

Aspectes imprescindibles en el disseny d'instal·lacions de biomassa.

8 de maig de 2018



JOAN OLIVER CASANELLAS

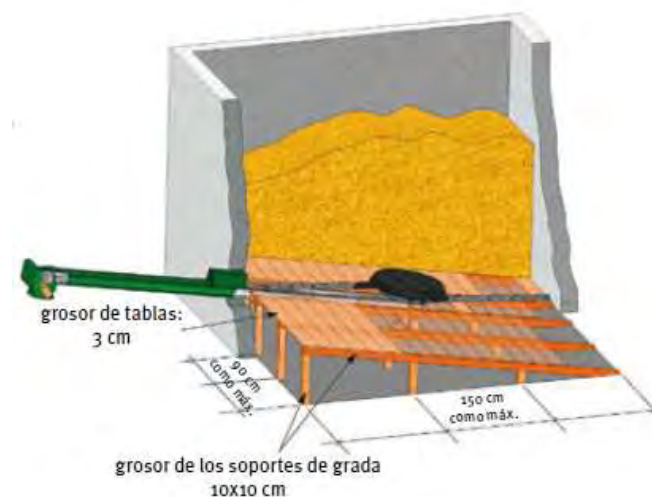
Enginyer Industrial

SUNO Enginyeria de Serveis Energètics SCCLP

E-mail: joan@suno.cat

3.- Disseny de sitges.

Transport, descàrrega i emmagatzematge.



3.- DISSENY DE LES SITGES

Un bon disseny de l'emmagatzematge és clau per la viabilitat de la instal·lació. Aquest disseny haurà de tenir present:

1.- La solució constructiva.

Hi ha diferents solucions en funció de les capacitats, dels combustibles i dels requeriments normatius.



2.- El sistema d'alimentació de la caldera.

Hi ha diferents solucions en funció del combustible i consum.

3.- L'accessibilitat del transport i el sistema d'ompliment de la mateixa.

La descàrrega pot ser una actuació que s'hagi de realitzar molts cops durant la vida de la instal·lació, i pot afectar en el preu d'explotació de la mateixa.

4.- La capacitat de la sitja. Caldrà tenir present el **consum anual**, **com es realitza** aquest consum, la **capacitat del vehicle** de descàrrega, la **densitat aparent** del combustible i els **espais disponibles**.

Quan treballem amb consums grans d'estella mirarem d'usar la descàrrega per gravetat (per cost, simplicitat i manteniments)

1.- Solució constructiva.

Si a la instal·lació li és d'aplicació el RITE i el CTE:

S'entendrà com a **espai per emmagatzematge de combustible sòlid** quan emmagatzemem **més de 5 Tones** (RITE), i en aquest cas caldrà disposar d'un espai específic i separat per aquest ús, el qual haurà de complir:

En cualquier edificio o establecimiento	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo Alto
Salas de calderas con potencia útil nominal P	$70 < P \leq 200$ kW	$200 < P \leq 600$ kW	$P > 600$ kW
Almacén de combustible sólido para calefacción	$S \leq 3$ m ²	$S > 3$ m ²	

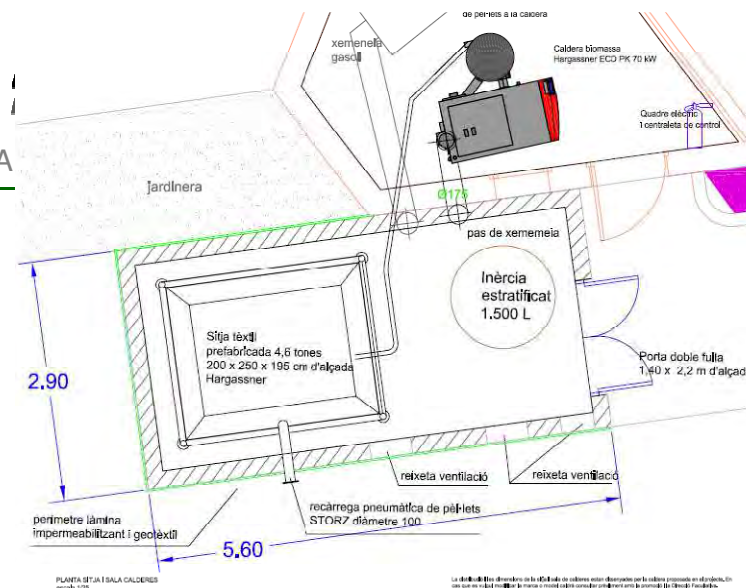
Font: **CTE-DB-SI-1, apartat 2.** taula 2.1 i taula 2.2

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios ⁽¹⁾

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante ⁽²⁾	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos ⁽³⁾ que separan la zona del resto del edificio ^{(2)/(4)}	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Si	Si
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 30 -C5	2 x EI ₂ 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local ⁽⁵⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾

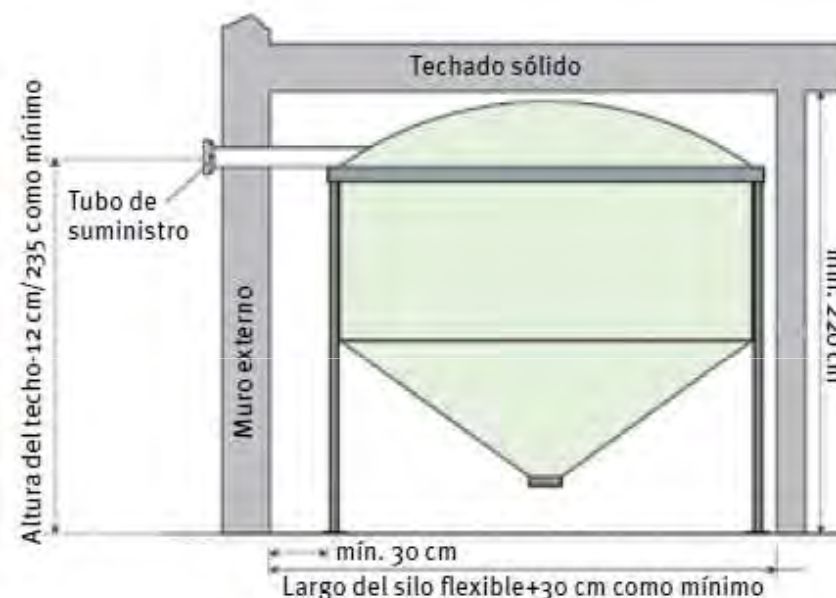
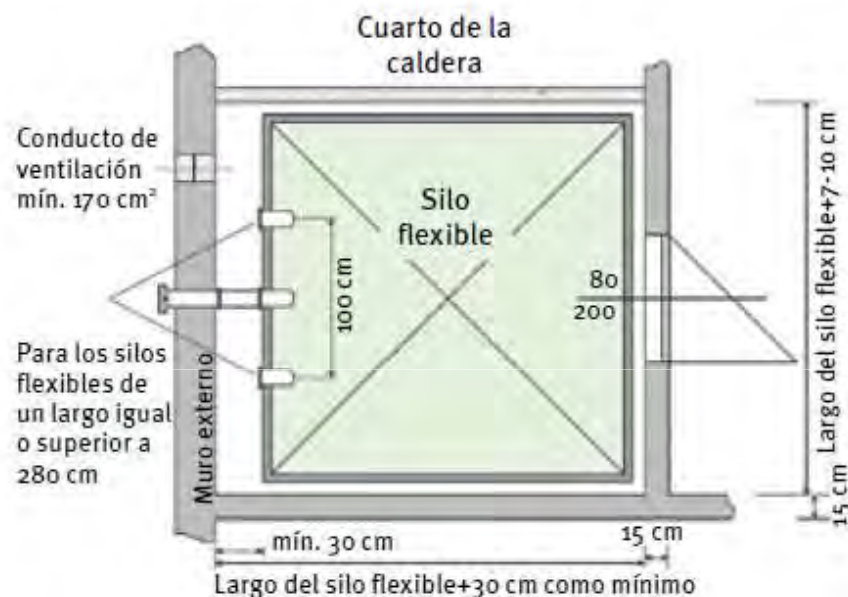
**Per calderes de menys de 70kW
amb sitges de menys de 5 tones
poden compartir espai**

- Pensada per a combustibles granulars que puguin baixar per gravetat. Alimentació per part superior.
- Capacitat: entre **1 i 10 tones**. Pot requerir reforç fonamentació.
- Cal tenir present que la pressió del sistema pneumàtic no superi la pressió de disseny de la sitja.
- En alguns casos podem no necessitar **extracció de pols**.
- Estructura metàl·lica sempre **connectada a terra**.
- Poden ser interiors o exteriors. La boca d'ompliment també.
- **Baix cost respecte a sitges d'obra**. Per disseny, evita humitats.



1.1.- Sitja tèxtil prefabricada

**Recordar: Calderes de menys de 70kW
amb sitges de menys de 5 tones poden
compartir espai**



Font imatges : Guia IDAE

Important: Ventilació d'espais que emmagatzemin pèl·let per concentracions de CO.

Guia de bones practiques per al control del risc per inhalació de monòxid de carboni (CO) en l'emmagatzematge de pèl·lets de fusta a les dependències dels usuaris finals, Generalitat de Catalunya, Juliol 2016

1.2.- Sitja prefabricada rígida

Pensada per a combustibles granulars que puguin baixar per gravetat.

Capacitat: entre 0,5 i 10 tones. En el cas de sistemes integrats a la caldera poden ser inferiors.

No els afecta tant la pressió descàrrega, però han de disposar de sistema extracció de pols.

Estructura metàl·lica sempre connectada a terra.

Poden ser interiors o exteriors.

Baix cost respecte a sitges d'obra.



1.3.- Sitja prefabricada exterior (grans capacitats)

Font imatges : diverses webs



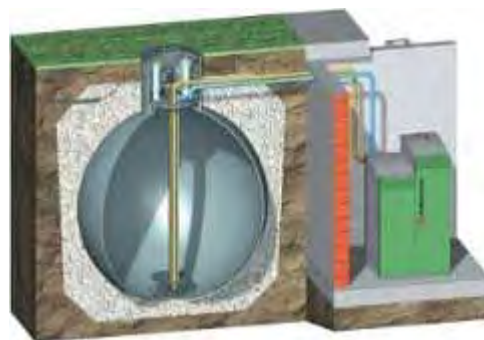
Font imatge : BIOMCAT

1.4.- Sitja soterrada prefabricada

Si no hi ha prou espai a l'interior edifici es pot optar per a soterrar.

El dipòsit ha de ser resistent tant a la corrosió com al pas del temps. Les connexions han de ser estanques i és molt important impermeabilitzar correctament i ventilar per a evitar condensacions (en funció del combustible).

És important que hi pugui haver una boca d'home per a poder accedir per temes de manteniment.



Font imatges : diverses webs



1.5.- Sitja d'obra (consideracions generals)

Podem adaptar-les a les necessitats i a la realitat existent, optimitzant el màxim l'espai disponible.

Acostumen a tenir un cost superior a les prefabricades.

Prestar especial **atenció a les humitats** (impermeabilitzacions **des de fora i cap a fora**).

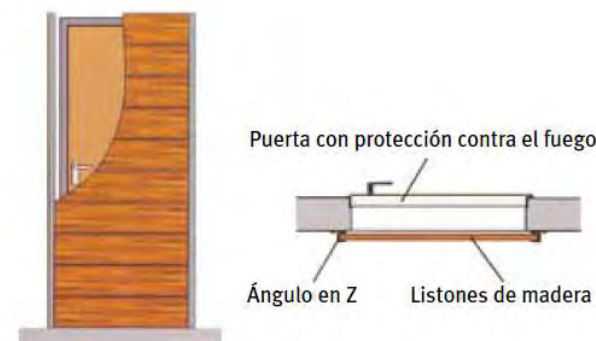
Han de ser estanques a la pols (sobretot en ompliment pneumàtic), **però han de disposar de ventilacions per a evitar concentracions elevades de CO**.

Han de disposar de porta **d'accés per a manteniment**.

Aquesta porta s'acostuma a posar sota les boques d'impuls i acostuma a tenir un **sistema antipressió** i finestreta per veure el nivell.

No poden **tenir cap dispositiu elèctric en el seu interior**.

Font imatge : guia IDAE





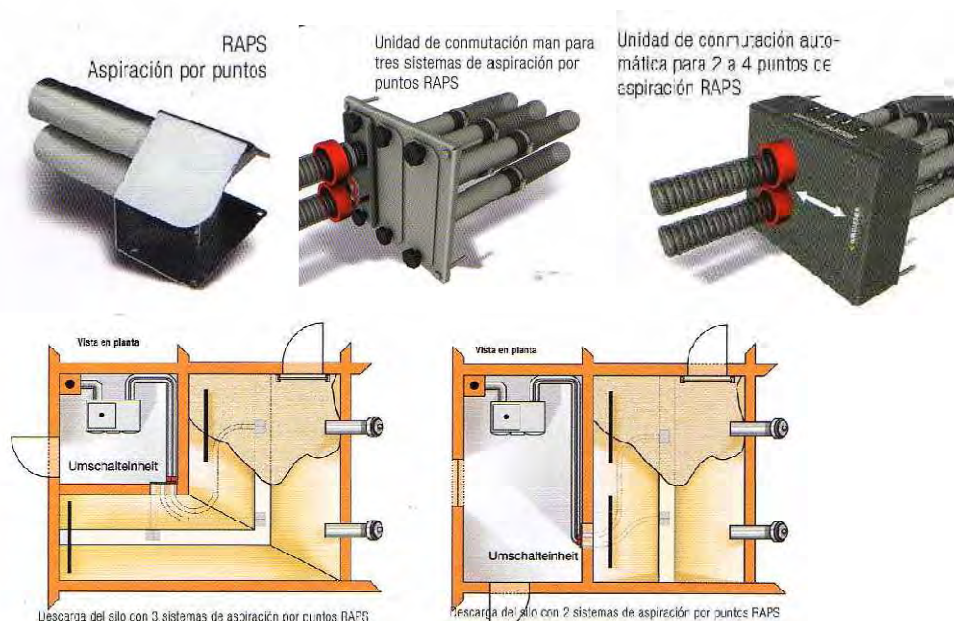
1.5.- Sitja d'obra (combustibles granulats)

- pendents de fusta inclinats (35-45°)
- boques descàrrega i **lona de frenat** (costat oposat).
- Porta accés (dalt baix). Exterior si és possible.
- ventilació (amb les boques d'ompliment segons capacitat).
- boques connectades a terra.
- diferents **solucions alimentació** caldera.



Alimentació per Sense fi

Font imatge : kWB



Font imatges : Hargassner



Alimentació pneumàtica

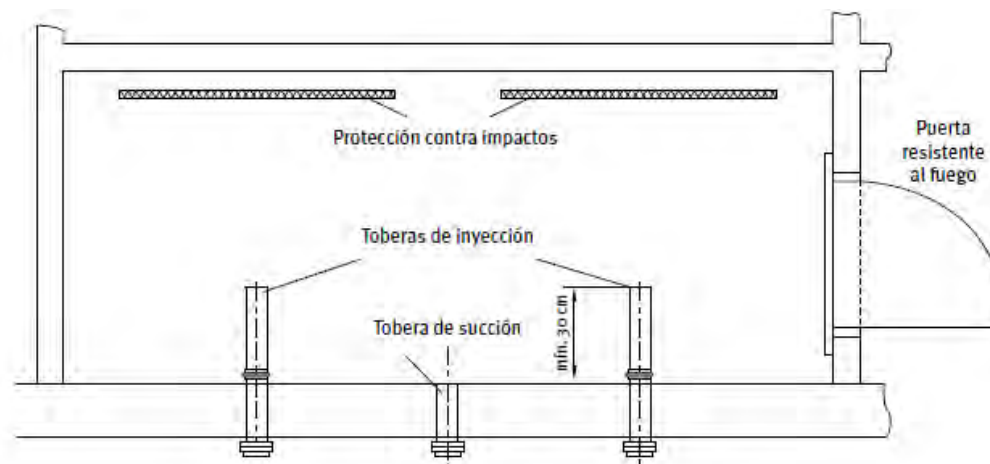
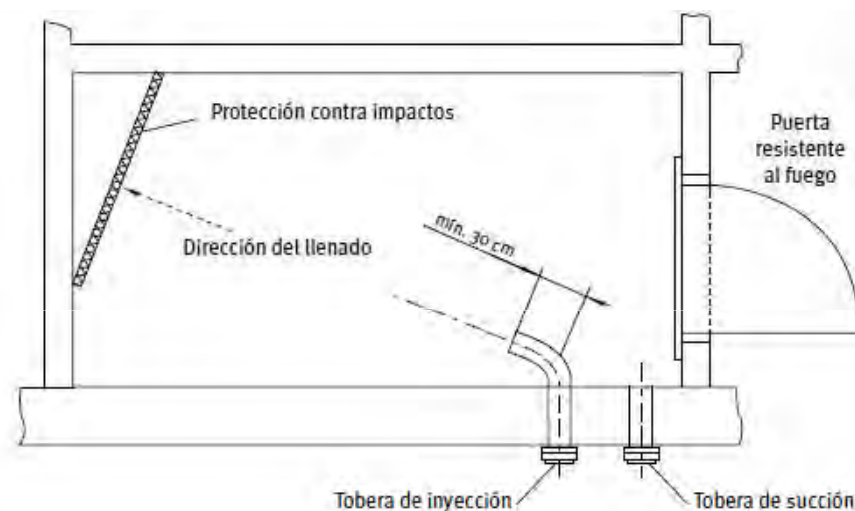
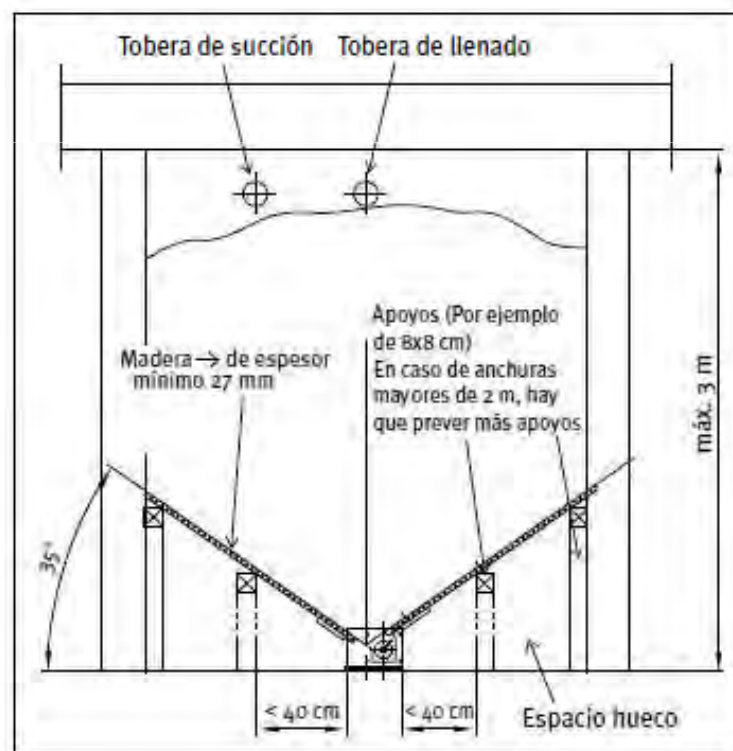
Font imatges : Hargassner

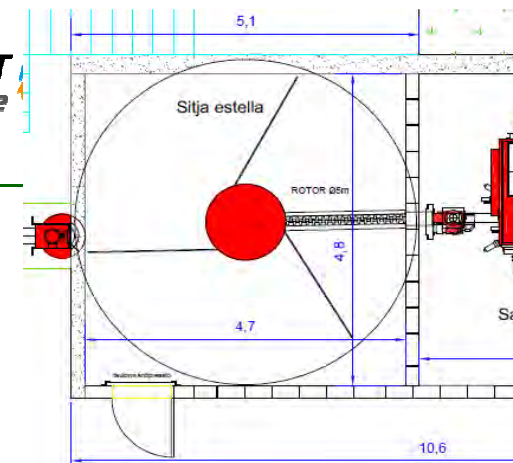
Font imatge s: guia IDAE

1.5.- Sitja d'obra (combustibles granulats)

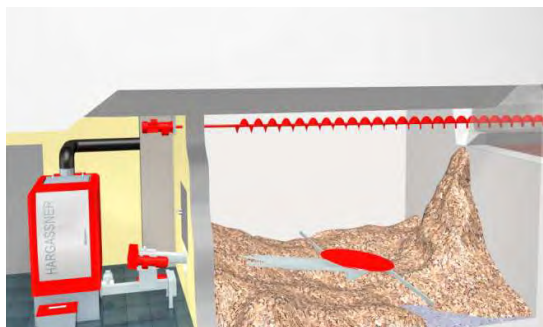
Recomanacions disseny

Afegir ventilació amb boques o similar

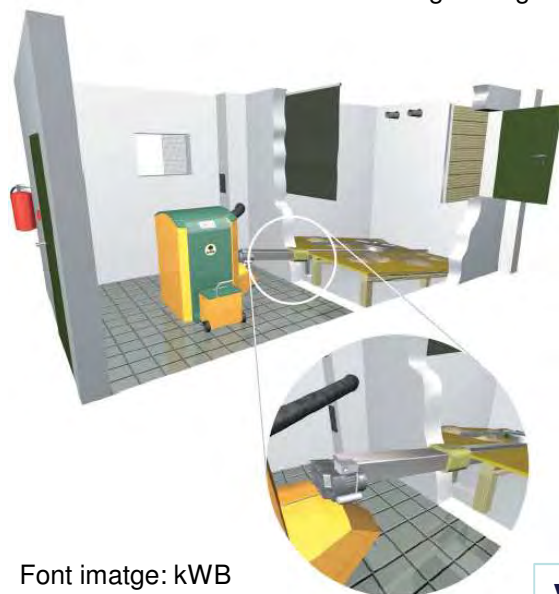




1.6.- Sitja d'obra (per estella)



Font imatge: Hargassner



Font imatge: KWB

Per estella necessitem un remenedor (rotor).

Les sitges seran quadrades o rodones.

Com menys inclinació, més emmagatzematge.

Terra de fusta o no segons el fabricant.

Caldrà preveure igual que en els casos anteriors: accés manteniment, ventilació, impermeabilització...

Habitualment dissenyarem en funció de la capacitat del vehicle de descàrrega.

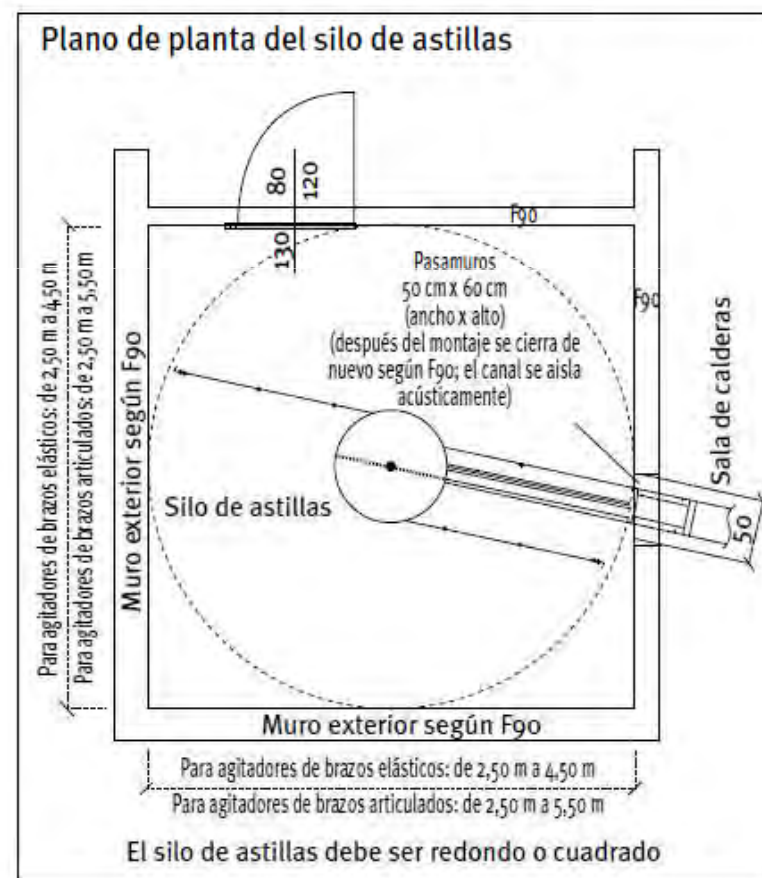
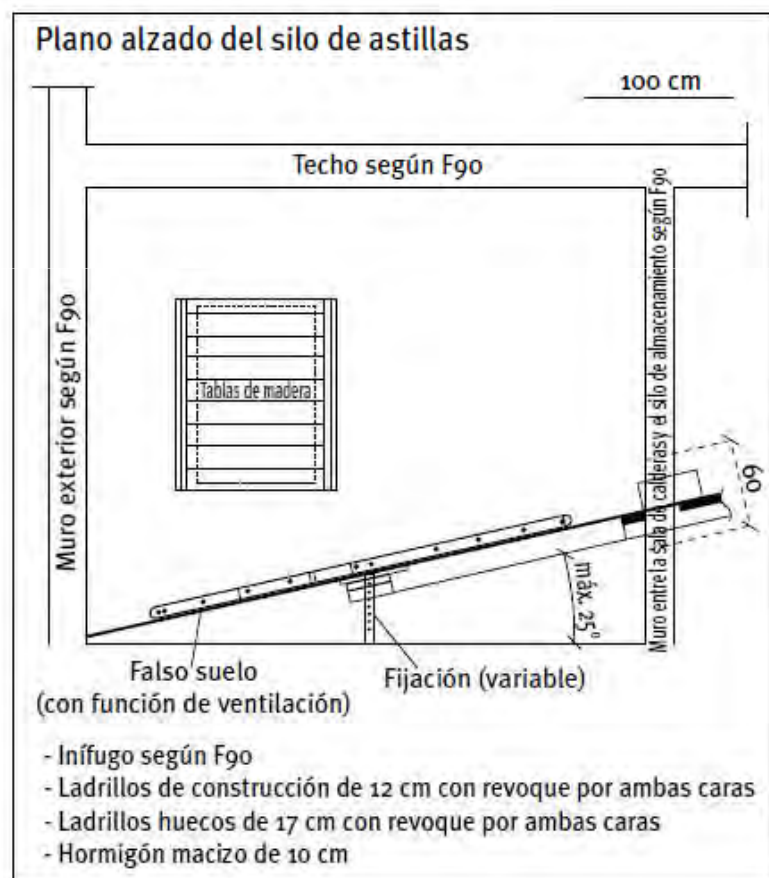
Recom: Volum útil entre 1,3-1,5 vegades volum camió.

Volum útil $\simeq 0,64 \times$ Volum total \rightarrow Volums totals ordre 80m³

1.6.- Sitja d'obra (per estella)

Tenir present la ventilació

Font imatge s: guia IDAE



2.- Sistemes d'alimentació

L'alimentació és el conjunt d'elements necessaris per a portar la biomassa des de la sitja a on l'emmagatzemem fins a la pròpia caldera.

Podem realitzar l'alimentació automàtica:

- Mitjançant visos sense fi rígids.
- Mitjançant visos sense fi flexibles.
- Pneumàticament.
- Mitjançant cintes transportadores, redlers, etc (grans consums)



Font imatges : diverses webs

2.- Sistemes d'alimentació

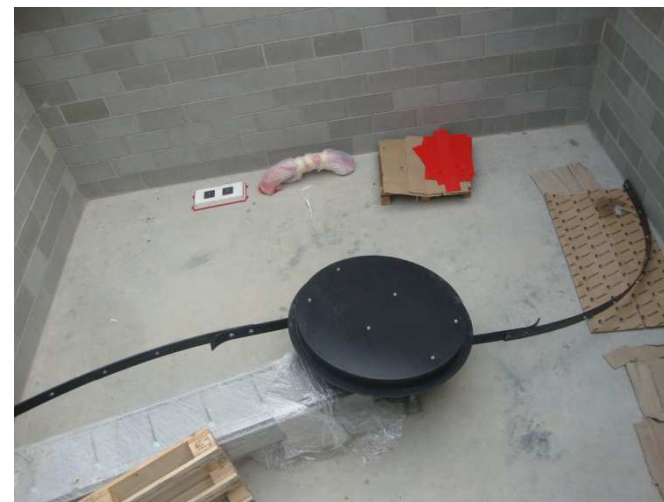


Braços articulats



Ballesta Flexible

Diàmetre ballestes superior a amplada lliure



2.- Sistemes d'alimentació

Ballestes flexibles:

- Fins a 5m diàmetre.
- Fins a 4,5m alçada.
- Combustibles regulars (G50 30%Hr).
- Opció rigidització.

Font imatge: Froling

**Alimentación por ballestas giratorias
con brazos flexibles (FBR)**



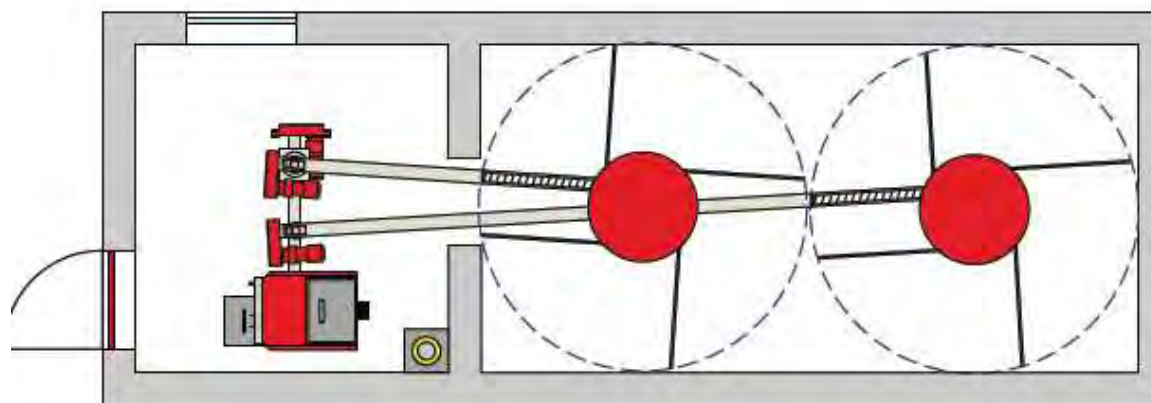
Braços articulats

- Fins a 7m de diàmetre.
- Fins a 7m d'alçada.
- Combustibles heterogenis.

Font imatge: Froling

Ballesta giratoria con brazos de torsión TGR

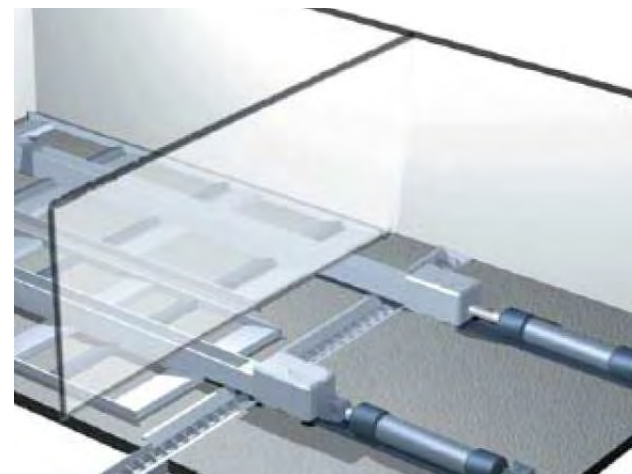
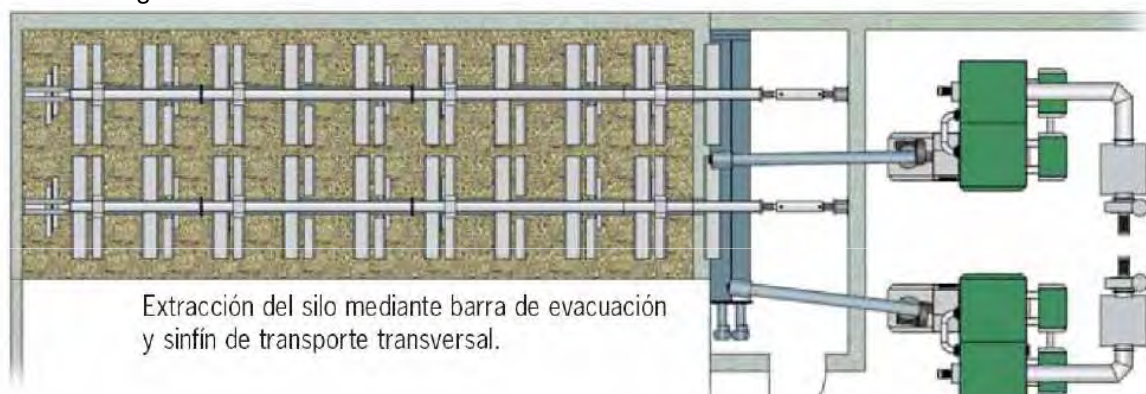




2.- Sistemes d'alimentació

Per estelles heterogènies, alts consums/potències o sitges allargades

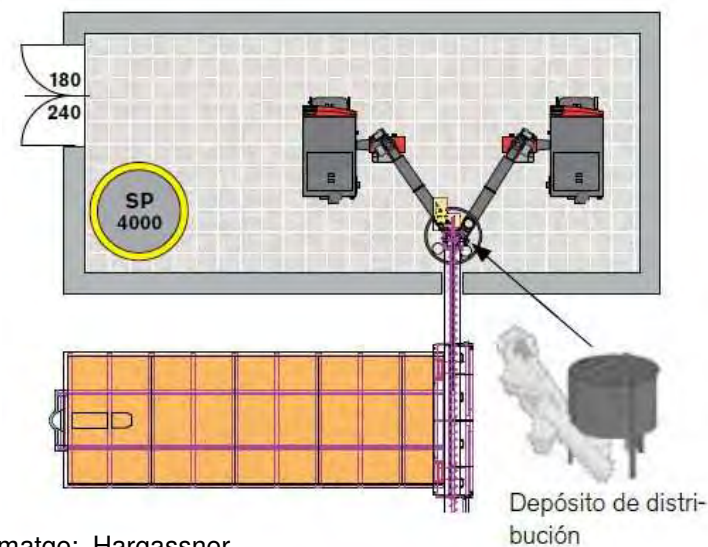
Font imatge: Herz



Font imatge: Herz



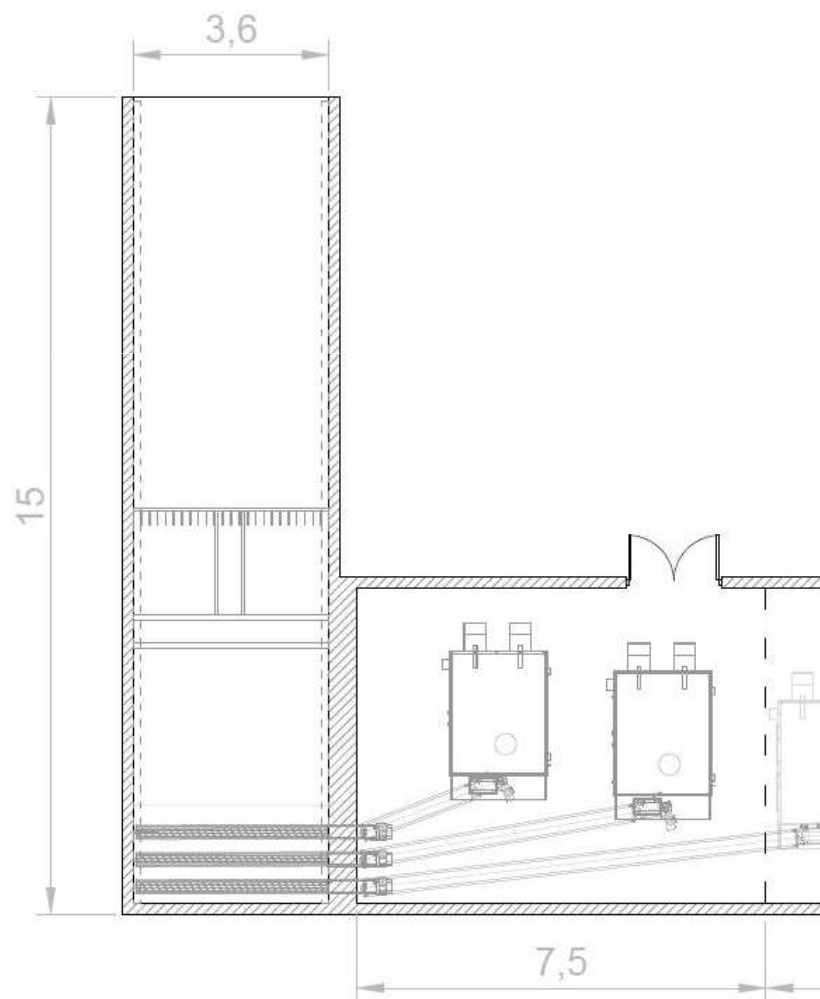
Font imatge: Tec sostenible - Kalvis



Font imatge: Hargassner

2.- Sistemes d'alimentació

Per estelles heterogènies, alts consums o sitges allargades



Font imatges: Transtop

3.- Transport i descàrrega

En el transport i descàrrega de la biomassa s'ha d'evitar el deteriorament del producte, ja que aquest pot afectar a la posterior combustió.

	Circumstancia previa a la combustió	Consecuencias
→	Humidificación del biocombustible	Disminución de su poder calorífico y aumento del consumo
	Altas temperaturas	Modificación de la forma, consistencia y durabilidad
	Presiones variables	Aumento de la cantidad de finos, reduciendo la masa útil de combustible
→	Contaminación metálica debido a la maquinaria y herramientas utilizadas	Aumento del contenido en cenizas, lo que hace aumentar las operaciones de mantenimiento y limpieza
	Contaminación atmosférica debida al tráfico	Aumento del contenido en metales pesados (plomo, cinc), conllevando el correspondiente aumento del contenido en cenizas
→	Contaminación por contacto con el suelo o tierra	Aumento del contenido en silicio, lo que reduce el poder calorífico
	Contaminación con cortezas	Aumento del contenido en nitrógeno, azufre y cloro, dando lugar a mayores emisiones. Aumento del contenido en cenizas, aumentando las operaciones de mantenimiento y limpieza
	Tratamientos químicos (pintura, conservantes, adhesivos, ...)	Aumento del contenido en metales y elementos inorgánicos, lo que implica una reducción del poder calorífico y aumento del contenido en cenizas

Tabla 17: Consecuencias de la manipulación y el tratamiento inadecuado del biocombustible

Fuente: Especificación técnica europea UNE-CEN/TS 14961 EX

Font taula : Guia IDAE

3.- Transport i descàrrega

S'haurà de tenir present el tipus de combustible a emprar i com aquest descarregarà (**accessos**, **radis de gir**, **ocupació espai** durant descàrrega...).

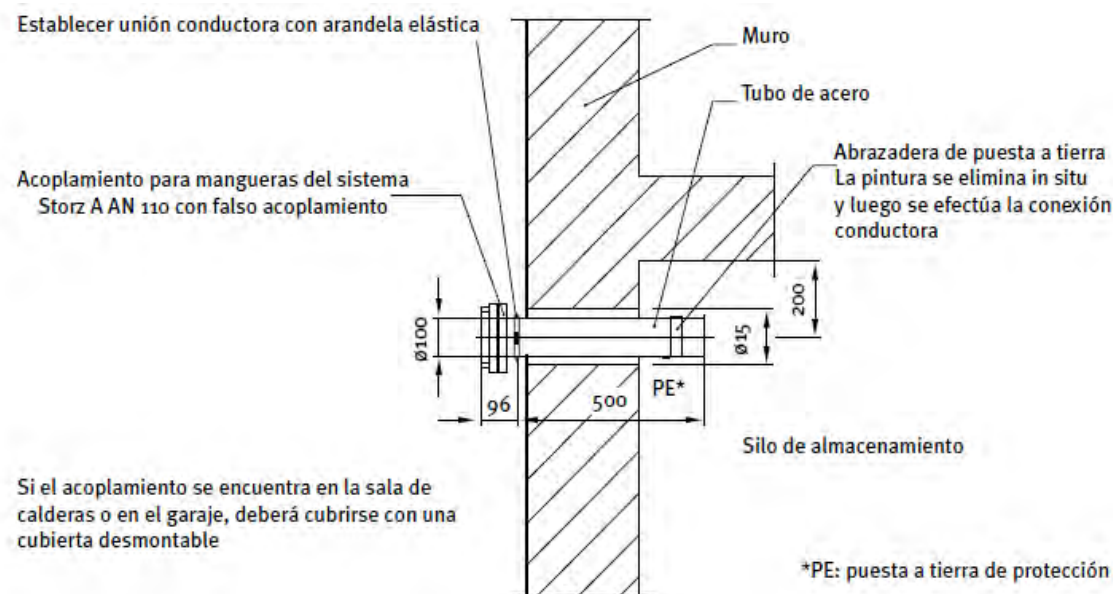
Preveure reserva aparcaments, guals, i horaris de descàrrega (sorolls i pols)



Font imatges : diverses web

3.1.- Descàrrega pneumàtica pèl-let

- Distància màx recomanada: **30m** (alguns 50m)
- Desnivell màx recomanat: **5m**
- Materials: **pèl-let** i granulars
- Accés camió de 7,5m long x 3,5m alçada x 2,5m amplada
- Temps operació: **30min**.
- Capacitat camió aprox 16 tones.
- Previsió preses **storz 110** per a connectar mànegues.
- Connexió a terra de les preses.

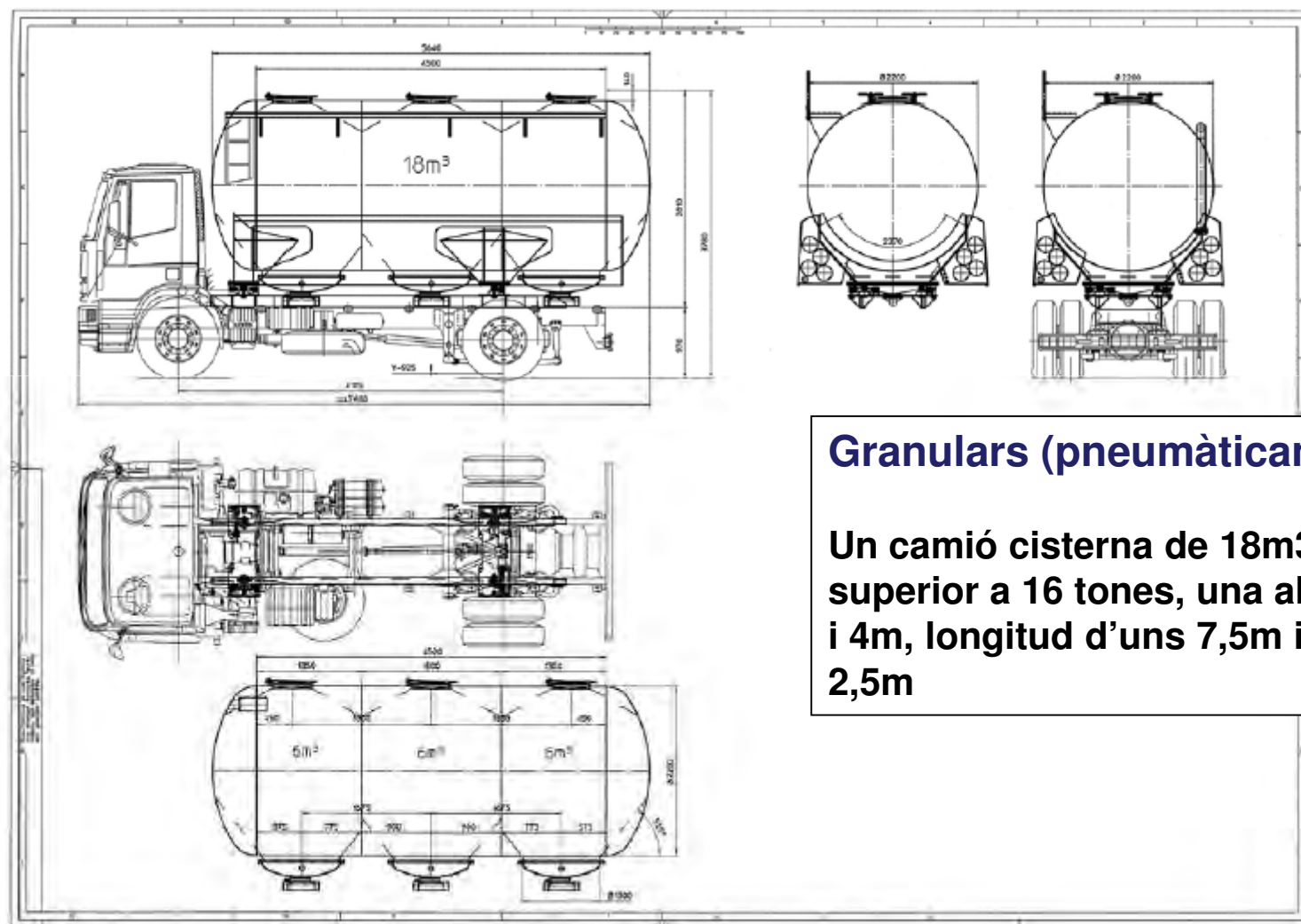


Font imatges : Guia IDAE

3.1.- Descàrrega pneumàtica pèl·let



3.1.- Descàrrega pneumàtica pèl·let



Granulars (pneumàticament):

Un camió cisterna de 18m³ té un pes superior a 16 tones, una alçada d'entre 3,5 i 4m, longitud d'uns 7,5m i amplada de 2,5m

Font imatge : Guia IDAE

Figura 14: Planos de un camión cisterna de suministro de biomasa

3.2.- Descàrrega estella

Acostuma a subministrar-se a granel o en contenidors (per a grans consums).

Bolquet tipus “dúmpper” de 9 a 40m³ (molt habitual 30-40m³)

Remolc “escampafems” de 20 a 50m³

Tràiler amb pis mòbil de 70-90m³

Contenidors de 35-45m³



Veure vídeo descàrrega bolquet



Veure vídeo descàrrega pis mòbil
Funcionament pis mòbil

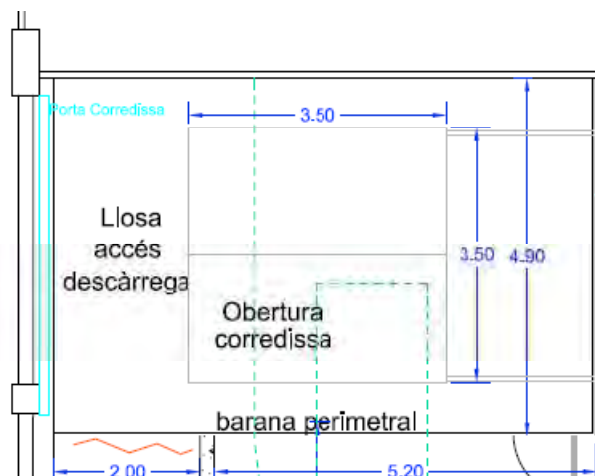


Veure vídeo descàrrega contenidor
i vídeo alimentació contenidor

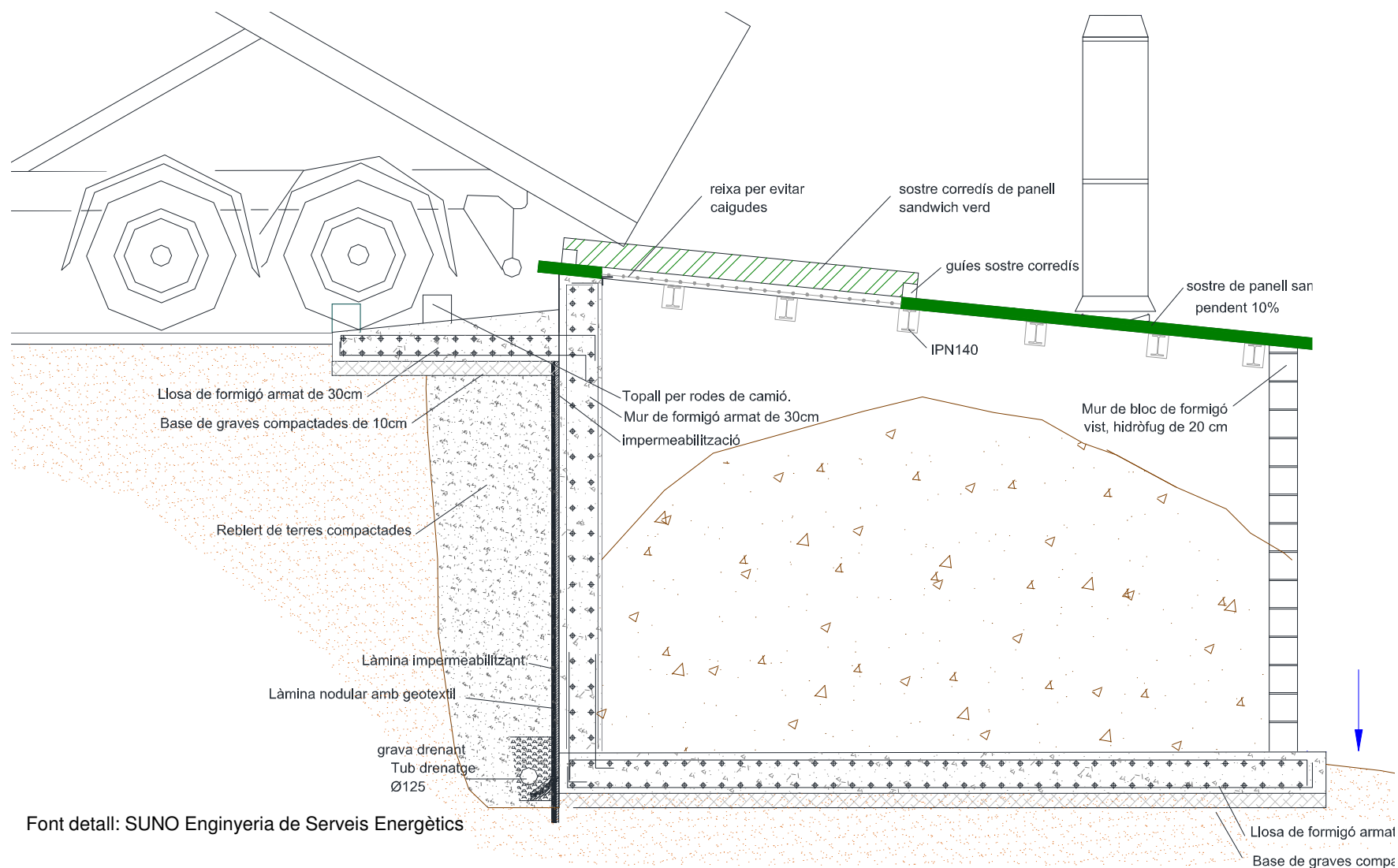


3.2 Descàrrega d'estella per gravetat

- **Portes batents o corredisses.**
- Dimensions de l'obertura mínimes: **3m d'amplada x 2 m** de profunditat.
- Es recomana disposar de **topall no remuntable** (entre 20 i 25cm d'alçada).
- **reforç paviment i murs** zona accés (llosa aproximació **anivellada**).
- seguretat davant caigudes accidentals (**mall de 30x20cm**).
- Tenir present **estanquitat a l'aigua** i impermeabilitzacions.
- Ventilació sitja.

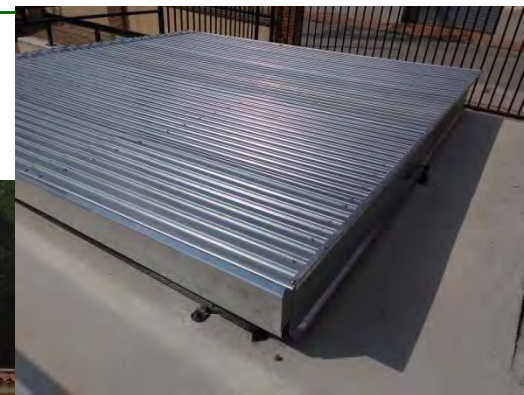


3.2 Descàrrega d'estella per gravetat



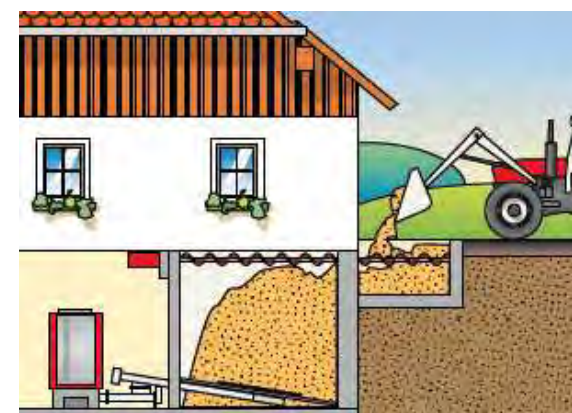
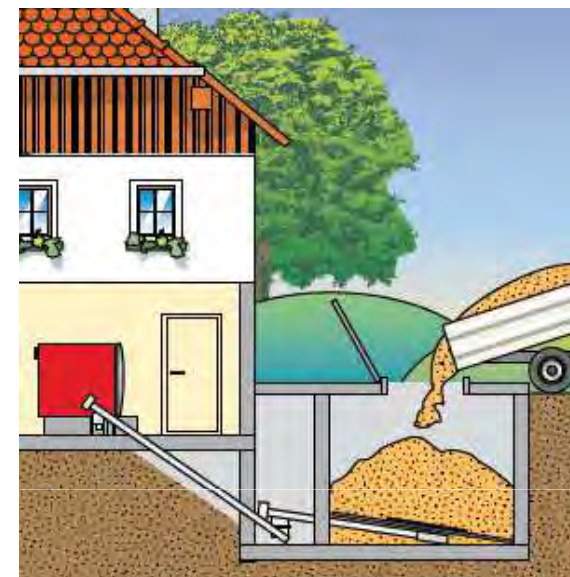
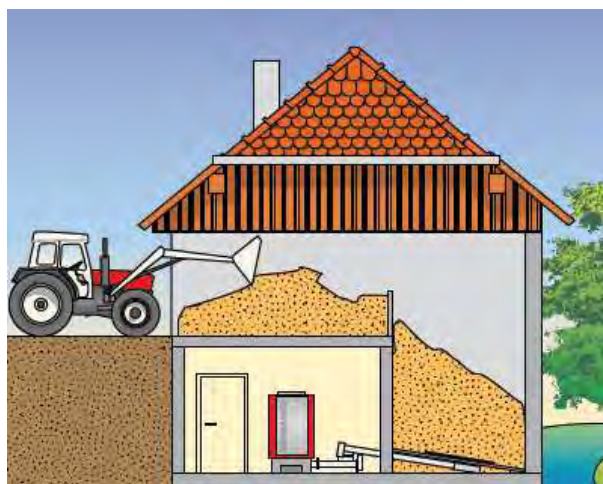
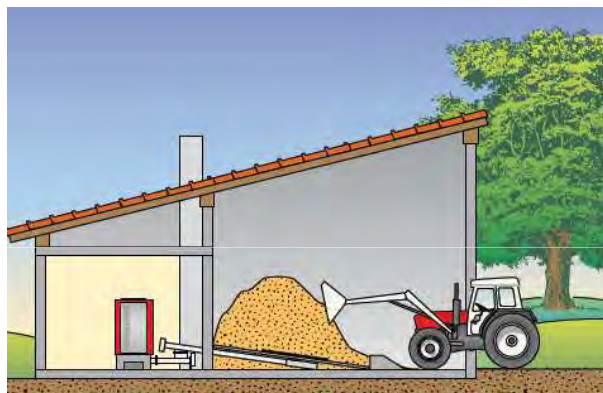
3.2 Descàrrega d'estella per gravetat

Font imatge: SUNO Enginyeria de Serveis Energètics



3.2 Descàrrega d'estella per gravetat

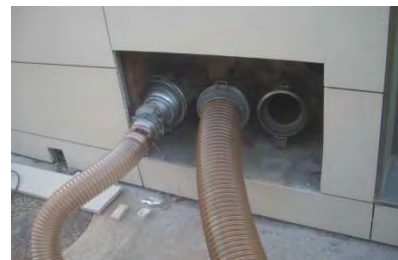
Temps operació: 10 minuts.



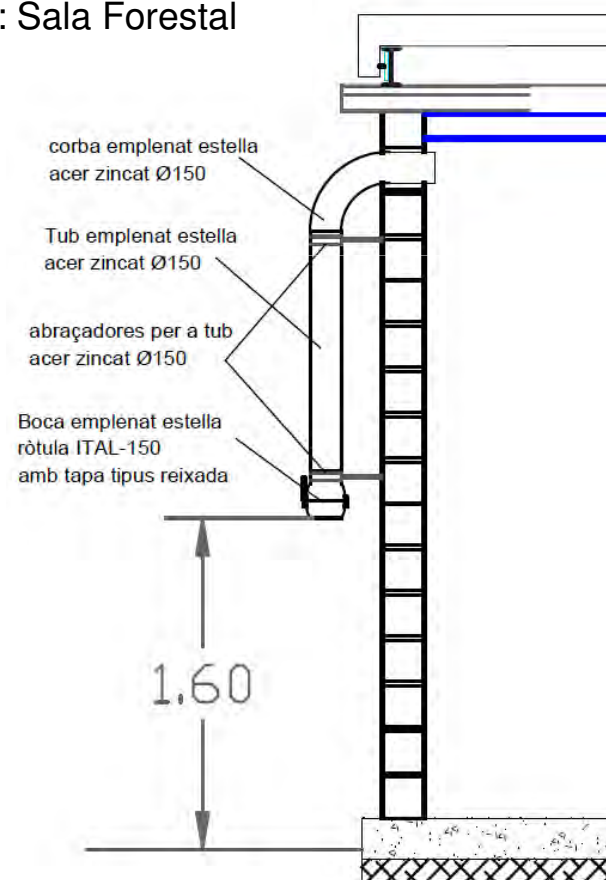
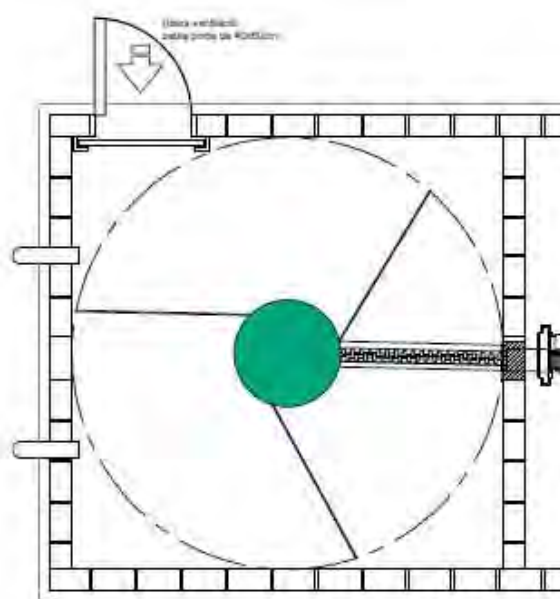
Font imatges : Hargassner

3.3 Descàrrega pneumàtica estella:

- Connexió **ITAL-150** o storz 150.
- No emprar colzes de 90, només **corbes**.
- Reduir al màxim els canvis de direcció.
- Alçada de connexió entorn a 1,6-1,7m.
- Ús abraçadores isofòniques.
- **Connexionat a terra** de les boques.
- Nombre de boques segons amplada
- Velocitat operació: 40-60m³/h.
- Accés camió a les proximitats sitja (20m i desnivell màxim de l'ordre de 5m)



Font imatge: Sala Forestal



Font detall: SUNO Enginyeria de Serveis Energètics

3.3 Descàrrega pneumàtica estella:



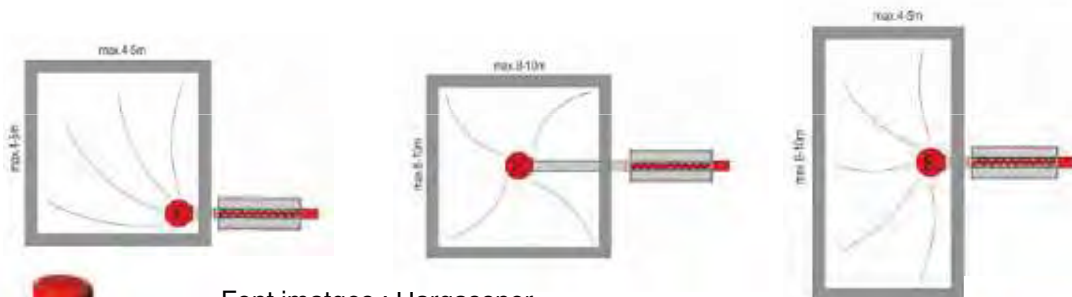
3.4- Descàrrega mitjançant elevadors:

Velocitat operació: 50-60m³/h.

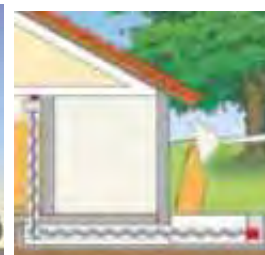
Veure vídeo elevator

Previsió:

- **accés camió a la tremuja.**
- **tremuja d'amplada mínima 2,8m.**
- **emplaçament conducte de impulsió a la sitja** (interior o exterior). **Motor elèctric sempre exterior.**



Font imatges : Hargassner



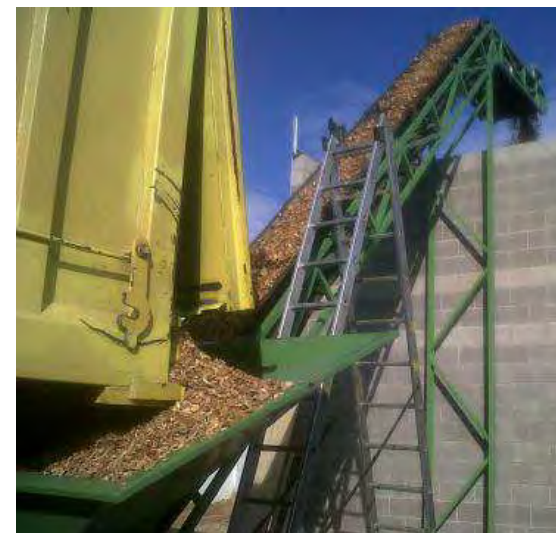
Font imatges : Heizomat

3.5.- Descàrrega mitjançant cinta elevadora:

Velocitat operació: 20-60m³/h.

Previsió:

- accés camió a la tremuja (ample 2,5m, compte alçada).
- emplaçament cinta a la sitja i accés.
- angle inclinació menor a 40°.
- estructura autoportant



3.6.- Descàrrega bivalva: Veure vídeo bivalva

Velocitat operació: 20-30m³/h.

Previsió:

- accés camió a les proximitats sitja.
- obertura al sostre.



**Dimensions a preveure com a obertura al sostre
per a descàrrega eficient:**

2,00 x 2,00m

3.7.- Descàrrega amb camió amb elevador estella:

Velocitat operació: 40-60m³/h.

[Veure vídeo descàrrega camió elevador](#)

Previsió:

- accés camió a les proximitats sitja.
- alçada sortida sense fi, longitud (uns 6m) i angle d'actuació.
- obertura sostre recomanada 1,8x1,8m



Font imatge: Carrocerías Vic



Font imatge: MATFOR Matèries Forestal

4.- Capacitat de la sitja

Per a dimensionar la sitja d'emmagatzematge de biomassa s'haurà de tenir en compte els següents factors/paràmetres:

- Consum anual d'energia (kWh)
- variabilitat del consum al llarg de l'any (si hi ha ACS, si és procés productiu, si és calefacció habitatge, etc).
- tipus de combustible : granulat (aspiració, inclinat) o estella (agitadors, terres mòbils).
- característiques comb: (PCI (kWh/kg) i densitat aparent (kg/m³).
- Si existeix a priori, o no, un espai destinat a l'emmagatzematge / condicionants d'espai existents (alçades, volums, amplades).
- Facilitat de subministrament (si és baixa cal més emmagatzematge).
- dimensions transports habituals (mantenir mínim sitja). **Es recomana, especialment en sitges d'estella, dimensionar-les per un volum útil d'entre 1,3-1,5 vegades el volum del camió.**
- requeriment mínim per RITE són 15 dies de consum, però hi pot haver clients que vulguin només una càrrega a l'any o dues.

DIMENSIONAT EMMAGATZEMATGE BIOMASSA

Habitualment usarem l'expressió:

$$E = \text{factor} \times \text{PCI} \times A_{\text{sitja}} \times H_{\text{sitja}} \times \text{densitat}_{\text{aparent}}$$

On:

E = Energia emmagatzemada (kWh)

factor = 0,77 per sitja de pèl·let amb dos pendents alimentat per dalt o pneumàticament

0,62 per sitja d'estella alimentat per dalt o pneumàticament

0,50 per sitja d'estella alimentat lateralment.

PCI = poder calorífic inferior combustible (kWh/kg)

A_{sitja} = àrea de la sitja (m²)

H_{sitja} = alçada útil de la sitja (m)

Densitat_{aparent} = densitat aparent del combustible (kg/m³)

Ex2: Calcular l'energia emmagatzemada en una sitja inclinada amb dues pendents, de 6m2x2m d'alçada, de pinyola d'oliva.

$$\text{Energia (kWh)} = 0,77 \times 4,3 \text{ kWh/kg} \times 6\text{m}^2 \times 2\text{m} \times 600\text{kg/m}^3 = 23.839 \text{ kWh}$$

DESCÀRREGA BIOMASSA

Exemples de sitges:
En superfície



Font imatge: SUNO Enginyeria de Serveis Energètics

DESCÀRREGA BIOMASSA

**Exemples de sitges:
En superfície**





JORNADA TÈCNICA
BIOMASSA: MÉS OPORTUNITATS
LABORALS EN GREEN JOBS

ASPECTES IMPRESCINDIBLES EN EL DISSENY D'INSTAL·LACIONS DE B

DESCÀRREGA BIOMASSA

Exemples de sitges:



Font imatge: SUNO Enginyeria de Serveis Energètics



JORNADA TÈCNICA
BIOMASSA: MÉS OPORTUNITATS
LABORALS EN GREEN JOBS

ASPECTES IMPRESCINDIBLES EN EL DISSENY D'INSTAL·LACIONS DE BIC

DESCÀRREGA BIOMASSA

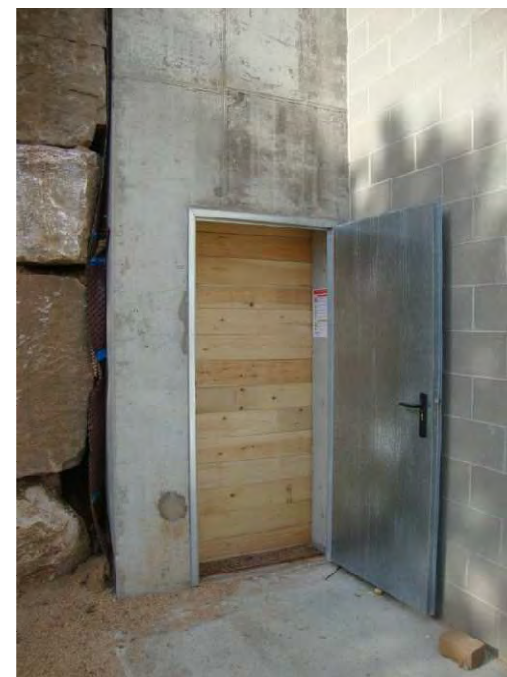
Exemples de sitges:



Font imatge: SUNO Enginyeria de Serveis Energètics

DESCÀRREGA BIOMASSA

Exemples de sitges:



Font imatge: SUNO Enginyeria de Serveis Energètics



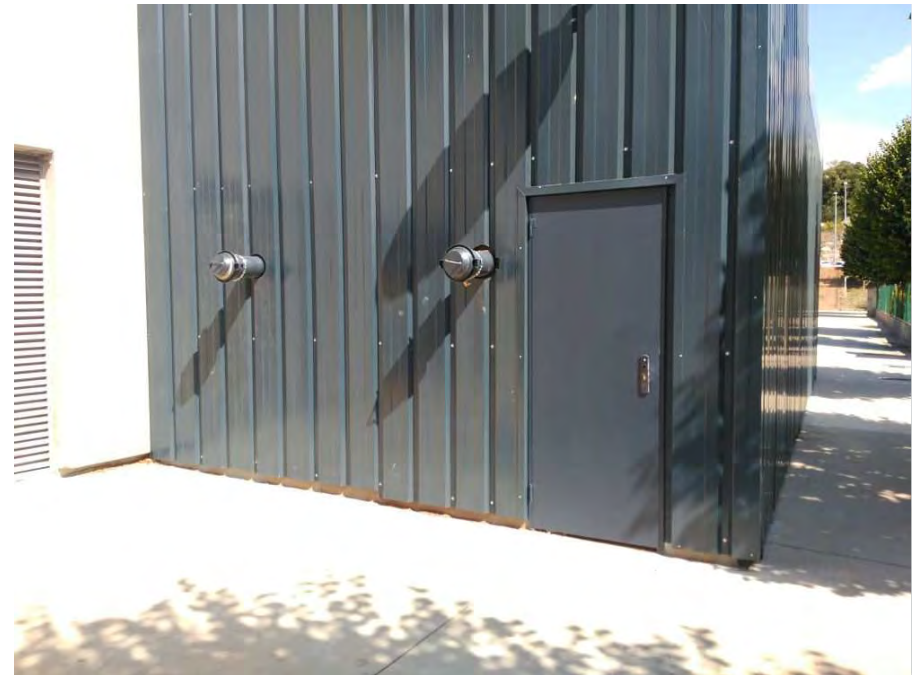


JORNADA TÈCNICA
BIOMASSA: MÉS OPORTUNITATS
LABORALS EN GREEN JOBS

ASPECTES IMPRESCINDIBLES EN EL DISSENY D'INSTAL·LACIÓ









PIRINNOWATT
Pirineu Sostenible



Rd
Ripollès Desenvolupament



Consell Comarcal
de l'Alt Urgell

IONS DE BIOMASSA



MOLTES GRÀCIES PER LA VOSTRA ATENCIÓ

8 de maig de 2018



JOAN OLIVER CASANELLAS

Enginyer Industrial

SUNO Enginyeria de Serveis Energètics SCCLP

E-mail: joan@suno.cat