà mitjançant una cambra intermitja (SAS ventilat).
- La cambra disposarà d'un sistema eficaç de desguàs per gravetat o, en cas necessari, per bombeig.
- Pel que respecta a les instal·lacions elèctriques, el quadre elèctric de protecció i comandament dels equips instal·lats en la cambra o, almenys, l'interruptor general estarà situat en les proximitats de la porta principal d'accés. Aquest interruptor no podrà tallar l'alimentació del sistema de ventilació de la cambra.

- La il·luminació de la cambra de calderes ha de ser suficient per realitzar els treballs de conducció i inspecció. El valor mínim admès del nivell mig d'il·luminació en servei són 200 lux, amb una uniformitat mitja de 0,5.

7.6. Xemeneies i sistemes de tractament de fums

En el cas de biomassa s'ha de preveure un volum de gasos lleugerament superior a d'altres combustibles líquid o gasós, degut a que la humitat que conté la biomassa s'evapora en la caldera i dona lloc a vapor d'aigua, el qual surt barrejat amb els productes de la combustió, augmentant el volum de gasos.

L'evacuació dels productes de la combustió en les instal·lacions tèrmiques s'ha de realitzar d'acord als següents casos i amb les següents normes generals:

- Queda prohibida la unificació de l'ús dels conductes d'evacuació dels productes de la combustió amb altres instal·lacions d'evacuació.
- Les calderes de potència tèrmica nominal major de 400kW tindran el propi conducte d'evacuació dels productes de la combustió.
- Les calderes de potència tèrmica nominal igual o menor de 400kW, que tinguin la mateixa configuració per l'evacuació dels productes de la combustió, podran tenir el conducte d'evacuació comú en diverses d'elles, sempre i quan la suma de la potència sigui igual o menor a 400 kW. En cas d'estar instal·lades en cascada, el ramal auxiliar, abans de la seva connexió al conducte comú, tindrà un tram vertical ascendent d'altura igual o major que 0,2m.
- En cap cas es podran connectar a un mateix conducte de fums les calderes que utilitzin combustibles diferents.
- És vàlid el dimensionament de les xemeneies d'acord al indicat a les normes UNE-EN 13384-1, UNE-EN 13384-2 o UNE-EN 123001, segons el cas.
- En el dimensionament s'analitzarà el comportament de la xemeneia en les diferents condicions de càrrega; a més, si la caldera funciona al llarg de tot l'any, es comprovarà el funcionament en les condicions extremes d'hivern i estiu.
- El tram horitzontal del sistema d'evacuació, amb pendent cap a la caldera, serà el més curt possible.
- Es disposarà un registre en la part inferior del conducte d'evacuació que permeti l'eliminació de residus sòlids i líquids.
- La xemeneia serà de material resistent a l'acció agressiva dels productes de la combustió i a la temperatura. En el cas de xemeneies metàl·liques la designació segons la Norma UNE-EN 1856-1 o UNE-EN 1856-2 de la xemeneia escollida en cada cas i per a l'aplicació serà d'acord a l'establert en la Norma UNE 123001.
- Per a l'evacuació dels productes de la combustió de calderes que incorporen extractor, la secció de la xemeneia, el material i longitud seran els certificats pel fabricant de la caldera. El sistema d'evacuació d'aquestes calderes tindrà el certificat CE conjuntament amb la caldera i podrà ser de paret simple, sempre que quedi fora de l'abast de les persones, i podrà estar construït amb tubs de materials plàstics, rígids o flexibles, que siguin resistents a la temperatura dels productes de la combustió i a l'acció agressiva del condensat. Es cuidaran les juntes d'estanqueïtat del sistema, per quedar sobrepressió en respecte a l'ambient.

- En cap cas el disseny de l'acabament de la xemeneia obstaculitzarà la lliure difusió a l'atmosfera dels productes de la combustió.

Soroll

Les calderes de biomassa solen incloure sistemes interns de reducció de sorolls pel que resulten més silencioses que les de gasoil.

En general, no presenten inconvenients relacionats amb el nivell de soroll. No obstant, sí que poden generar problemes de vibracions que transmetin a l'estructura de l'edifici, els equips en contacte amb el sòl o els conductes en traspasar parets.

En qualsevol cas, els subministradors han de proporcionar la informació del nivell de potència acústica de la caldera i de la resta d'equips que produeixen sorolls estacionaris.

Es complirà el reglament de control de la contaminació acústica (BOPA, 8.05.1996): a l'interior de l'edifici: 35dBA diürn i 28 dBA nocturn (art. 5, Cap. I).

7.7. Emissions

En funció de la potència nominal de la caldera es complirà el reglament del control de la contaminació atmosfèrica (BOPA, 25.02.2009) i en el seu defecte la normativa UNE-EN 303-5.

Vegeu en el document J el límit d'emissions en funció de la potència de les calderes.

8. Manteniment de les instal·lacions

Les operacions que s'han de fer es detallen en la taula 13 i taula 14, en funció de la potència tèrmica instal·lada.

Les operacions de manteniment setmanals i mensuals les pot efectuar el mateix usuari. La resta d'operacions de manteniment les realitzarà una empresa mantenidora o mantenidor competent i degudament autoritzat.

Operacions de manteniment preventiu en equips de biomassa.

Taula 13. Operacions de manteniment preventiu i periodicitat

Operació	Periodicitat	
	≤ 70 kW	> 70 kW
Revisió de les dades de timbrat de la caldera	A	A
Mesura del pH de l'aigua de la caldera	A	A
Verificació de la vàlvula de seguretat	A	A
Revisió del vas d'expansió	A	A

Revisió dels sistemes de tractament d'aigua (si s'escau)	A	A
Comprovació del material refractari (si s'escau)		2A
Comprovació de la pressió d'aigua en circuits i en la caldera	A	M
Comprovació d'estanqueïtat de circuits de canonades i en la llar	--	A
Revisió i neteja d'aparells de recuperació de calor	A	A
Revisió i neteja d'unitats d'impulsió i retorn d'aire	A	A
Verificació d'estat, disponibilitat i timbrat d'elements de prevenció d'incendis	A	A
Revisió de l'estat de l'aïllament tèrmic	A	A
Revisió del sistema de control automàtic d'encès i apagat	A	2A
Comprovació de l'estat d'emmagatzematge del biocombustible sòlid (per l'usuari)	s	M
Obertura i tancament del contenidor plegable en instal·lacions de biocombustible sòlid (per l'usuari)	A	A
Neteja i retirada de cendres en instal·lacions de biocombustible sòlid (per l'usuari)	M	M
Control visual de la caldera de biomassa (per l'usuari)	s	M
Comprovació i neteja, si s'escau, de la cambra de combustible, conductes de fums i xemeneies en calderes de biomassa	A	2A
Comprovació del reglatge i actuació del termòstat de treball	A	A
Comprovació del reglatge i actuació de la seguretat per temperatura	A	M
Verificació del sistema d'ignició del biocombustible	A	A
Verificació de l'extractor de gasos de la combustió	A	A
Verificació d'actuació dels circuits de seguretat i enclavament	A	A
Neteja de la cúpula de postcombustió	A	M
Control de peces de desgast (si s'escau) o pr indicacions del fabricant	A	M
Control de les plaques d'empunyament (si s'escau)	A	M
Controlar les instal·lacions de seguretat contra el retrocés de la combustió (si s'escau)	A	M

Controlar la neteja dels romanents de la combustió	A	M
Neteja i control de la tapa de seguretat contra el retrocés de la combustió	A	M
Lubricar tots els rodaments i cadenes	A	M
Mesura dels gasos de combustió i creació d'una acta de mesura	A	M
Neteja i comprovació de la junta d'estanqueïtat de la porta	A	M
Neteja i comprovació del vis sens fi d'alimentació del biocombustible i extracció de cendra	A	M
Neteja i comprovació de l'estat del cablejat i dels sensors	A	M
Verificació i estranyament de les connexions elèctriques	A	A
Verificació i ajust de la protecció tèrmica del motor ventilador	A	A
Verificació de les connexions de la posada a terra de la caldera i dels sistemes elèctrics per al transport del biocombustible	A	A
Verificació dels pilots de senyalització i substitució si s'escau	A	A
Verificació d'interruptors, contactors, relés i proteccions elèctriques	A	A
Verificació de l'estat i funcionament de la ventilació de la cambra de calderes	A	A

s: una vegada per setmana;

M: un cop per mes, el primer a l'inici de la temporada,

A: un cop per any, a l'inici de la temporada);

2A: dos cops per any, un a l'inici i l'altre a la meitat del període d'ús, sempre que hi hagi una diferència mínima de dos mesos entre ambdós

Programa de gestió energètica en equips de biomassa.

Taula 14. Programa de gestió energètica

Mesures de generadors de calor	Periodicitat		
	20 kW < P ≤ 70 kW	70 kW < P ≤ 1.000 kW	P > 1.000 kW
Temperatura o pressió del fluid portador en entrada i sortida del generador de calor	Cada 2 anys	3M	M
Temperatura ambient local o cambra de caldera	Cada 2 anys	3M	M
Temperatura dels gasos de combustió	Cada 2 anys	3M	M
Contingut en CO i CO ₂ en els productes de combustió	Cada 2 anys	3M	M
Índex d'opacitat dels fums combustibles sòlids o líquids i de contingut de partícules sòlides en combustibles sòlids	Cada 2 anys	3M	M
Tir en la caixa de fums de la caldera	Cada 2 anys	3M	M

M: una vegada al mes, la primera a l'inici de la temporada

Inspeccions periòdiques d'eficiència energètica per a generadors de calor de potència tèrmica nominal instal·lada igual o major de 20 kW.

La inspecció del generador de calor comprendrà els apartats següents:

- Anàlisi i avaluació del rendiment. En les successives inspeccions o mesures, el rendiment tindrà un valor no inferior a dues unitats respecte al determinat en la posada en servei.

Es realitzarà una inspecció completa de la instal·lació tèrmica quan la caldera tingui més de 15 anys d'antiguitat a comptar a partir de la seva data de fabricació, si la potència tèrmica nominal instal·lada és major a 20 kW. Aquesta inspecció comprendrà, com a mínim, les següents actuacions:

- Inspecció de tot el sistema relacionat amb l'exigència d'eficiència energètica.

- Inspecció del registre oficial de les operacions de manteniment per a la instal·lació tèrmica completa.
- Elaboració d'un dictamen amb la finalitat d'assessorar al titular de la instal·lació, proposant-li millores o modificacions de la instal·lació, per millorar l'eficiència energètica i contemplar la incorporació d'energia solar. Les mesures tècniques estaran justificades en base a la rendibilitat energètica, mediambiental i econòmica.

La periodicitat de les inspeccions d'eficiència energètica es resumeix en la taula següent.

Taula 15. Inspeccions d'eficiència energètica

Potència tèrmica nominal (kW)	Períodes d'inspecció
$20 \leq P \leq 70$	Cada 5 anys
$P > 70$	Cada 4 anys

9. Manipulació de cendres

Les cendres provinents de la biomassa directa de la fusta podran ser utilitzades com a fertilitzants o llençades a la brossa juntament amb residus orgànics, prèvia autorització del ministeri competent en la gestió dels residus.

En la taula següent es mostren els principals components de les cendres d'estelles de fusta.

Taula 16. Composició de les cendres d'estelles de fusta

Component	SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O
(% sobre pes)	24,5	46,6	4,8	6,9	0,5	3,8

La proporció aproximada de cendres en la fusta és d'entre l'1% i 5 % en pes (pellets i estelles, respectivament).

Document A: Declaració d'energia

La declaració d'energia de la instal·lació ha d'incloure com a mínim la informació sobre:

- Dades de la instal·lació.
- Característiques de la instal·lació.

Document A1

El projecte ha de recollir els següents punts bàsics:

1. Memòria descriptiva. Característiques de la instal·lació i del producte d'alimentació. Manipulació de les cendres. Rendiment de la caldera.
2. Plànols de situació i dels components de la instal·lació.
3. Justificatiu de càlculs, rendiment de la caldera, dimensionament del emmagatzematge, de la logística de subministrament del producte, del rendiment de la instal·lació.

Document A2

DECLARACIÓ DE QUALITAT I IDONEÏTAT DEL COMBUSTIBLE DE BIOMASSA
DADES DEL SUBMINISTRADOR Adreça del subministrador: Nom o raó social del titular: Registre de comerç i indústria: Telèfon : Email:
DADES DE LA INSTAL·LACIÓ Instal·lació amb número de registre: Adreça de la instal·lació: Nom o raó social del titular: Locals o edificis:
DECLARACIÓ Consultada la declaració d'energia de la present instal·lació de producció de calor amb biomassa i consultada la caracterització del/s combustible/s recomanats per dita instal·lació, l'empresa subministradora amb adreça: i número de registre de comerç i indústria: DECLARO que s'han lliurat Tn de combustible en biomassa del tipus i de qualitat / classe, amb idoneïtat a l'equip instal·lat i d'acord amb els Reglaments i disposicions vigents que l'afecten. a d d Signatura i segell de l'empresa nom i cognoms :

Document B: Principals tipus d'emmagatzematge

Tipus emmagatzematge	Tipus emmagatzematge	Sistema de càrrega de la sitja	Sistema d'alimentació de la caldera	Observacions
Prefabricat	Contenidor o tolba exterior	Pneumàtic	Cargol sinfín o sistema pneumàtic	Normalment s'utilitza en habitatges unifamiliars
	Sitja flexible	Pneumàtic o semiautomàtic	Cargol sinfín o sistema pneumàtic	Capacitat 2-5 tones. Per a habitatges o petits edificis (calderes < 40 kW). Pot ser de lona o polipropilè
	Dipòsit subterrani	Pneumàtic	Pneumàtic	Tan en vivendes unifamiliars com en grans instal·lacions
	Tolba o emmagatzematge integrat	Semiautomàtic	Semiautomàtic	Emmagatzematge integrat en la caldera. Petita mida (100-1.000 litres)
Obra nova (sala nova o adaptació d'una existent)	Amb sòl inclinat de 2 costats	Pneumàtic o càrrega directa per mitjà de trapa	Cargol sense fi o sistema pneumàtic	No necessita barrejador
	Amb sòl inclinat de 1 costat	Pneumàtic o càrrega directa per mitjà de trapa	Cargol sense fi o sistema pneumàtic	Barrejador fins a 25°. A major angle d'inclinació, major espai mort sota els costats inclinats
	Amb sòl horitzontal	Pneumàtic o càrrega directa per mitjà de trapa	Cargol sense fi o sistema pneumàtic	Sempre amb barrejador
		Càrrega directa	Semiautomàtic	Per a combustibles de mida o forma heterogènia difícils d'automatitzar (llenyes, briquetes)

Document C: Emmagatzematges prefabricats convencionals

Els emmagatzematges prefabricats estan dissenyats específicament per a combustibles de petita granulometria i estandarditzats, com els pellets i les estelles.

Contenidor o tolba exterior

És el sistema més raonable per a usuaris que disposin de poc espai. Gràcies a la dimensió del contenidor (fins a 3.000kg) s'aconsegueixen llargs períodes d'autonomia. Es situen al costat de l'edifici i la caldera, i permeten un transport modular senzill. Aquests sistemes són de fàcil instal·lació i no necessiten obra per adequar la sitja. El seu ompliment es realitza per mitjà d'un sistema pneumàtic i l'alimentació del combustible a la caldera pot ser també pneumàtica o per mitjà de vis sens fi.

Si no són adaptats per al tipus de biomassa a emmagatzemar, poden no complir tots els requisits d'un dipòsit de combustible idoni: facilitat d'ompliment, bona ventilació, etc.

Sitja flexible

Les mesures en planta de la sala on se situï la sitja flexible han de ser almenys 7-10cm més llargues que les de la sitja flexible i és necessària també una distància addicional de 30cm de separació entre la sitja i la paret per on entrarà el tub d'abastament.

L'alçada lliure de la cambra destinada a la sitja ha de ser com a mínim de 220cm.

La resistència al foc de les parets i del sostre de la cambra de muntatge de la sitja i de la cambra d'instal·lació de la caldera deuran estar en conformitat a la normativa vigent de construcció i antiincendi de locals.

A continuació es detalla el plànol en planta i alçat de la instal·lació d'una sitja flexible.

Figura 3. Dimensions de la cambra de la sitja flexible (planta)

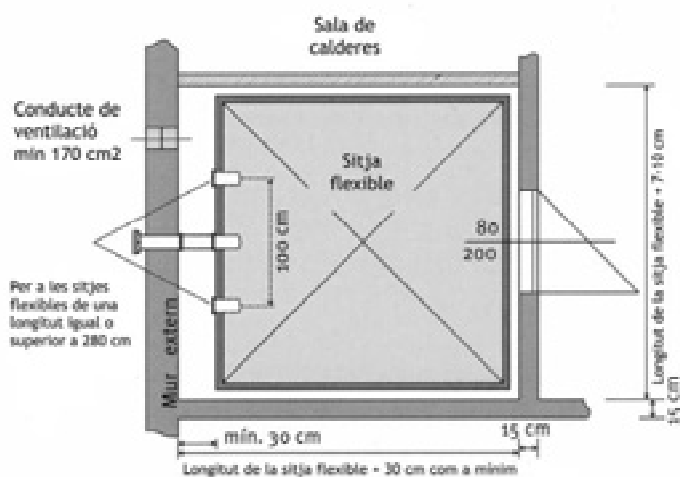
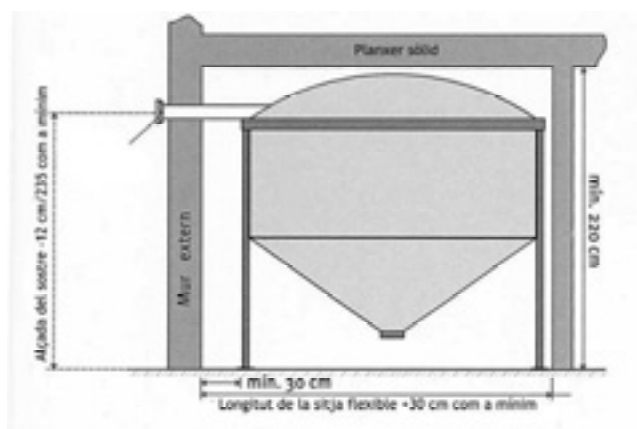


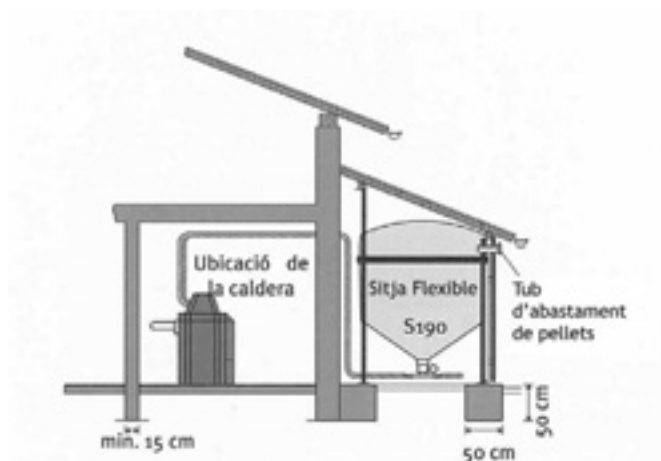
Figura 4. Dimensions de la cambra de la sitja flexible (alçat)



Aquest sistema és òptim en llocs en els quals hi hagi espai suficient per a la seva instal·lació. Poden ser de lona o polipropilè. La sitja està suportada per una estructura metàl·lica permeable a l'aire però no a la pols i connectada al terra per evitar descàrregues electrostàtiques. S'omple de biomassa per la part superior i la càrrega per a l'alimentació a la caldera és per la part inferior per mitjà d'un vis sens fi o un sistema pneumàtic. La capacitat d'aquestes sitges és d'entre 2 i 5 tones de combustible. Aquest tipus de magatzem té l'avantatge de poder utilitzar habitacles disponibles i adaptar-los de forma senzilla al magatzem.

Es pot instal·lar a l'interior o a l'exterior de l'edifici. Si la sitja està a l'interior, s'aconsella que el teixit no es recolzi contra parets humides. Per contra, si la sitja està a l'exterior és necessari protegir-la de la pluja i raigs ultraviolats. És necessari assegurar-se que el ferm pugui suportar el pes de la sitja plena i suportar el vent. Unes bases de 50 x 50 x 50cm en la base de cada pilar de la sitja flexible són suficients.

Figura 5. Sitja flexible ubicada a l'exterior



- *Dipòsit subterrani*

S'utilitza quan no hi ha espai suficient per l'emmagatzematge del combustible, situat a l'exterior de l'habitatge. Per mitjà d'un sistema pneumàtic o vis sens fi transporta la biomassa a la caldera. El dipòsit ha de ser resistent tant a la corrosió com al pas del temps. És recomanable que la connexió del tanc subterrani amb l'habitatge sigui estanca i que es faci per mitjà d'un tub corrugat, almenys a 300mm de profunditat respecte al nivell del sòl, pel qual passin tots els conductes del sistema.

Figura 7. Dipòsit pneumàtic per a pellets

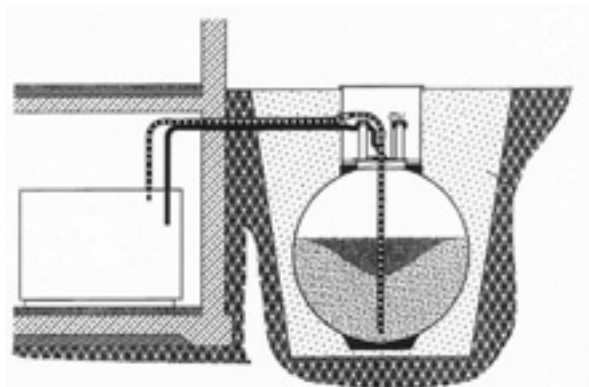
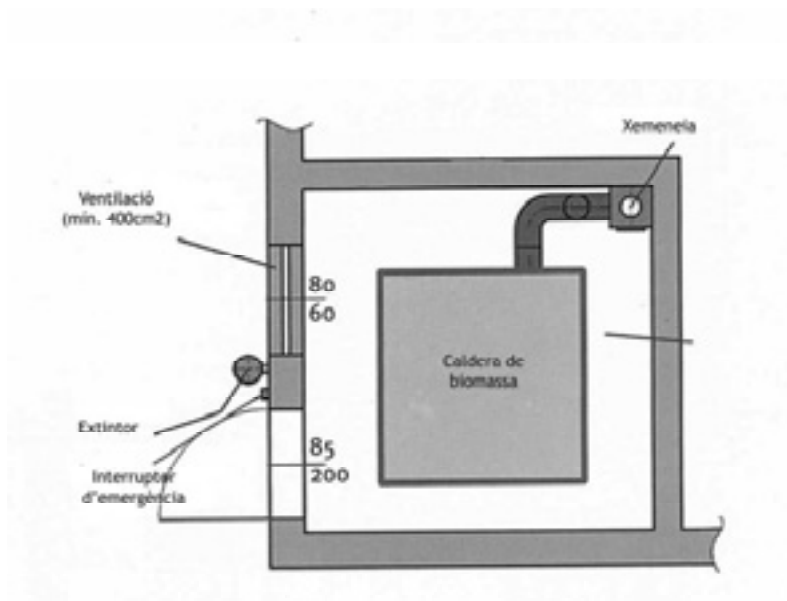


Figura 8. Dipòsit subterrani per a pellets

*Tolva o emmagatzematge integrat*

El seu principal avantatge és el poc espai que ocupa, juntament amb l'elevada integració amb la caldera. Es recomana el seu ús en el cas de no disposar de suficient espai per a un emmagatzematge independent. El principal inconvenient és la seva menor capacitat.

Figura 10. Emmagatzematge integrat en la caldera



Document D: Emmagatzematges d'obra convencionals*Amb sòl inclinat de dos costats*

Recomanable en sitges rectangulars en les quals el rascador no podria escombrar tota l'àrea de la sitja. Es col·loquen dos falsos sòls inclinats perquè el pellet es desplaci per gravetat fins el vis sens fi que transporta el combustible a la caldera o fins el sistema d'alimentació pneumàtica que permet que la sitja estigui situada fins a 30m de la caldera.

Figura 11. Emmagatzematge amb sòl inclinat de dos costats i vis sens fi en colze

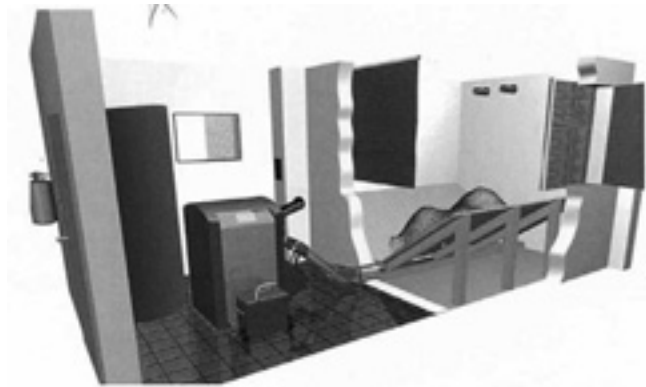
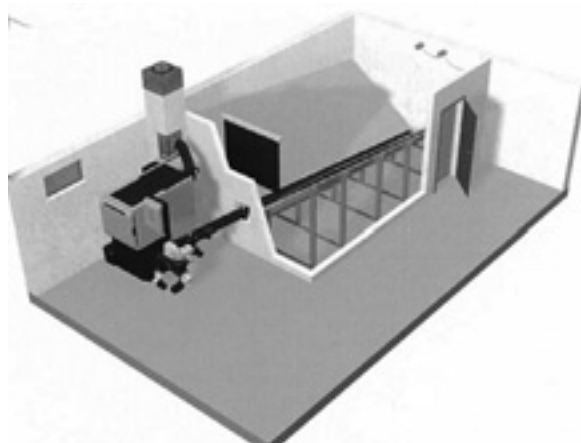


Figura 12. Emmagatzematge amb dos costats inclinats

*Amb sòl inclinat d'un costat*

Sistema idoni per a sitges quadrades. La inclinació del sòl determina la necessitat de rascadors. Una menor inclinació implica major espai d'emmagatzematge. A partir d'un cert angle d'inclinació no es poden utilitzar rascadors ja que es generen fortes irregularitats en el seu funcionament.

Figura 13. Emmagatzematge amb sòl inclinat d'un costat i vis sens fi recte

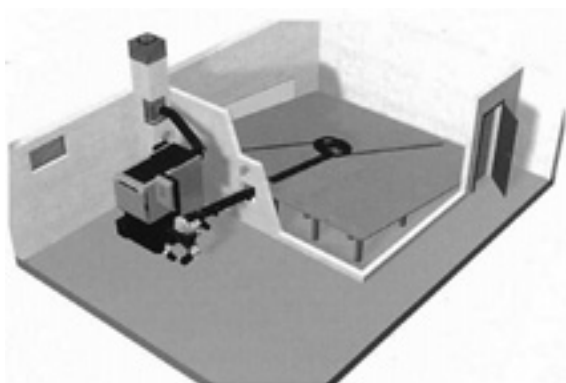
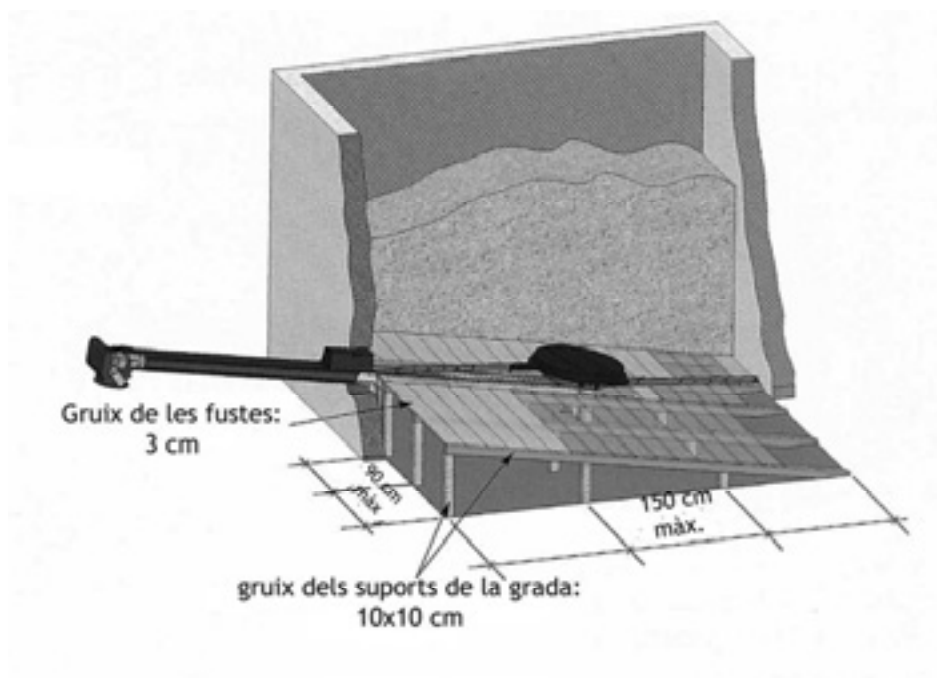
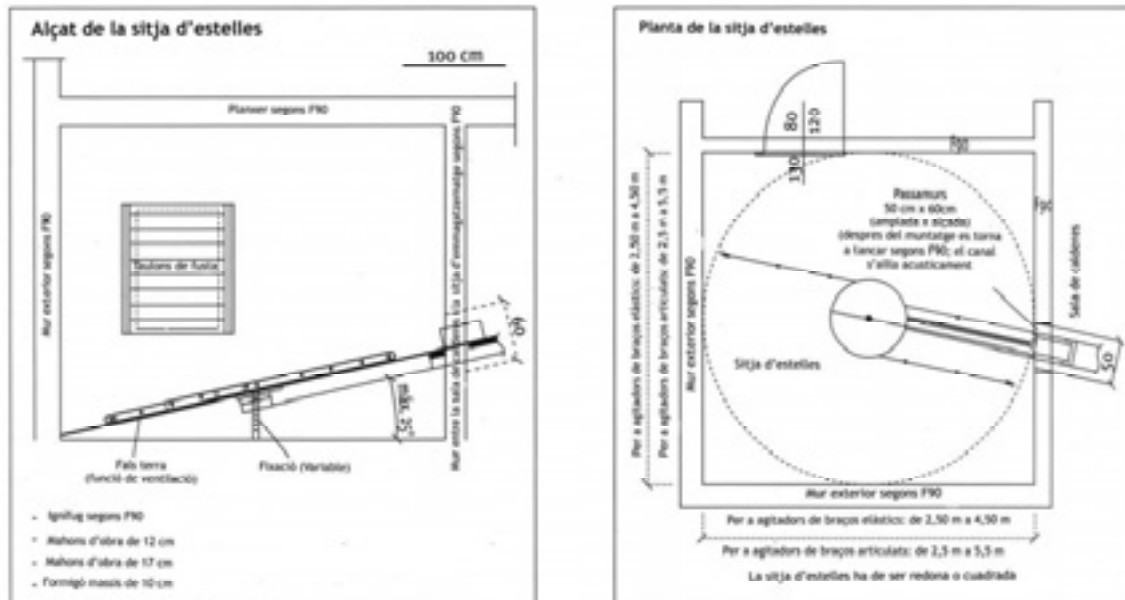


Figura 14. Emmagatzematge amb sòl inclinat



Amb sòl inclinat d'un costat i barrejador per estelles:

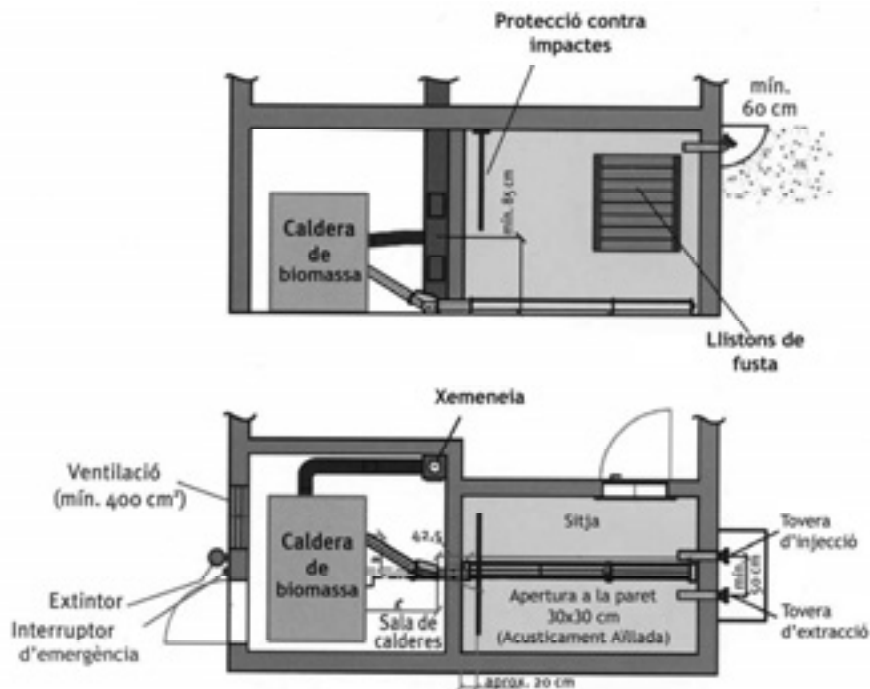
Figura 15. Sitja d'emmagatzematge amb un costat inclinat i agitador



Amb sòl horitzontal

És la millor opció quan es disposa de poc espai o el combustible té poca densitat. El sòl pla necessita de rascadors horitzontals hidràulics, el que suposa un major cost, però optimitza el volum de la sitja.

Figura 16: Sitja d'emmagatzematge amb sòl horitzontal



Document E: Aproximació al dimensionament de l'emmagatzematge

La taula 18 pot utilitzar-se per obtenir una primera aproximació sobre el volum útil de sitja necessària per cobrir la demanda d'energia tèrmica per a una temporada sencera o per a dues setmanes.

Com a rati estimatiu, per a 1 kW de potència instal·lada són necessaris al voltant de 200-500kg de pellets anuals, els quals equivalen a 900 kWh.

Taula 18. Volum d'emmagatzematge necessari per kW de potència instal·lada

Tipus biomassa	Densitat aparent (kg/m ³)	Poder calorífic (kJ/kg)	Volum combustible (m ³ /kW)	Volum sitja (m ³ /kW)			
				Sòl inclinat (1 o 2 costats)		Sòl horitzontal	
				Per temporada	Per setmana	Per temporada	Per setmana
Pellets	650	18.000	0,30	0,48	0,023	0,40	0,019
Estelles de fusta	250	13.000	1,10	1,77	0,084	1,44	0,069

Nota: s'ha considerat 1 temporada d'hivern de 1.500 hores

Taula 19. Àrea de la sitja per a una alçada de 2,5 m

Tipus biomassa	Àrea de la sitja per alçada de 2,50m (m ²)			
	Sòl inclinat (1 ó 2 costats)		Sòl horitzontal	
	Per temporada	Per setmana	Per temporada	Per setmana
Pellets de fusta	0,19	0,009	0,16	0,008
Estelles de fusta	0,71	0,033	0,58	0,027

Nota: s'ha considerat 1 temporada d'hivern de 1.500 hores

1.501,035

Els valors de les taules anteriors ja inclouen el sobredimensionament de la sitja en considerar dos factors molt importants:

- La possibilitat de carregar la sitja amb una cisterna sencera sense haver d'esperar que estigui completament buida.
- El desaprofitament d'espai sota dels costats inclinats. Tant en el cas d'un únic sòl com en el de dos, el volum d'emmagatzematge desaprofitat sota el fals sòl és similar, pel que la mida de la sitja necessària és la mateixa.

Per 1 temporada:

Fórmula 1: Volum d'emmagatzematge necessari per a qualsevol combustible per a una temporada completa

$$V_{\text{emm, horitzontal}} = \frac{4,7 \times 10^6}{\text{PCI} \times \rho_{\text{ap}}} V_{\text{emm, inclinat}} = \frac{5,8 \times 10^6}{\text{PCI} \times \rho_{\text{ap}}} V_{\text{emm, comb}} = \frac{3,6 \times 10^6}{\text{PCI} \times \rho_{\text{ap}}}$$

$V_{\text{emm, horitzontal}}$: Volum d'emmagatzematge de sòl horitzontal (m^3/kg)

$V_{\text{emm, inclinat}}$: Volum d'emmagatzematge de sòl inclinat (m^3/kg)

V_{comb} = Volum de combustible (m^3/kg)

PCI: Poder calorífic Inferior (kJ/kg)

ρ_{ap} : Densitat aparent (m^3/kg)

Nota: es considera 1 temporada = 1.500 hores (2 mesos)

Per 1 setmana:

Fórmula 2: Volum d'emmagatzematge necessari per a qualsevol combustible per a una setmana

$$V_{\text{emm, horitzontal}} = \frac{220 \times 10^3}{\text{PCI} \times \rho_{\text{ap}}} V_{\text{emm, inclinat}} = \frac{220 \times 10^3}{\text{PCI} \times \rho_{\text{ap}}} V_{\text{emm, comb}} = \frac{220 \times 10^3}{\text{PCI} \times \rho_{\text{ap}}}$$

$V_{\text{emm, horitzontal}}$: Volum d'emmagatzematge de sòl horitzontal (m^3/kg)

$V_{\text{emm, inclinat}}$: Volum d'emmagatzematge de sòl inclinat (m^3/kg)

V_{comb} = Volum de combustible (m^3/kg)

PCI: Poder calorífic Inferior (kJ/kg)

ρ_{ap} : Densitat aparent (m^3/kg)

Nota: es considera 1 temporada = 1.500 hores (2 mesos)

Document F: Mètode de càlcul de l'energia emmagatzemada

Per al coneixement de la quantitat d'energia emmagatzemada en la sitja, depenent del tipus de combustible i l'estat d'ompliment.

Per a qualsevol tipus de biomassa i sitja de sòl horitzontal:

Fórmula 3. Energia emmagatzemada en una sitja de sòl horitzontal

$$E = 0,77 \times PCI \times A_{\text{sitja}} \times h_{\text{comb}} \times \rho_{\text{ap}}$$

E: Energia emmagatzemada (kJ)

PCI: Poder Calorífic Inferior del combustible emmagatzemat (kJ/kg)

A_{sitja} : àrea de la sitja d'emmagatzematge (m^2)

h_{comb} : alçada que assoleix el combustible emmagatzemat en la sitja (m)

ρ_{ap} : densitat aparent del combustible emmagatzemat (kg/m^3)

Per a qualsevol tipus de biomassa i sitja d'un o dos costats inclinats:

Fórmula 4. Energia emmagatzemada en una sitja de sòl inclinat

$$E = 0,62 \times PCI \times A_{\text{sitja}} \times h_{\text{comb}} \times \rho_{\text{ap}}$$

E: Energia emmagatzemada (kJ)

PCI: Poder Calorífic Inferior del combustible emmagatzemat (kJ/kg)

A_{sitja} : àrea de la sitja d'emmagatzematge (m^2)

h_{comb} : alçada que assoleix el combustible emmagatzemat en la sitja (m)

ρ_{ap} : densitat aparent del combustible emmagatzemat (kg/m^3)

Document G: Emmagatzematges de càrrega pneumàtica

Les toveres en la sitja per càrrega pneumàtica han d'estar situades en la paret i almenys a 20cm del sostre.

La paret on s'ubiquin les toveres ha de ser la més curta de la sitja per aprofitar així millor l'espai d'emmagatzematge.

Es recomana que la paret que doni directament a l'exterior, per reduir el recorregut del combustible per la mànega, evitar el pas de mànegues per altres cambres de l'edifici i garantir una correcta extracció d'aire.

En cas que no sigui possible evitar el pas de la tovera per habitacions adjacents, s'ha de cobrir amb un aïllant acústic i una placa de protecció antiincendis.

La tovera d'ompliment ha d'estar situada al mig de la paret per garantir una màxima simetria en la càrrega de la sitja i entrar uns 30cm a la sitja per assegurar l'entrada del combustible en la direcció desitjada.

La tovera d'ompliment ha de ser més llarga que la de succió per prevenir curtcircuits del flux.

La tovera de succió ha d'estar alineada amb la superfície de la paret per l'interior.

Les toveres han de ser metàl·liques i estar connectades al terra per evitar l'aparició i els efectes de descàrregues electrostàtiques. A més, han de ser resistents a la corrosió i al pas del temps.

Garantir suficient espai lliure al voltant de la toma exterior de les toveres per que la connexió amb les mànegues no presenti problemes. Si les toveres estan situades en un pou de llum, les tomes exteriors han d'acabar en un colze cap a dalt per que siguin fàcilment accessibles.

Quan no sigui possible la disposició recomanada de la cambra per raons arquitectòniques, s'hauran d'adoptar solucions alternatives per optimitzar l'ompliment de la cambra com, per exemple, l'ompliment a l'ample amb dos mànegues o l'ompliment en diagonal d'una cambra en la qual solament es puguin situar les toveres en el lateral més llarg.

Figura 17. Muntatge de la tovera d'ompliment o injecció

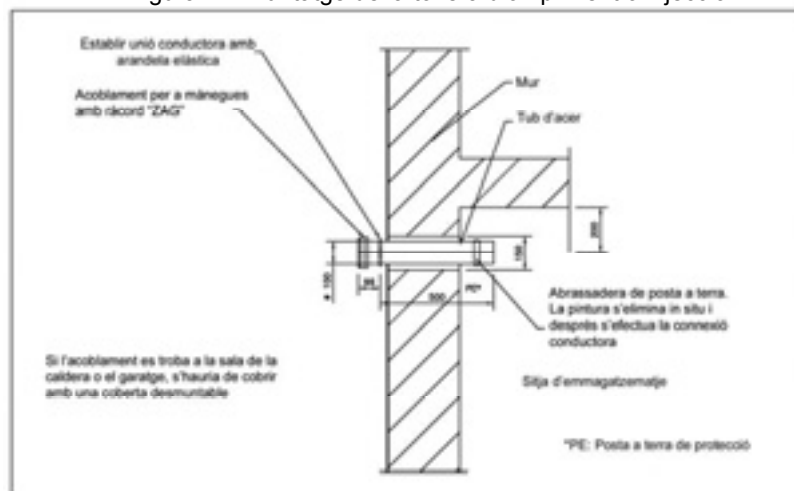


Figura 20: Muntatge de la tovera d'ompliments per a pous de llum

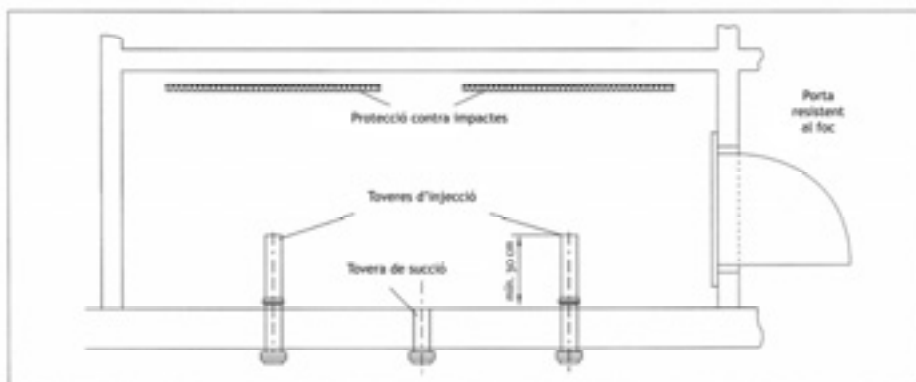


Figura 21: Sitja amb disposició de les toveres a l'ample

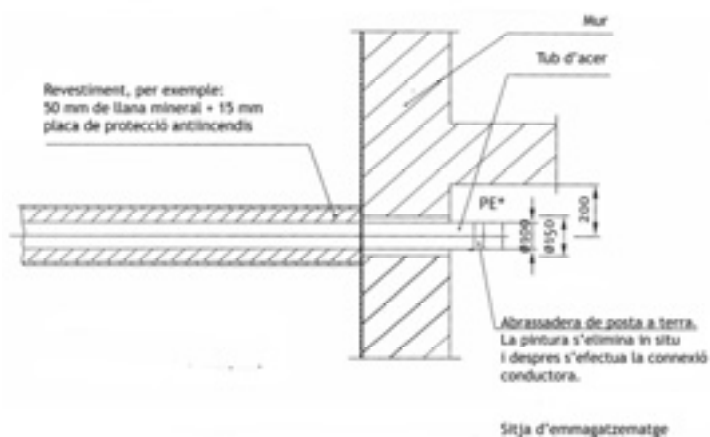
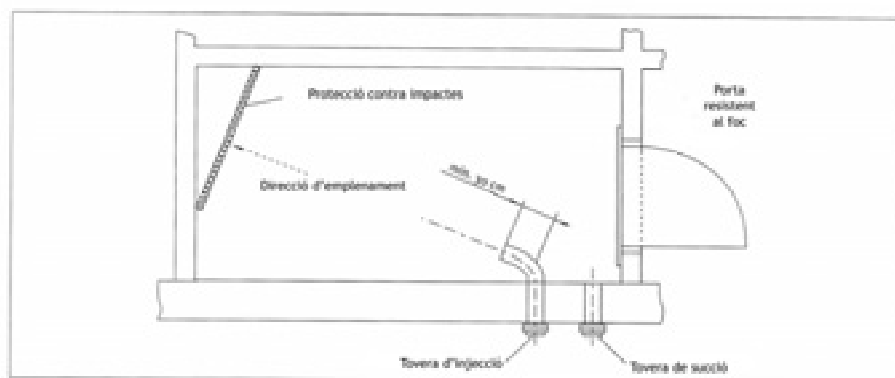


Figura 22. Sitja amb tovera en diagonal per a un millor ompliment de l'espai d'emmagatzematge



Document H: Propietats i disposició dels vis sens fi*Vis sens fi*

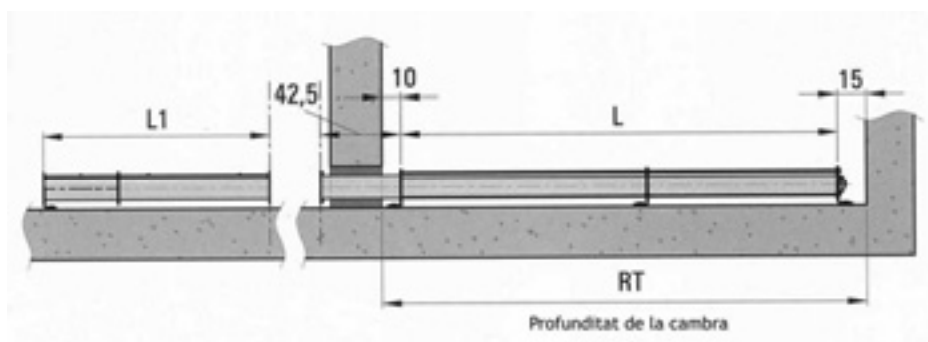
Propietats dels vis sens fi convencionals (rígids i en colze)	
Capacitat de transport (en horitzontal, per pellets) (kg/h)*	3.500 - 18.000
Longitud màxima de transport (m)	25 - 20
Diàmetre exterior del tub (mm)	100 - 200
Material de la paret del tub	Acer galvanitzat
Gruix de la paret del tub	1,5 - 2

Per a pendents de 45° la capacitat de transport és un 30% menor

Taula 20: Propietats dels vis sens fi convencionals

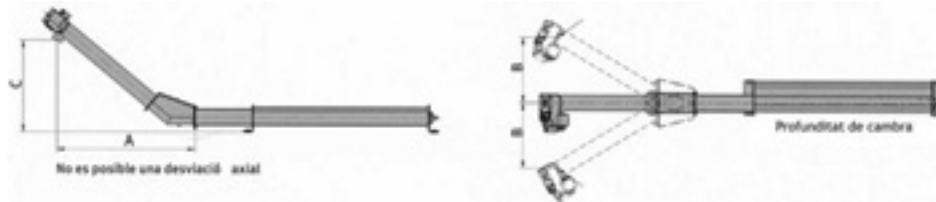
Vis sens fi rígid

Figura 23: Esquema de la possible col·locació del vis sens fi rígid



Vis sens fi en colze

Figura 24: Esquema de la possible col·locació del vis sens fi en colze

*Vis sens fi flexible*

Taula 21. Característiques del vis sens fi flexible

Propietats del vis sens fi flexible	
Capacitat de transport (en horitzontal, per a pellets)* (kg/h)	1.400 - 4.500
Longitud màxima de transport (m)	60 - 35
Diàmetre exterior del tub (mm)	75 - 125
Material de la paret del tub	PVC o acer galvanitzat
Gruix de la paret del tub (mm)	3,6 - 6
Diàmetre exterior de la espiral (mm)	60 - 100
Pas de la espiral (mm)	40 - 70

*Per a pendent de 45° la capacitat de transport és un 30% menor

Document I: Càlcul de ventilacions per a cambres de calderes

Recomanacions per al càlcul de ventilacions:

1. Ventilació natural directa per orificis

La ventilació natural directa a l'exterior pot realitzar-se (per a cambres contigües a zones a l'aire lliure) mitjançant obertures d'àrea lliure mínima de 5cm² per cada kW de potència tèrmica nominal.

Es recomana més d'una obertura en diferents façanes i a diferents alçades de forma que es creïn corrents d'aire que afavoreixin la ventilació de la cambra.

La fórmula per al càlcul de l'àrea mínima de ventilació admet uns valors en funció del tipus de ventilació:

Fórmula 5. Àrea mínima en ventilació directa per conducte vertical

$$A_{\text{lliure, mín}} = n \times PN$$

$A_{\text{lliure, mín}}$: Àrea mínima de ventilació (cm²)

PN: Potència nominal instal·lada (kW)

n: Coeficient (cm²/kW) amb valor "5" per a ventilació natural directa per orificis

2. Ventilació natural directa per conducte

Per a cambres que no siguin contigües a l'aire lliure, però puguin comunicar-se amb aquesta per mitjà de conductes de menys de 10 m de recorregut horitzontal, la secció lliure mínima d'aquests conductes, referida a la potència tèrmica nominal instal·lada, es calcularà utilitzant els següents valors del coeficient "n" per ventilació natural per conducte:

- 7,5 cm²/kW per ventilació natural directa per conducte vertical.

- 10 cm²/kW per ventilació natural directa per conducte horitzontal.

Les seccions indicades es dividiran en dos obertures, com a mínim, una situada prop del sostre i l'altra prop del sòl i, si és possible, en parets oposades.

Document J: Emissions contaminants

Els productes de la combustió han de complir els requeriments mediambientals que limiten els valors màxims de les emissions contaminants i en el seu defecte la norma europea UNE-EN-303-5, referent a les emissions en funció de la potència de les calderes, estableix la següent classificació:

Taula 22: Límits d'emissions per a calderes de diferents tipus de biomassa i potències

Potència nominal (kW)	Límit d'emissions								
	CO (mg/m ³ en 10% O ₂)			COV ⁽¹⁾ (mg/m ³ en 10% O ₂)			Partícules (mg/m ³ en 10% O ₂)		
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 1	Classe 2	Classe 3
< 50	15.000	5.000	3.000	1.750	200	100	200	180	150
50 - 150	12.500	4.500	2.500	1.250	150	80	200	180	150
150 - 300	12.500	2.000	1.200	1.250	150	80	200	180	150

⁽¹⁾COV: Compostos orgànics volàtils

Les dades incloses en la norma UNE-123-001 de 1994, de caràcter indicatiu, assenyalen els següents valors per a la temperatura dels gasos de combustió per sortida de xemeneia.

Potència de la caldera	Temperatura de gasos de combustió
10 kW	240°C
100 kW	230°C
1.000 kW	210°C