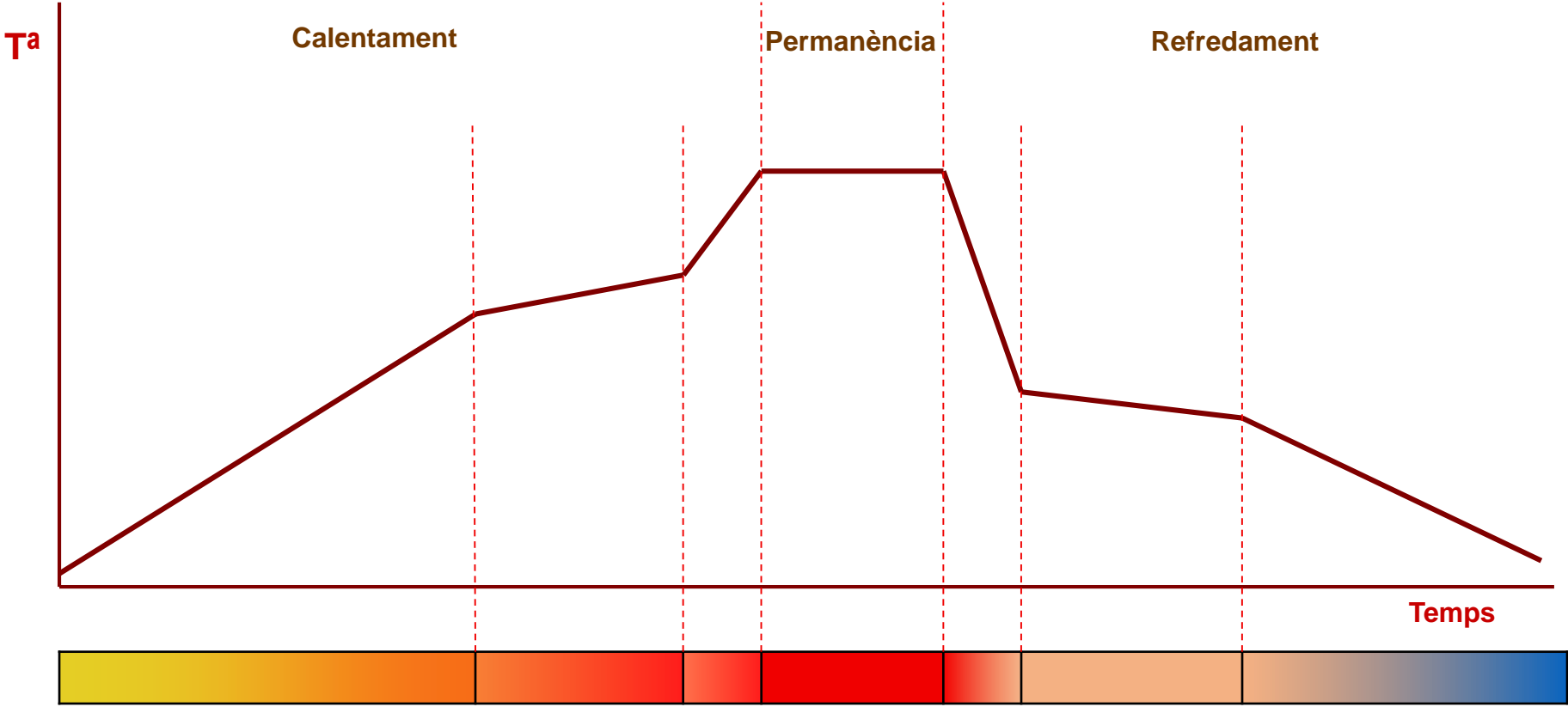




La cocció amb llenya.

Conceptes bàsics de la cocció de materials ceràmics.

Cicle general de cocció



Transformacions físiques i químiques en la cocció.

<i>Temperatura (°C)</i>	<i>Transformacions</i>
Fins 100	Eliminació de l'aigua lliure.
150 – 250	Eliminació de l'aigua lligada. Descomposició d'alguns hidrats.
350 – 650	Eliminació de l'aigua de constitució.
400 – 600	Combustió de la matèria orgànica.
573	Transformació del quars α a quars β .
700 - 800	Inici de la fusió d'alguns components
700 - 900	Descomposició de carbonats
1000	Inici de la fusió de pastes amb CaO i FeO
1060 - 1100	Inici de la fusió dels feldespat
Fins 1300	Formació de vidre i reducció de la porositat.

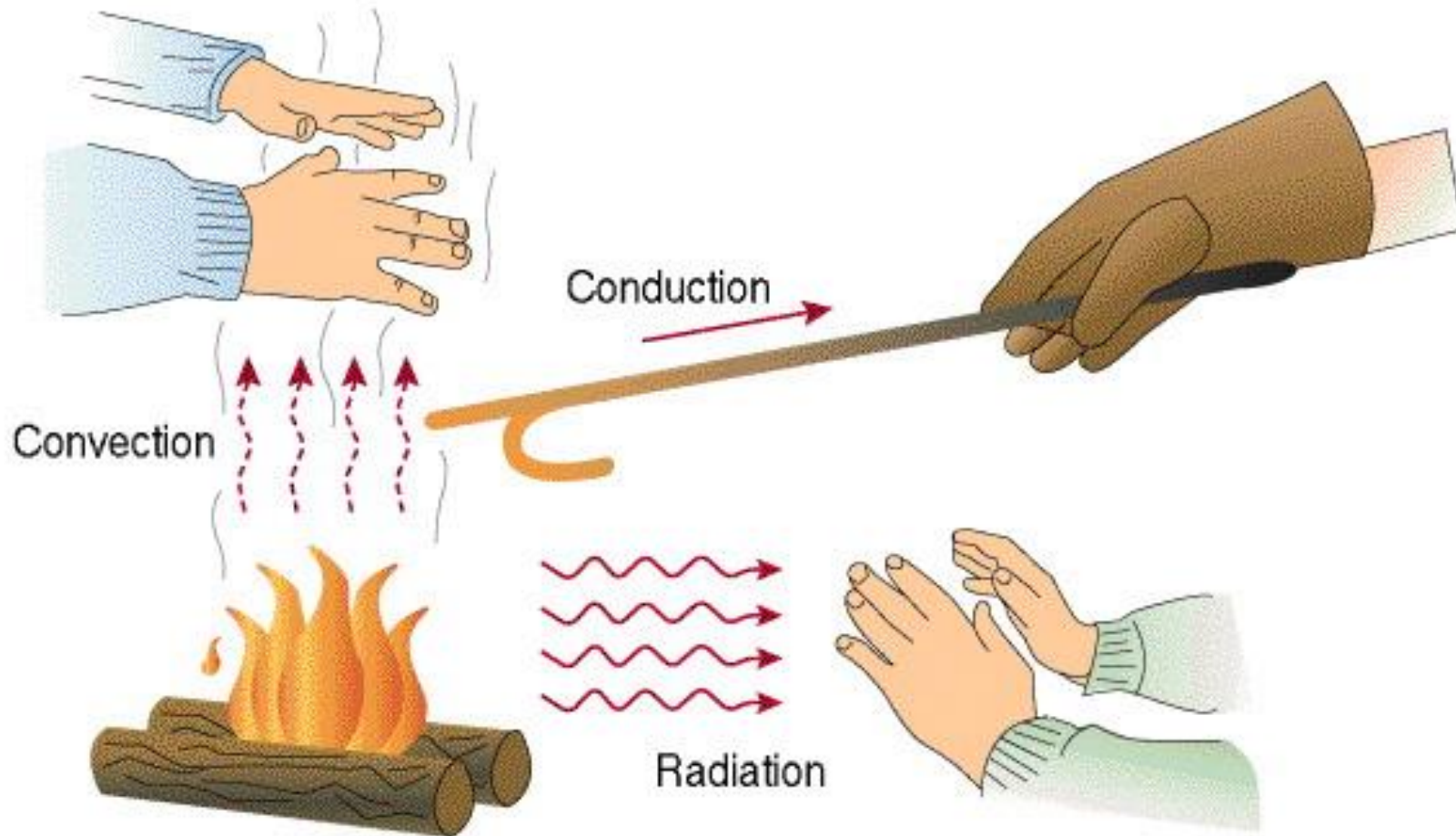
Combustió

Tipus de combustió	Concepte.	Gasos de combustió
Oxidant	Combustió amb excés d'oxigen	H ₂ O CO ₂ O ₂
Estequiomètrica	Combustió amb l'oxigen estrictament necessari	H ₂ O CO ₂
Reductora	Combustió amb defecte d'oxigen	H ₂ O CO ₂ CO

Combustibles

Estat	Combustible	PCI (Kcal/kg)	PCS (Kcal/kg)
Gas	Propà	11079	12033
	Butà	10932	11837
	GNL	10565	11700
Líquid	Gasoil	10104	10305
	Benzina	10504	11206
Solid	Carbó	7313	7505
	Fusta de pi	4593	4876

Mecanismos de transport del calor.



Algunes recomanacions per
a la construcció d'un forn de
llenya.

Principis generals (selecció), segons Frederick L. Olsen (The kiln book).

1. El cub, amb volta, es sempre la millor forma de la cambra de cocció.



Correcte



Té una major dificultat per tal d'homogeneïtzar les temperatures a l'interior. Caldria posar-hi punts d'entrada de flama.

Principis generals (selecció), segons Frederick L. Olsen (The kiln book).

2. La direcció del flux de calor està condicionada pel disseny de la cambra de cocció.

- - Les flames segueixen els arcs i voltes.
 - S'han d'evitar, en la mesura en que siga possible, els angles rectes en el flux de les flames.



Principis generals (selecció), segons Frederick L. Olsen (The kiln book).

2. La direcció del flux de calor està condicionada pel disseny de la cambra de cocció.

- Les flames segueixen els arcs i voltes.
- S'han d'evitar, en la mesura del que siga possible, els angles rectes en el flux de les flames.

Al pou, les flames giren buscant el fumeral (al fons). Per tant, cal arrodonir els totxos del cantó.



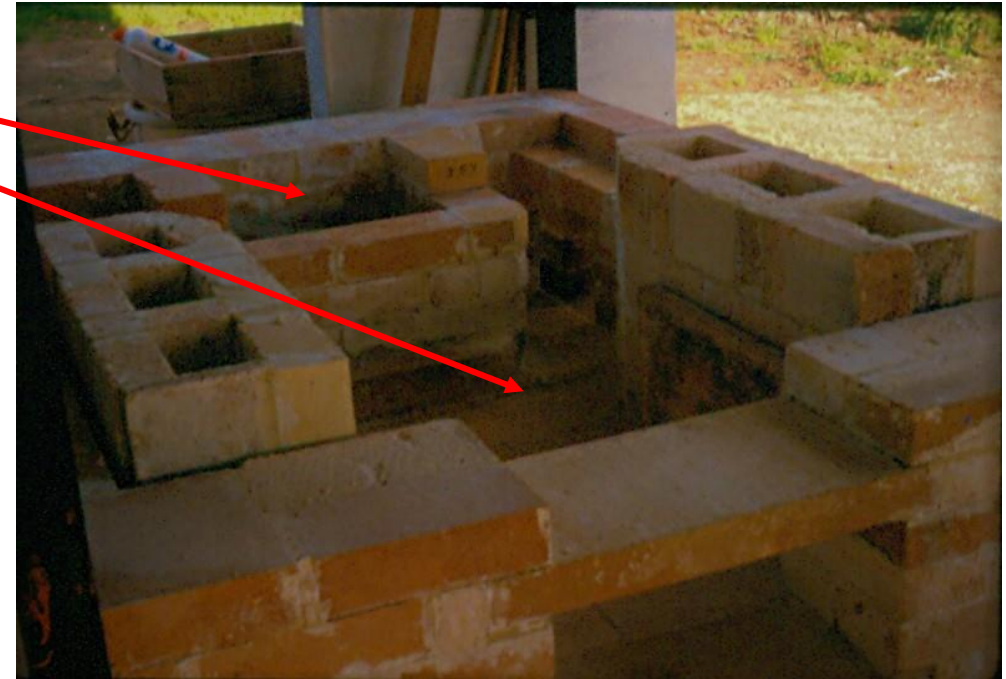
Principis generals (selecció), segons Frederick L. Olsen (The kiln book).

3. Per a forns de llenya, la relació entre la superfície del llar (graella) i la del fumeral ha d'estar entre 10:1 i 7:1.

- Exemple:

Dimensions del fumeral:	36 x 30 cm.	$S=1080 \text{ cm}^2$
Dimensions del llar:	76 x 69 cm.	$S= 5244 \text{ cm}^2$
Relació de superfícies	$5244/1080 = 4,86$	

- Les dimensions del llar del nostre forn son exactament la meitat de les recomanades per Olsen.
- Groundhog kiln: relació 4:1.



Principis generals (selecció), segons Frederick L. Olsen (The kiln book).

4. Les seccions de pas del flux de calor han de ser constants en tot el forn.

- Exemple (el nostre forn):
La suma de les superfícies del canal de foc te que ser igual a la superfície del fumeral.

Superfície dels canals = $6 \times 12 \times 16 = 1152 \text{ cm}^2$

Superfície del fumeral = 1080 cm^2



Principis generals (selecció), segons Frederick L. Olsen (The kiln book).

4. Les seccions de pas del flux de calor han de ser constants en tot el forn.

- Exemple (el nostre forn):
La suma de les superfícies del canal de foc ha de ser igual a la superfície del fumeral.

Superfície dels canals = $6 \times 12 \times 16 = 1152 \text{ cm}^2$

Superfície del fumeral = 1080 cm^2

Incorrecte. L'estretament al final del fumeral fa de "coll d'ampolla"



Principis generals (selecció), segons Frederick L. Olsen (The kiln book).

4. Les seccions de pas de flux de calor han de ser constants.

- Exemple (el nostre forn):
La suma de les superfícies del canal de foc ha de ser igual a la superfície del fumeral.

Superfície dels canals = $6 \times 12 \times 16 = 1152 \text{ cm}^2$

Superfície del fumeral = 1080 cm^2

Correcte. Es mantenen les seccions de pas constants després de tallar l'estretament.



Principis generals (selecció), segons Frederick L. Olsen (The kiln book).

5. El registre del tir
controla la velocitat
dels fums.



Principis generals (selecció), segons Frederick L. Olsen (The kiln book).

6. Per a forns de tir natural, són necessaris 90 cm de fumeral per cada 30 cm de trajecte descendent del flux de calor; i 30 cm de fumeral per cada 90 cm de trajecte horitzontal del flux de calor.

- Exemple (nostre forn):

Trajecte descendent : 160 cm. Fumeral necessari 480 cm

Trajecte horitzontal : 90 cm. Fumeral necessari 30 cm

Fumeral necessari : $480 + 30 = 510$ cm.

Fumeral real : 480 cm.

Principis generals (selecció), segons Frederick L. Olsen (The kiln book).

7. Un fumeral alt permet un tir correcte.

L'altura del fumeral s'ha de mesurar des del punt on s'hi capten els fums, es a dir, en aquest tipus de forn, des del pou, just a la base del forn.

Localitzar la base del fumeral en la part més baixa del forn facilita, per tant, la seua construcció.



Principis generals (selecció), segons Frederick L. Olsen (The kiln book).

8. Cal poder accedir fàcilment a les zones crítiques del forn per a possibles reparacions.

Cal deixar registres per tal de poder accedir fàcilment a colzes dels canals (per a reparar possibles obturacions) o a la part posterior del llar i de la cambra de cocció, que reben flama directa i podrien ser de difícil accés per a possibles reparacions.



Principis generals (selecció), segons Frederick L. Olsen (The kiln book).

8. Cal poder accedir fàcilment a les zones crítiques del forn per a possibles reparacions

Els registres d'accés poden estar fets de blocs de refractari sense cementació, per tal de retirar-los fàcilment quan siga necessari. Si cal, les juntes es tapen amb llana d'alúmina.



La construcció



Els antecedents



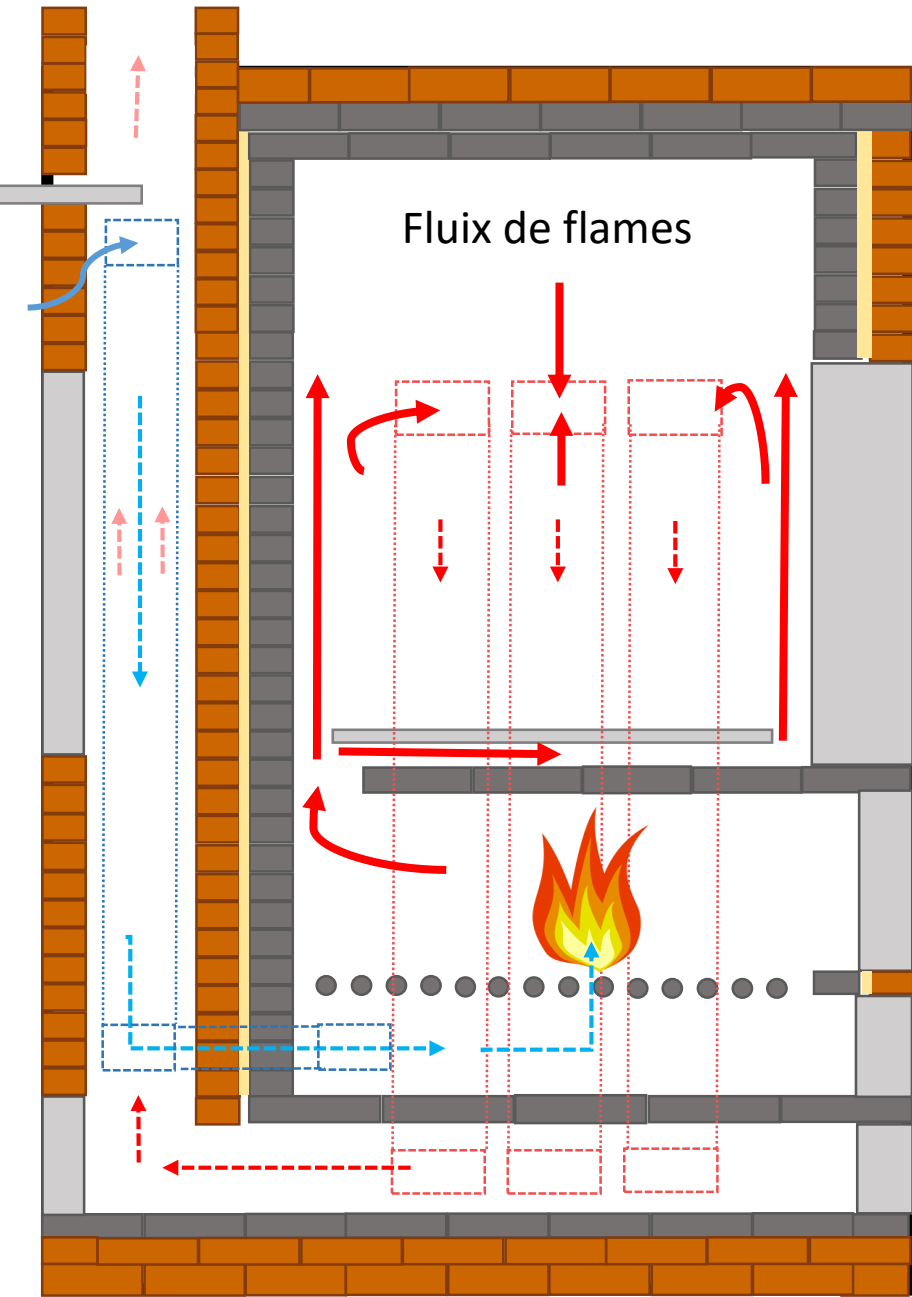




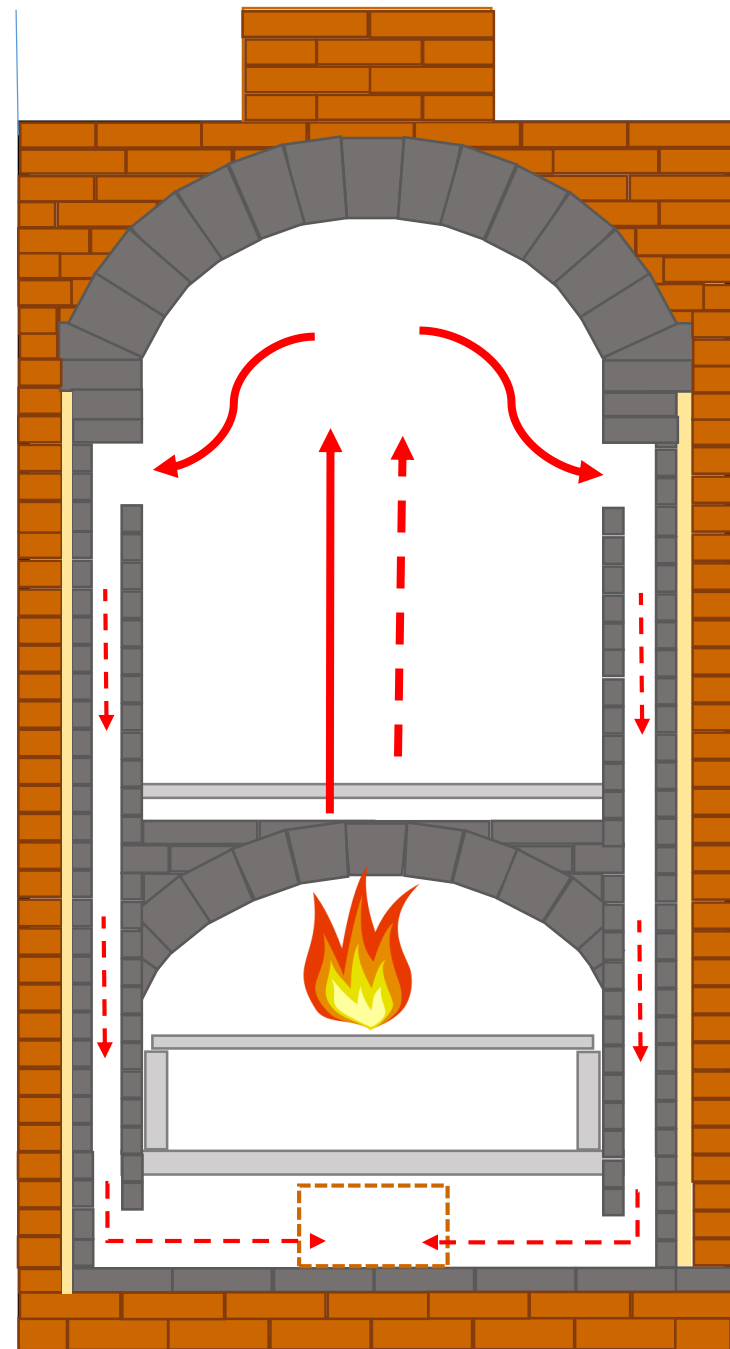




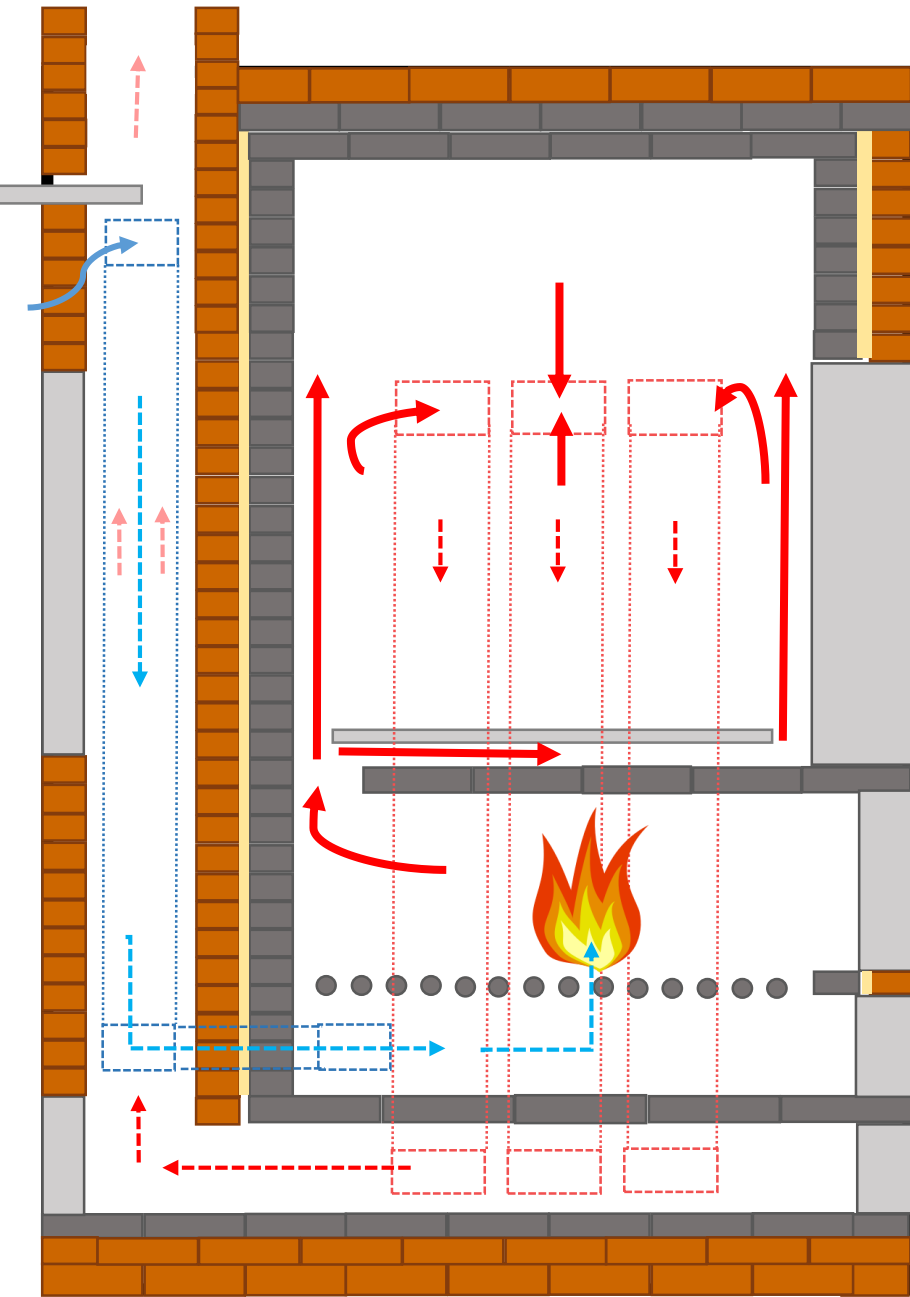
Vista lateral



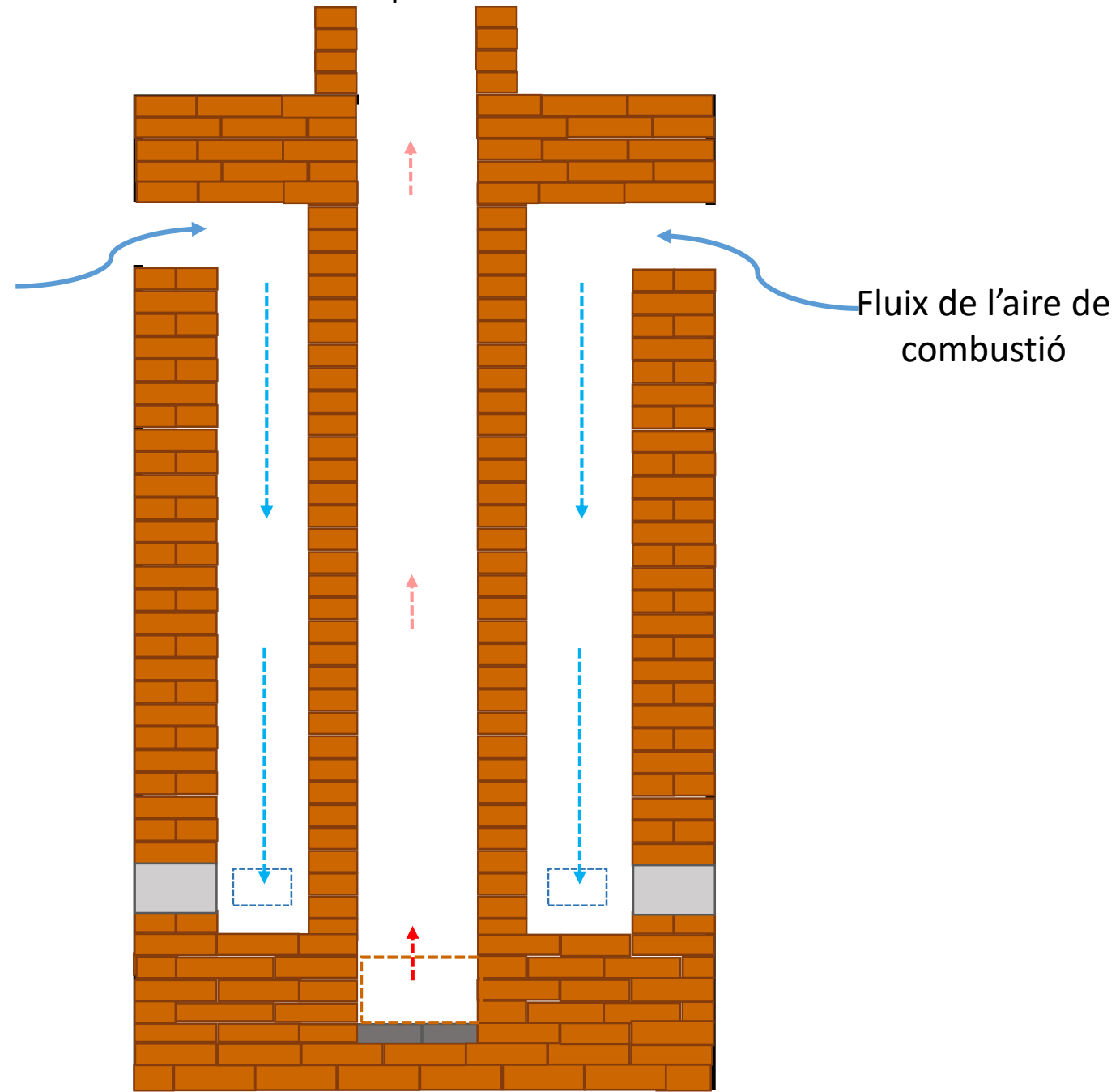
Vista frontal



Vista lateral

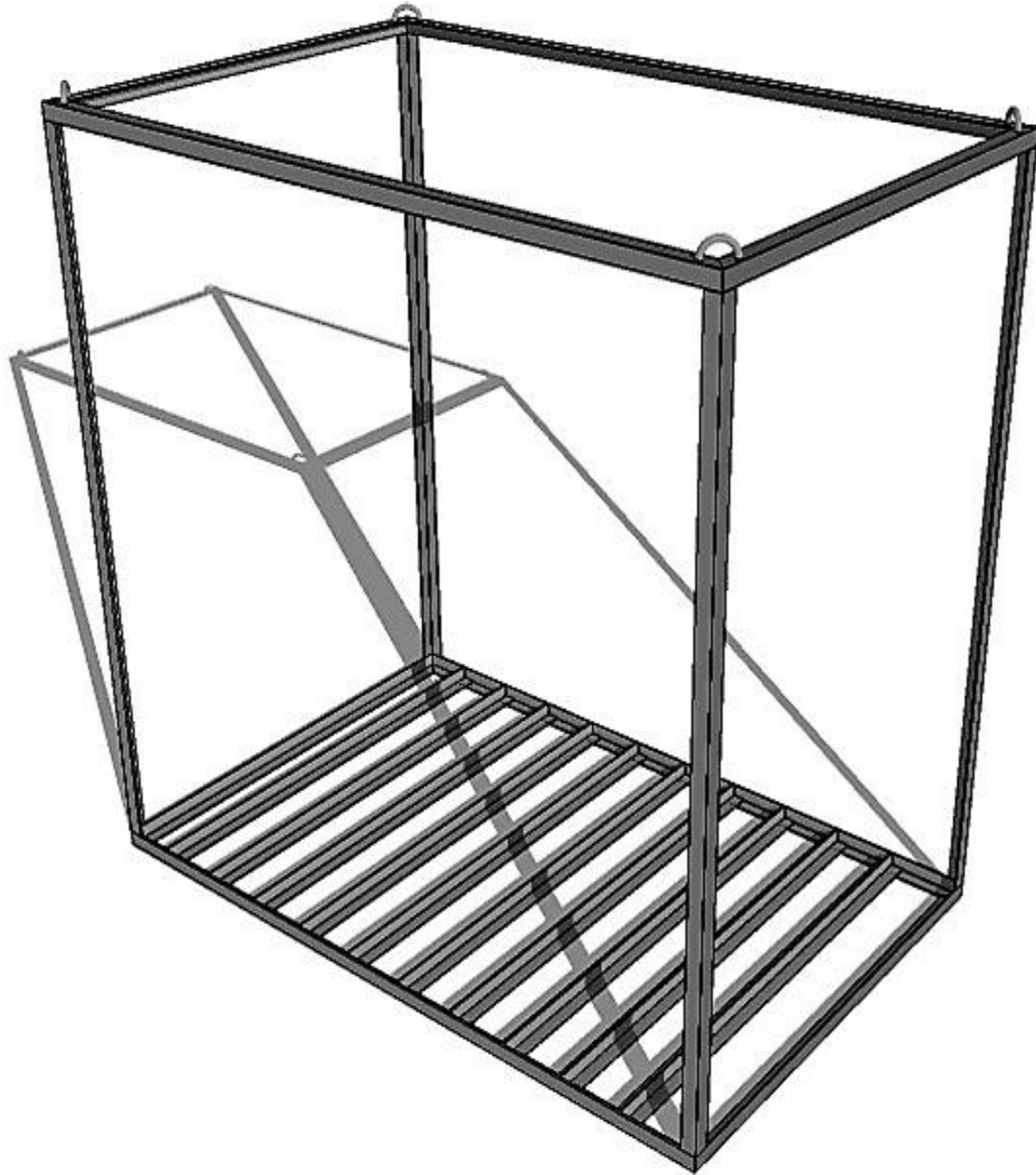


Vista posterior



Refractaris necessaris

Rajoles	Compactes silico aluminosos
	Porosos d'alúmina tipus JM23 i JM26
Plaques i suports	Cordierita
	Mullita
	Carborundum (opcional).
Aïllants	Llana d'alúmina.
	Manta prensada (opcional).
	Residus d'obra.
	Vermiculita (opcional).



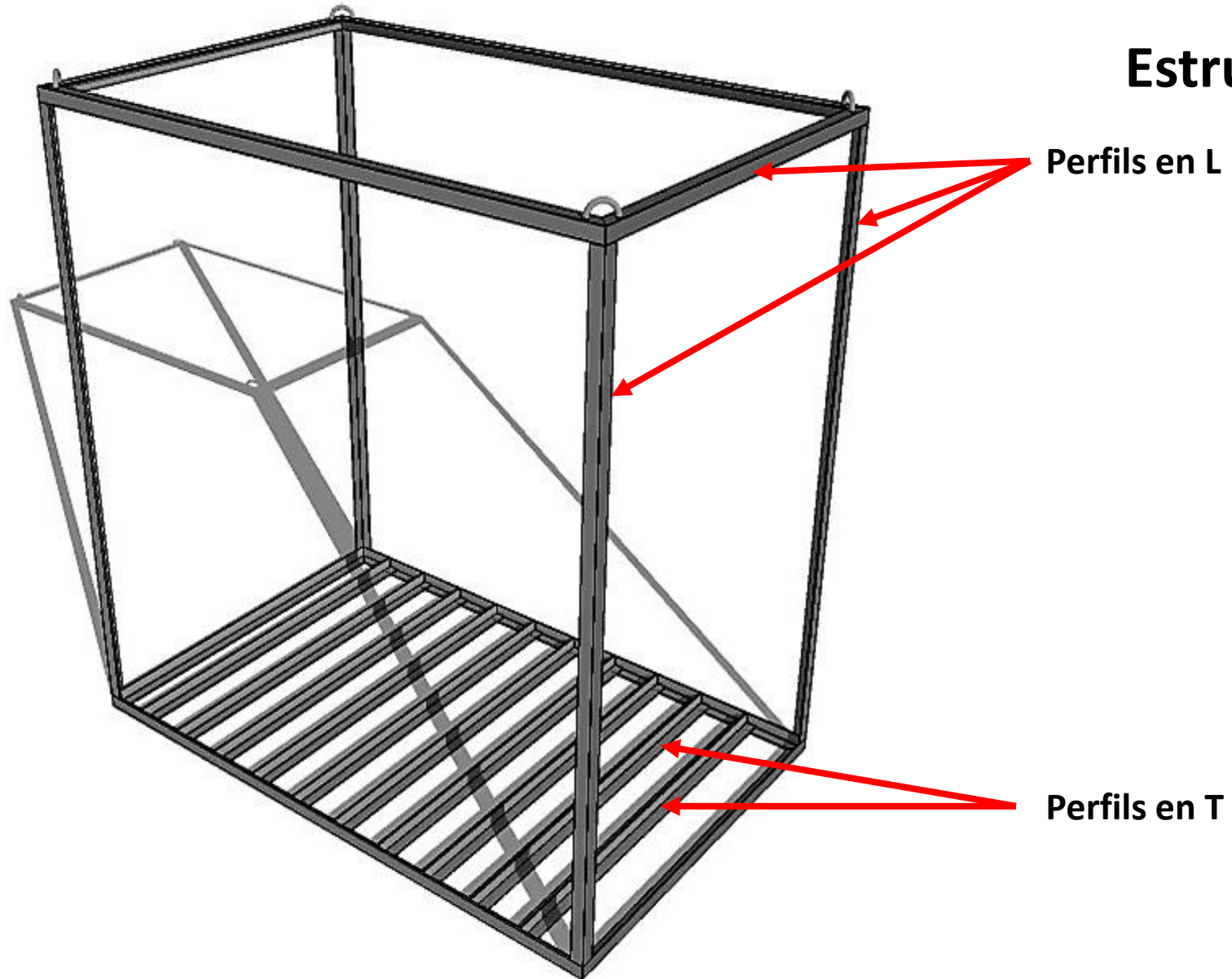
Estructura.

Primer es prepara una estructura de ferro pintat amb pintura antioxidant amb les dimensions definitives del forn.

S'empren perfils de ferro en L per als laterals i en T per a la base.

No és necessari que els perfils de la base , en T, estiguin soldats a l'estructura.

Estructura.

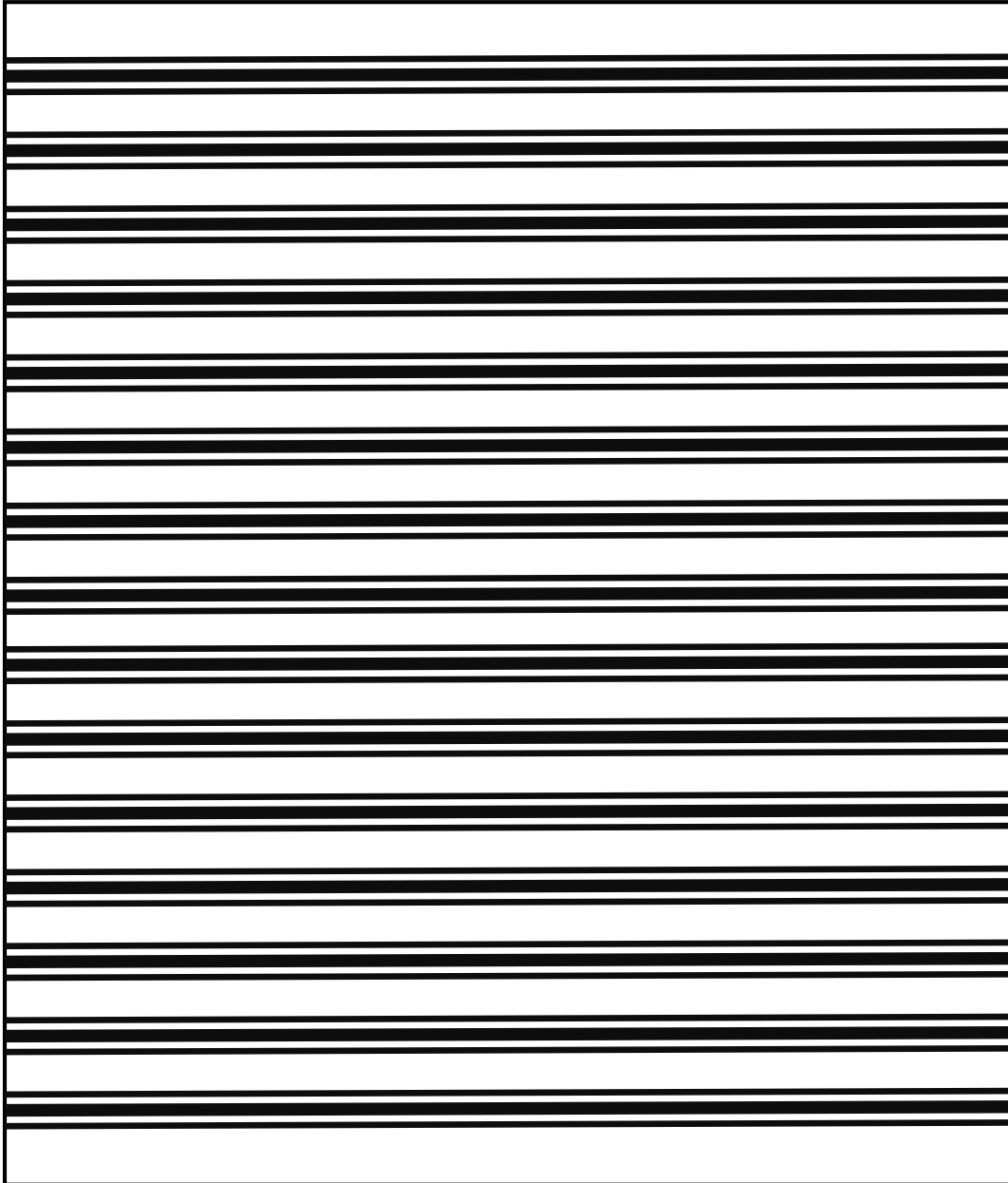




Estructura.

Cal que els perfils laterals acaben en una xicoteta corredera per tal d'ajustar l'altura final del forn

L'estructura es diposita a pes sobre rajoles de refractari massís cementades i nivellades sobre una plataforma de formigó.



Estructura.

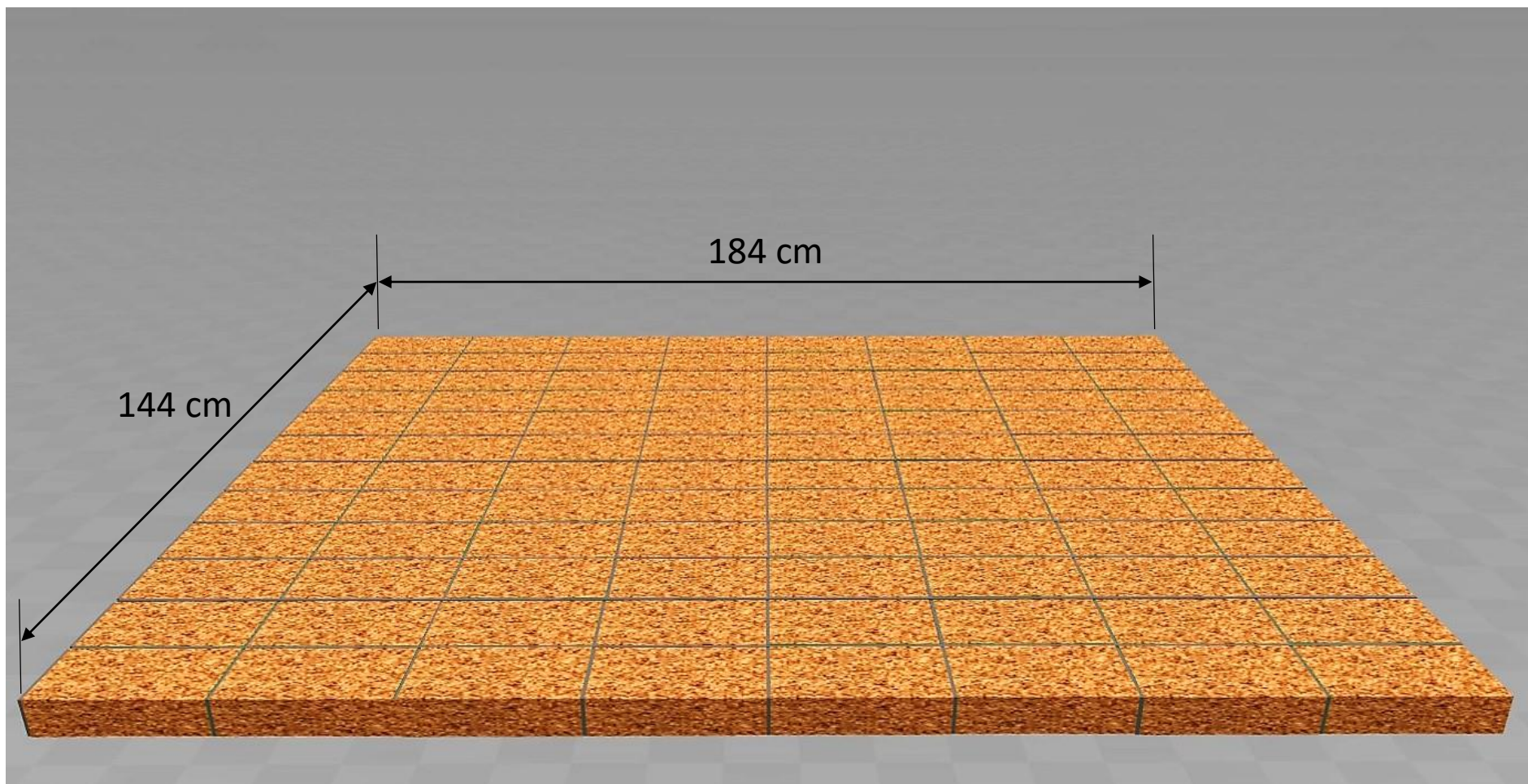
La base de l'estructura està formada per perfils en T tallats a mida.

¡¡No és necessari que estiguen soldats!!

Sobre esta base es farà la primera filada del forn.

Els perfils es separen a la distancia necessària per a poder posar files de rajoles refractaries (uns 22 a 24 cm, depèn de la mesura de les rajoles disponibles)

1ª filada.

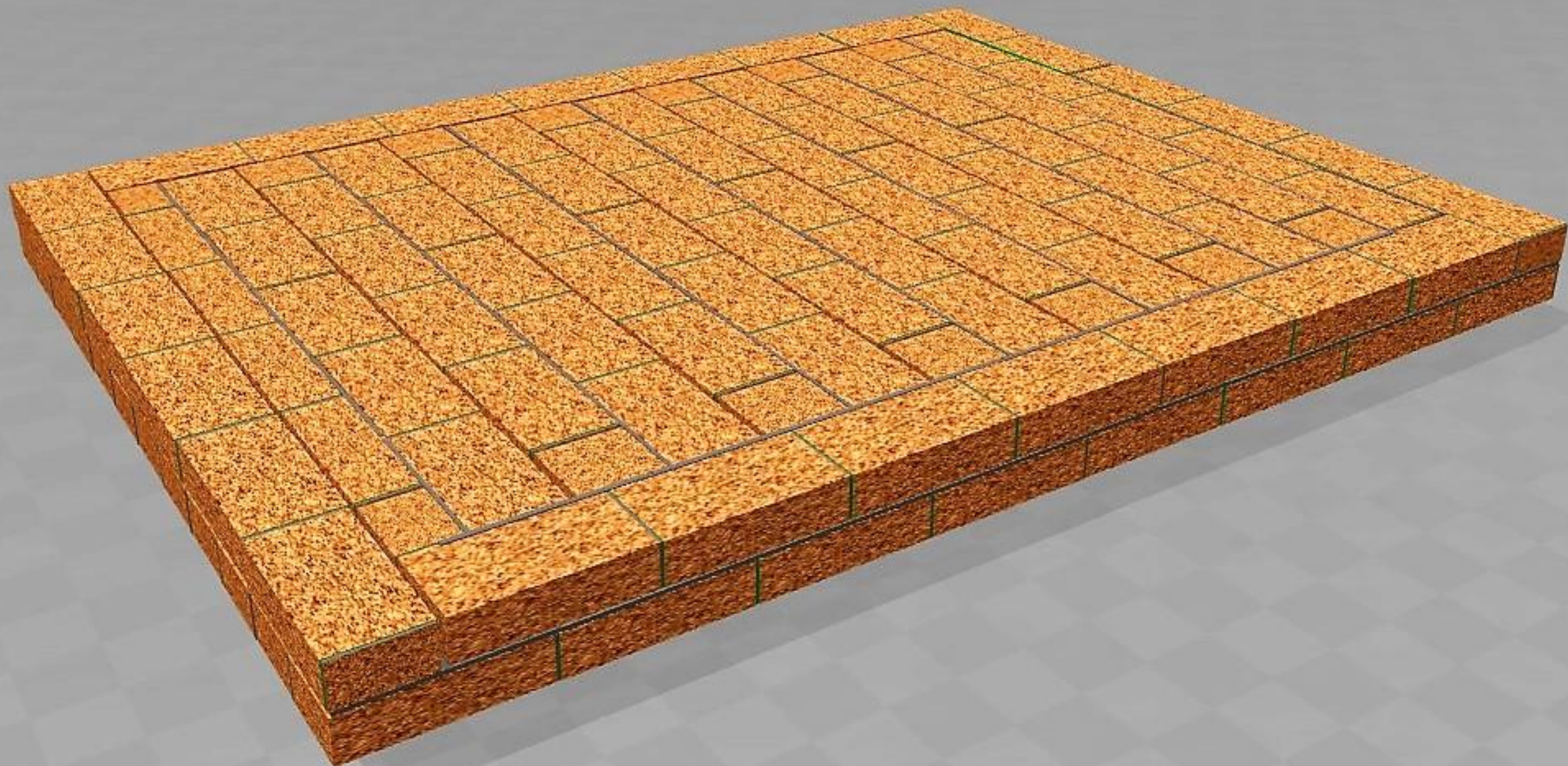


Nota: Per facilitar la visió del procés de construcció, en les imatges 3D no es representarà l'estructura, però cal tindre en conte que hi és.

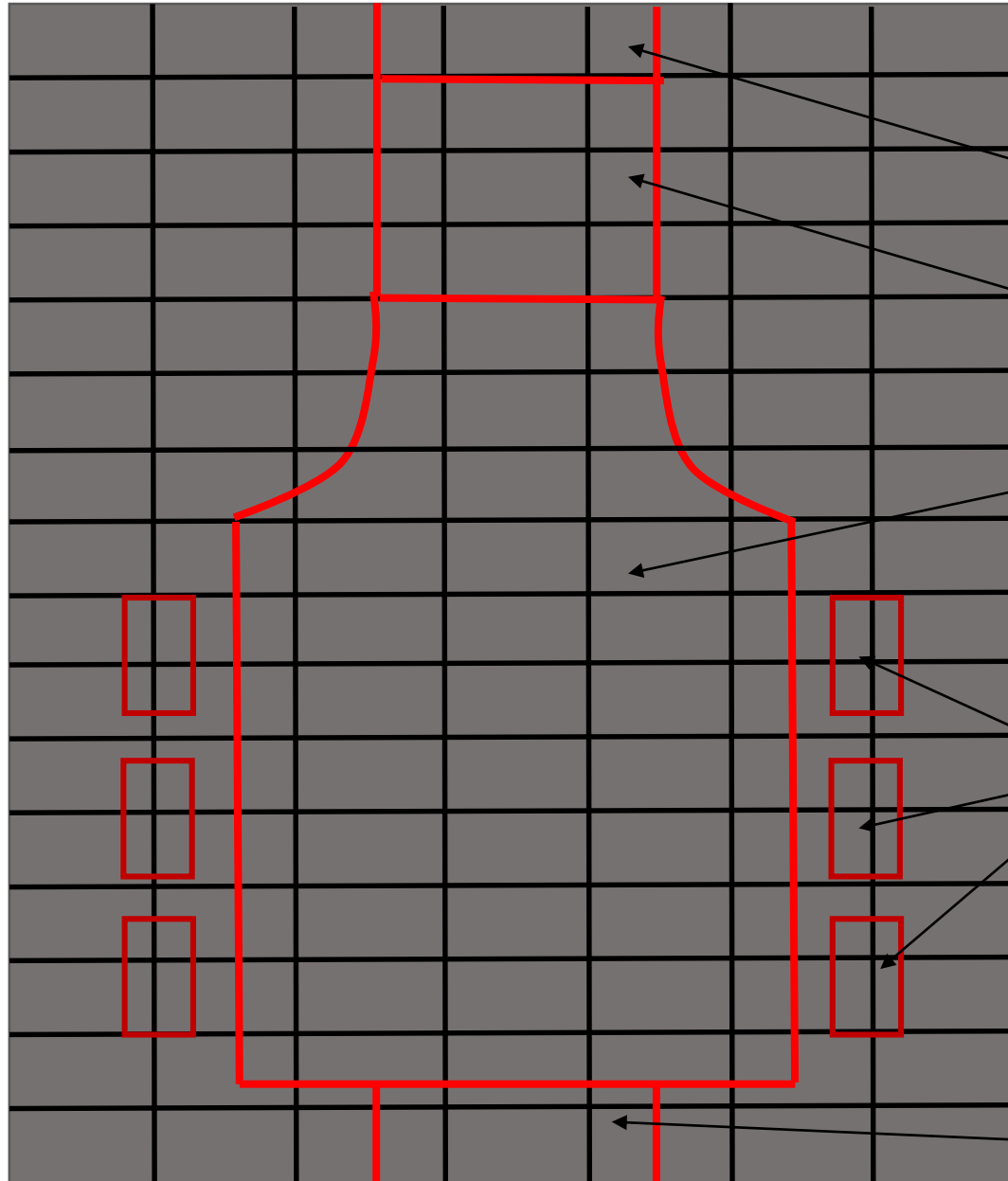
1ª filada.



2ª filada.



Sobre la 2^a filada de rajoles es dibuixa la projecció dels principals components del forn amb les mides correctes.



Registre i grossària de la paret del fumeral

Secció del fumeral.

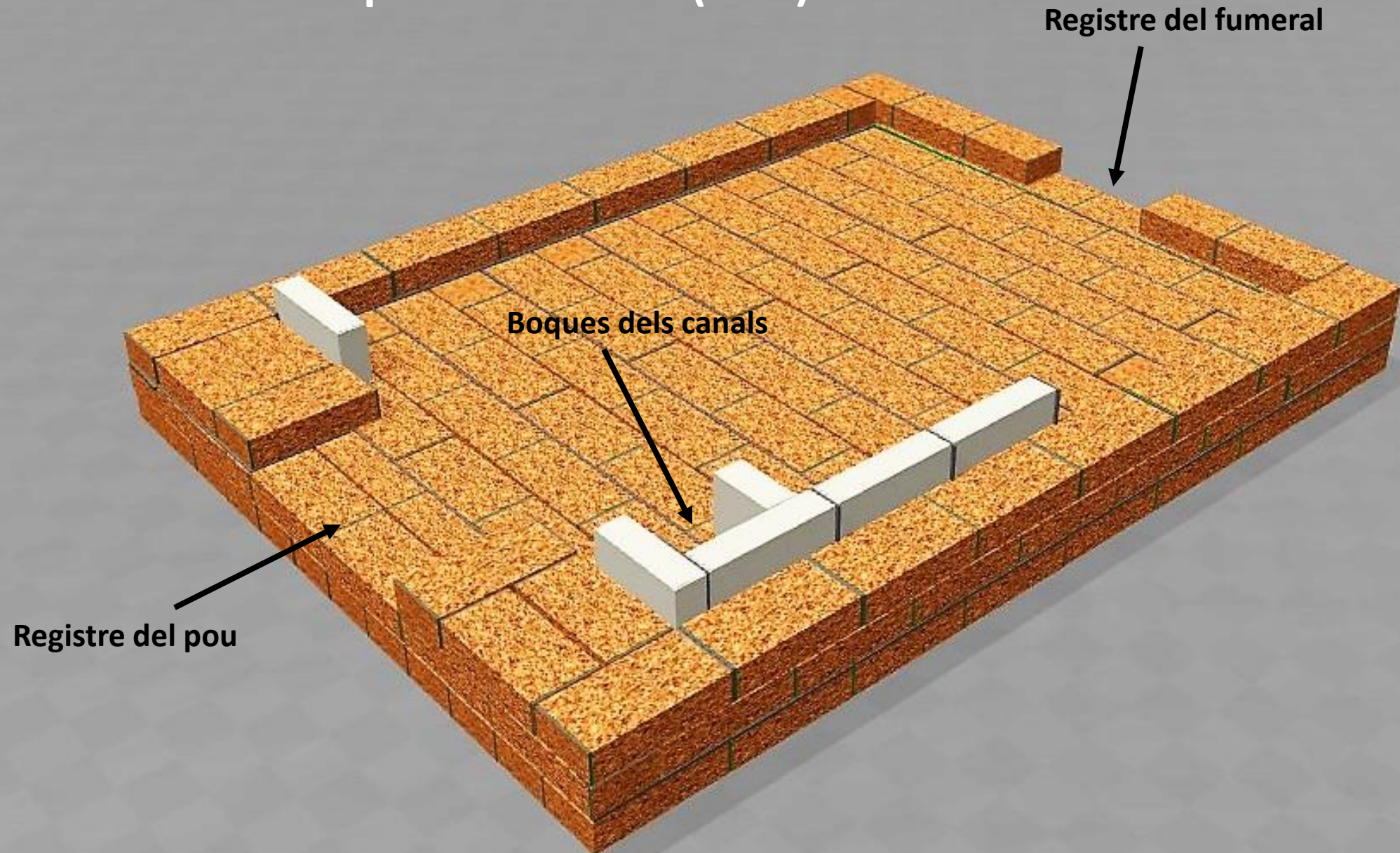
Pou

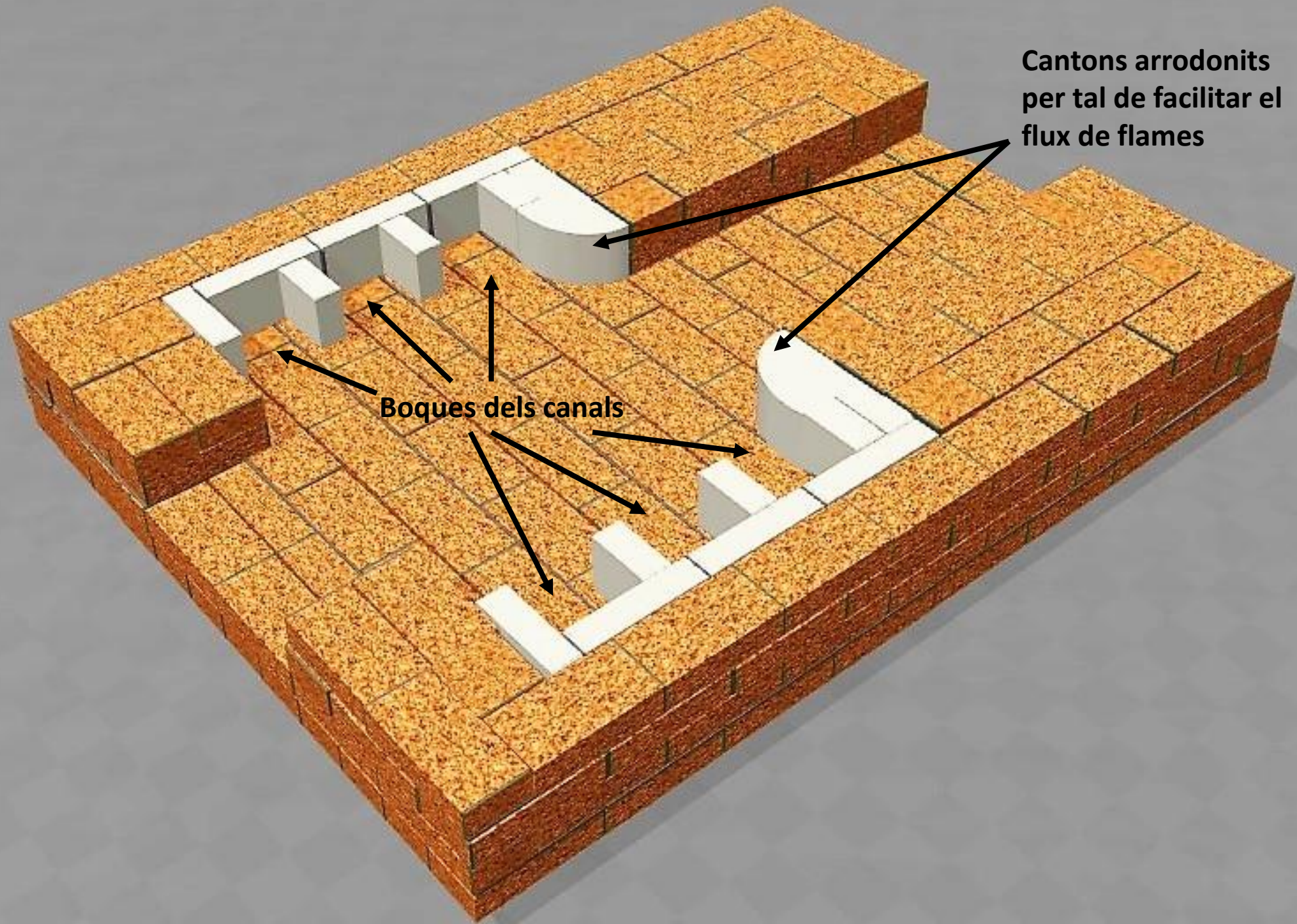
Canals de foc

Registre davanter del pou



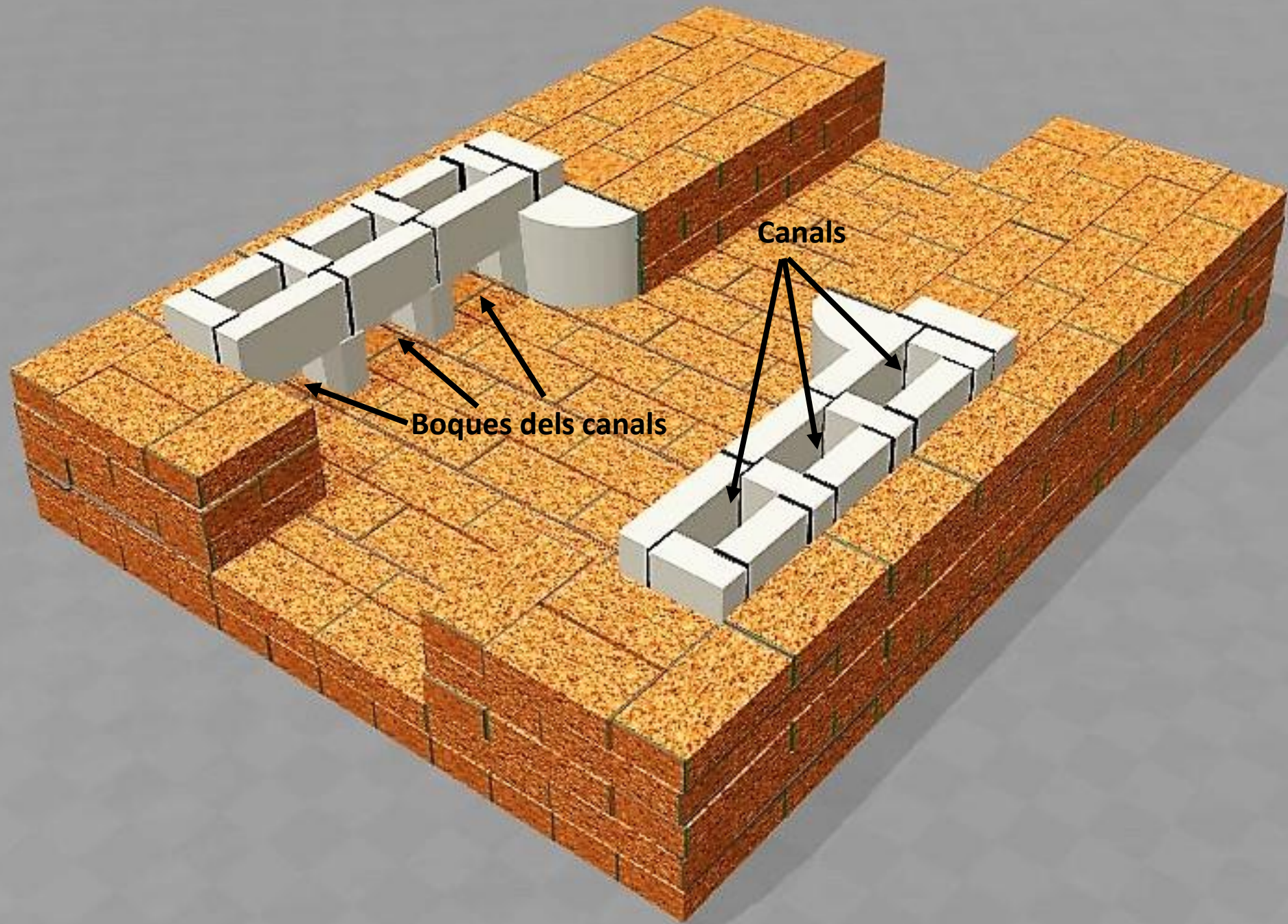
3ª filada i boques dels canals (inici).





**Cantons arrodonits
per tal de facilitar el
flux de flames**

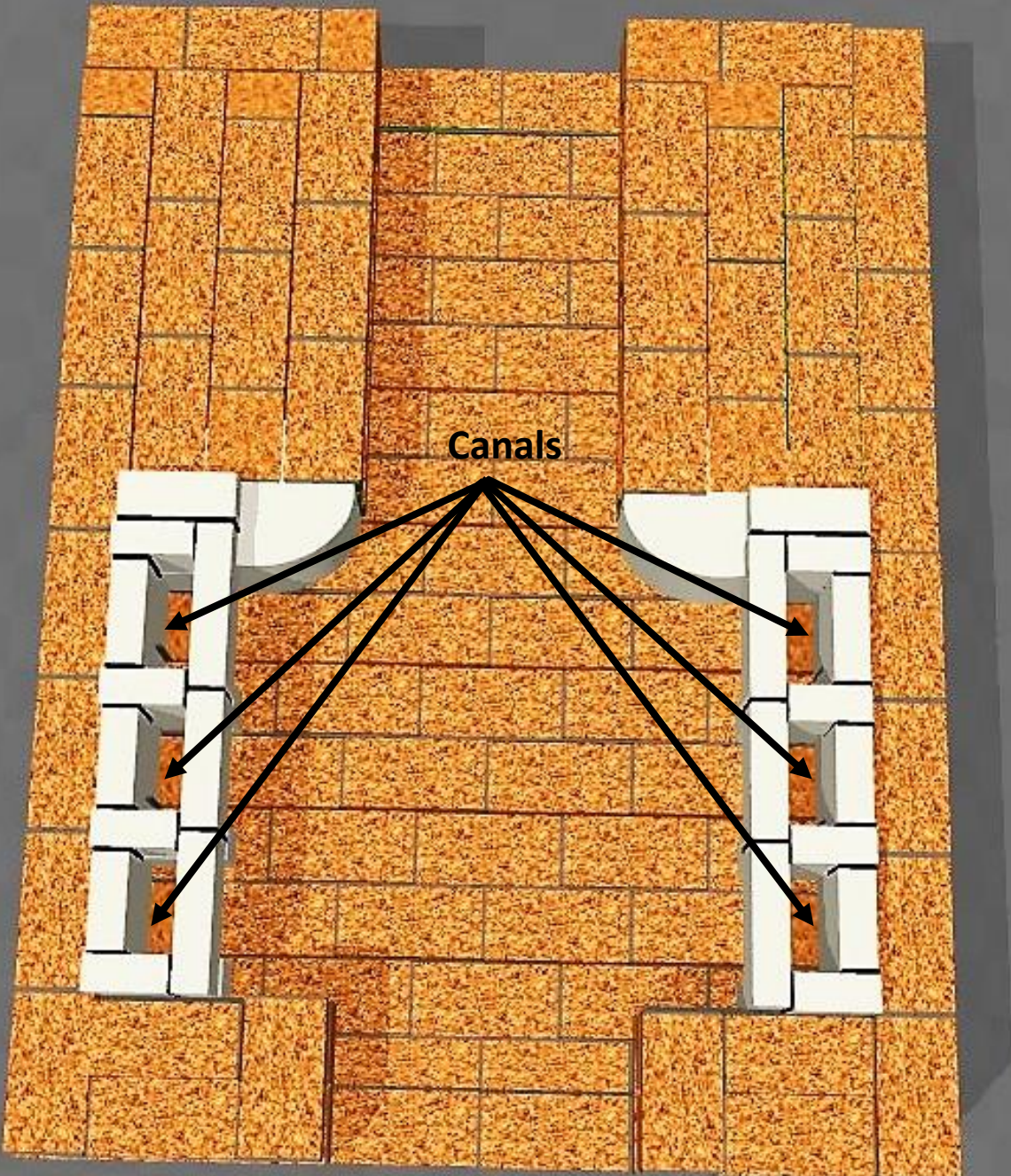
Boques dels canals



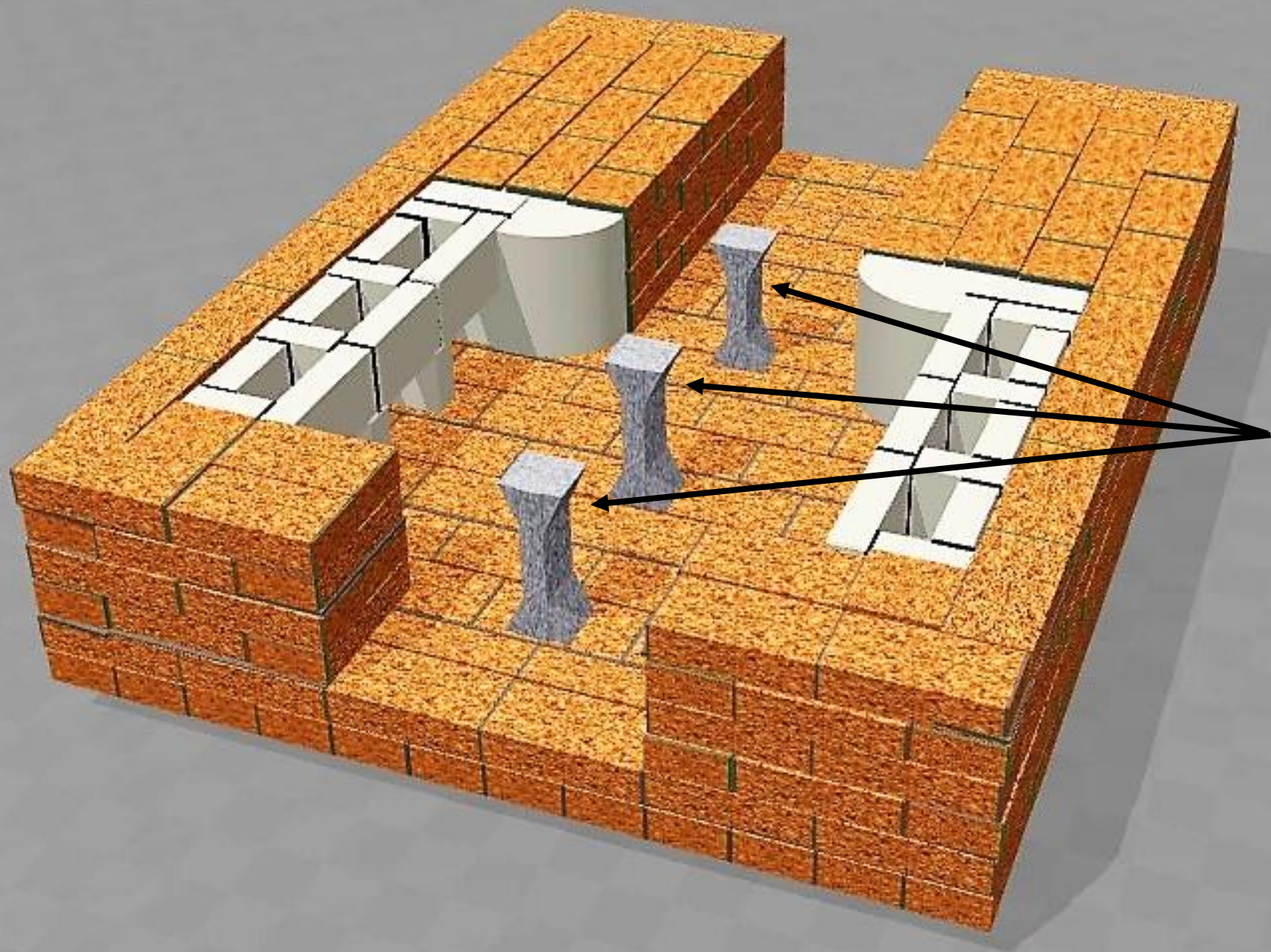
Boques dels canals

Canals

Canals



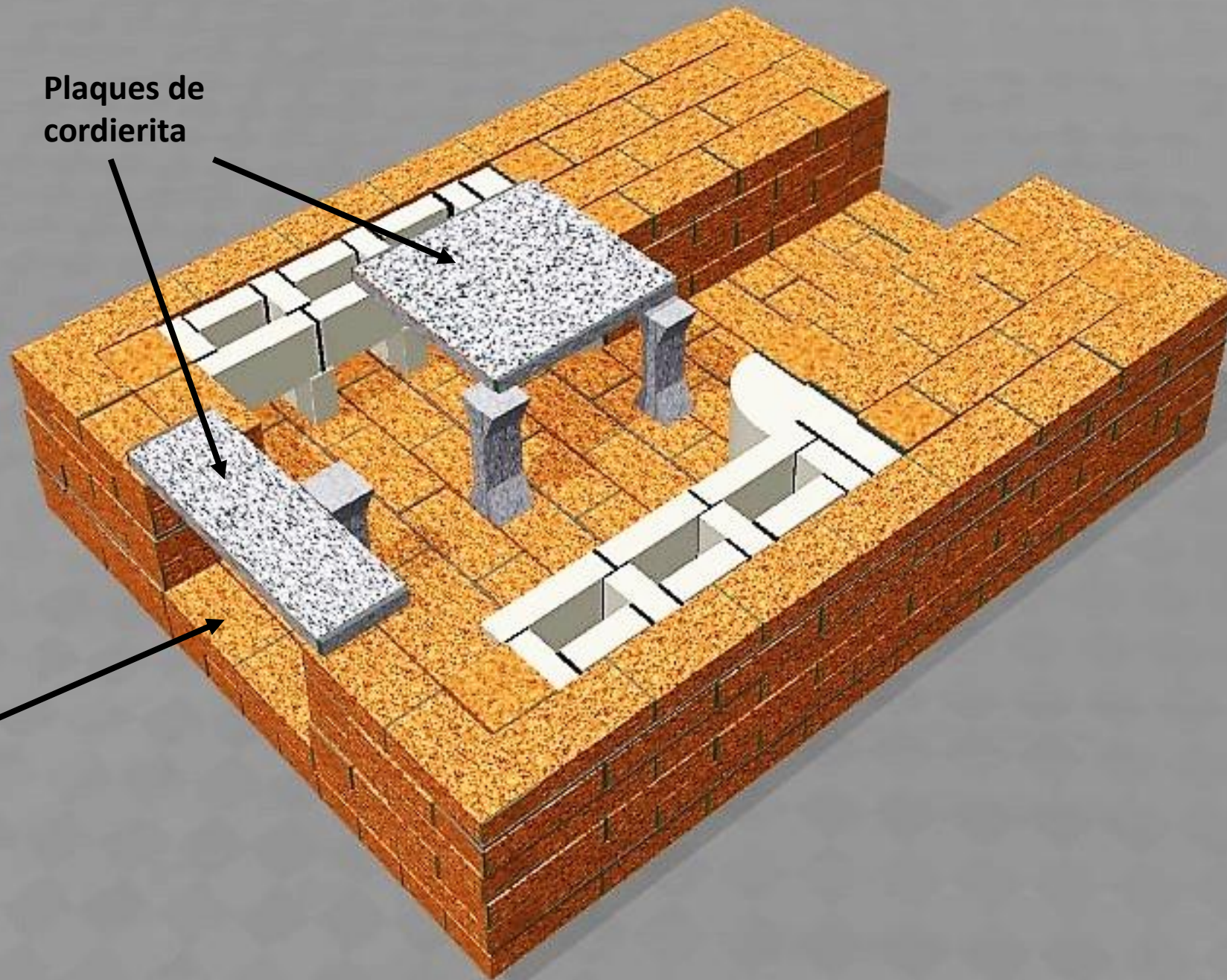
Canals



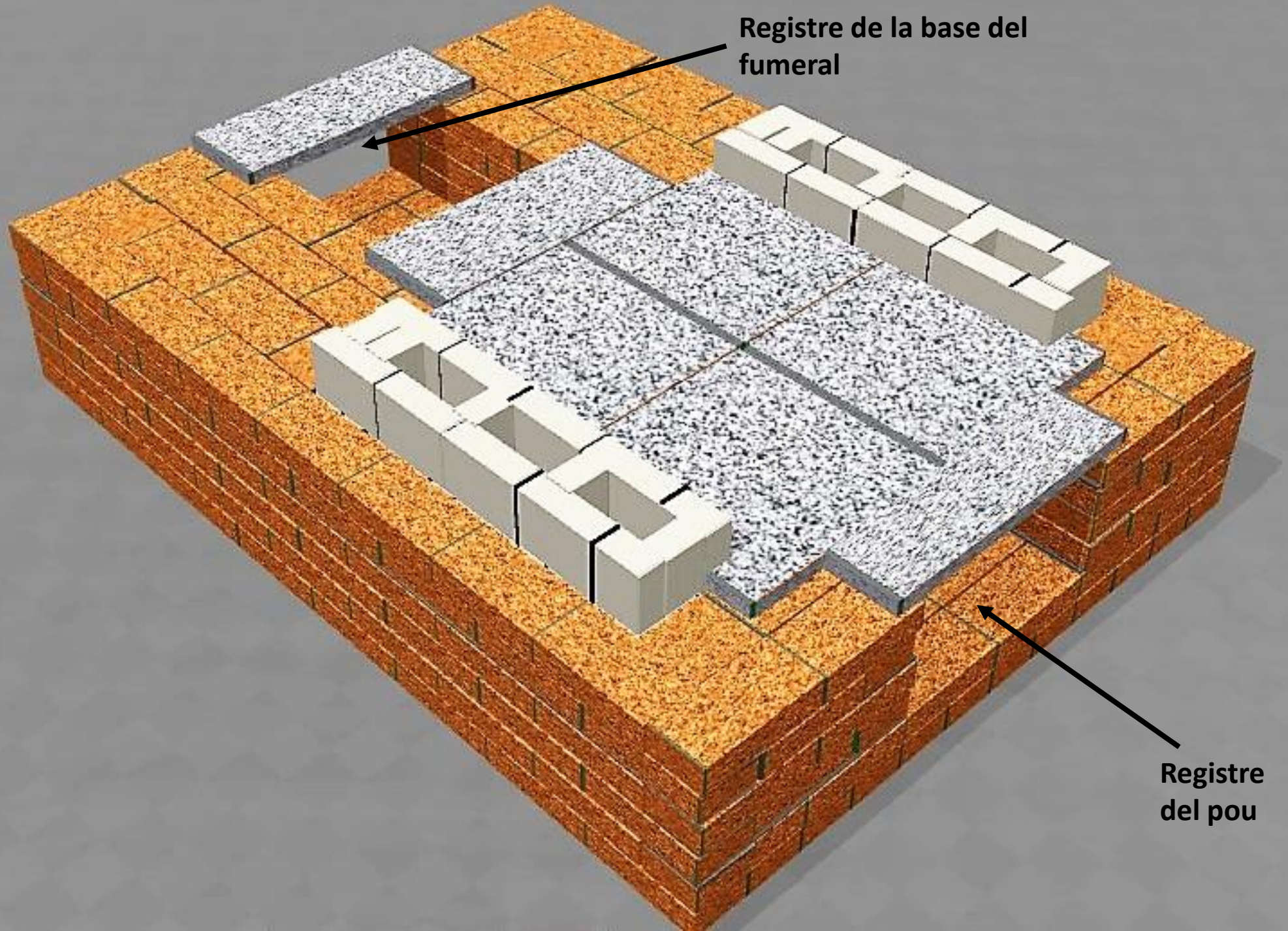
**Pilars de suport
del cendrer**



Plaques de cordierita



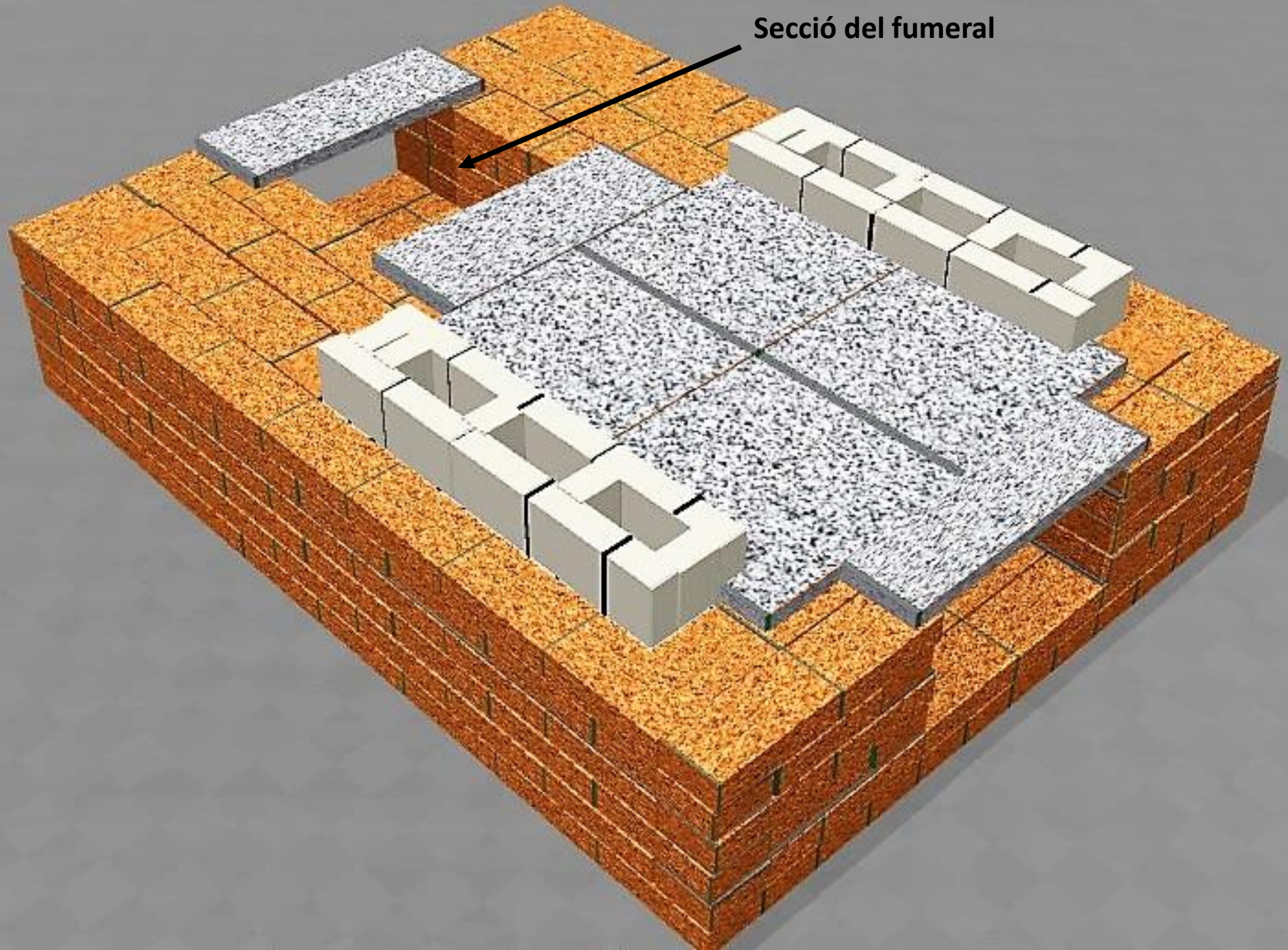
Registre del pou

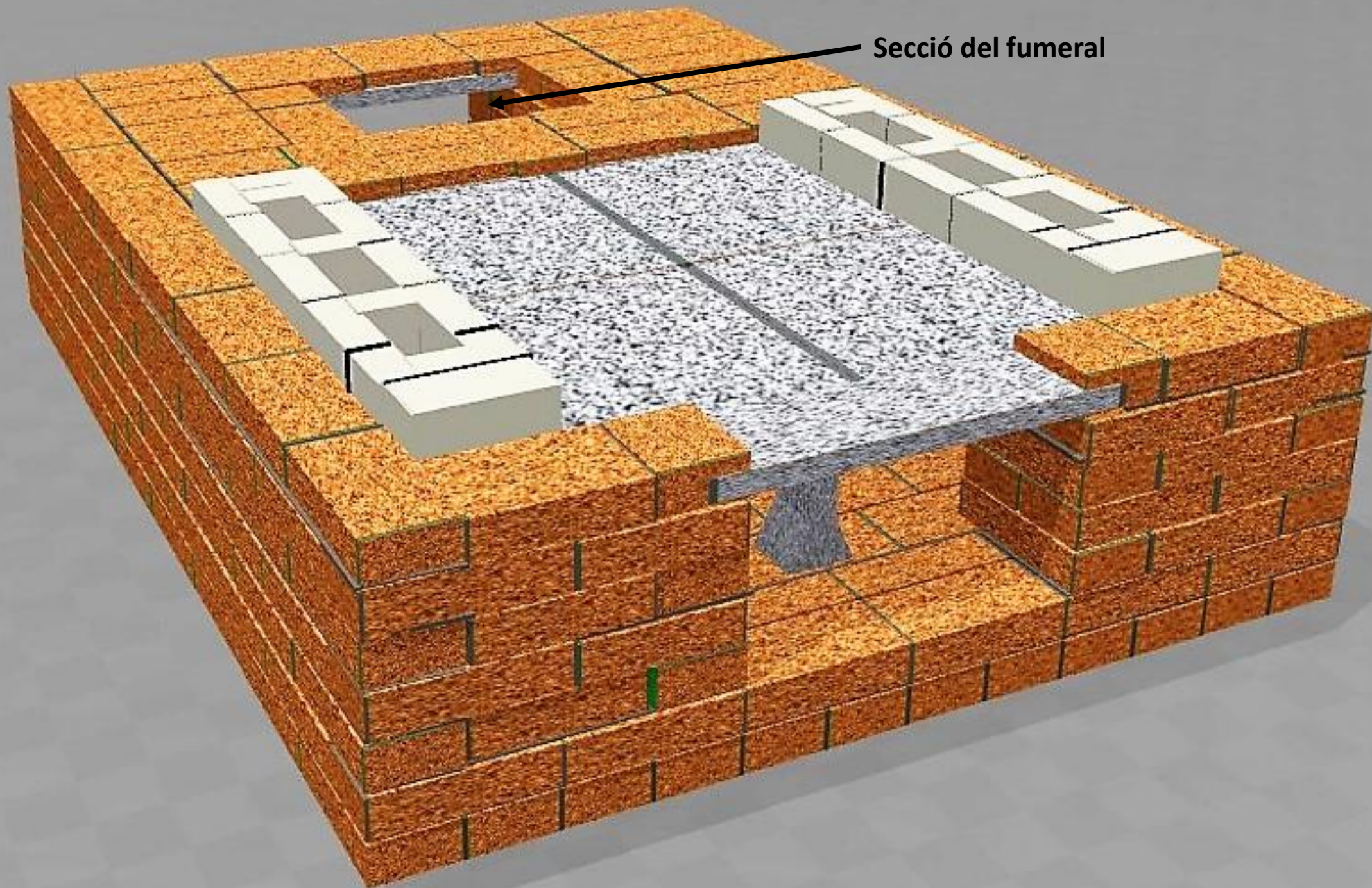


Registre de la base del fumeral

Registre del pou

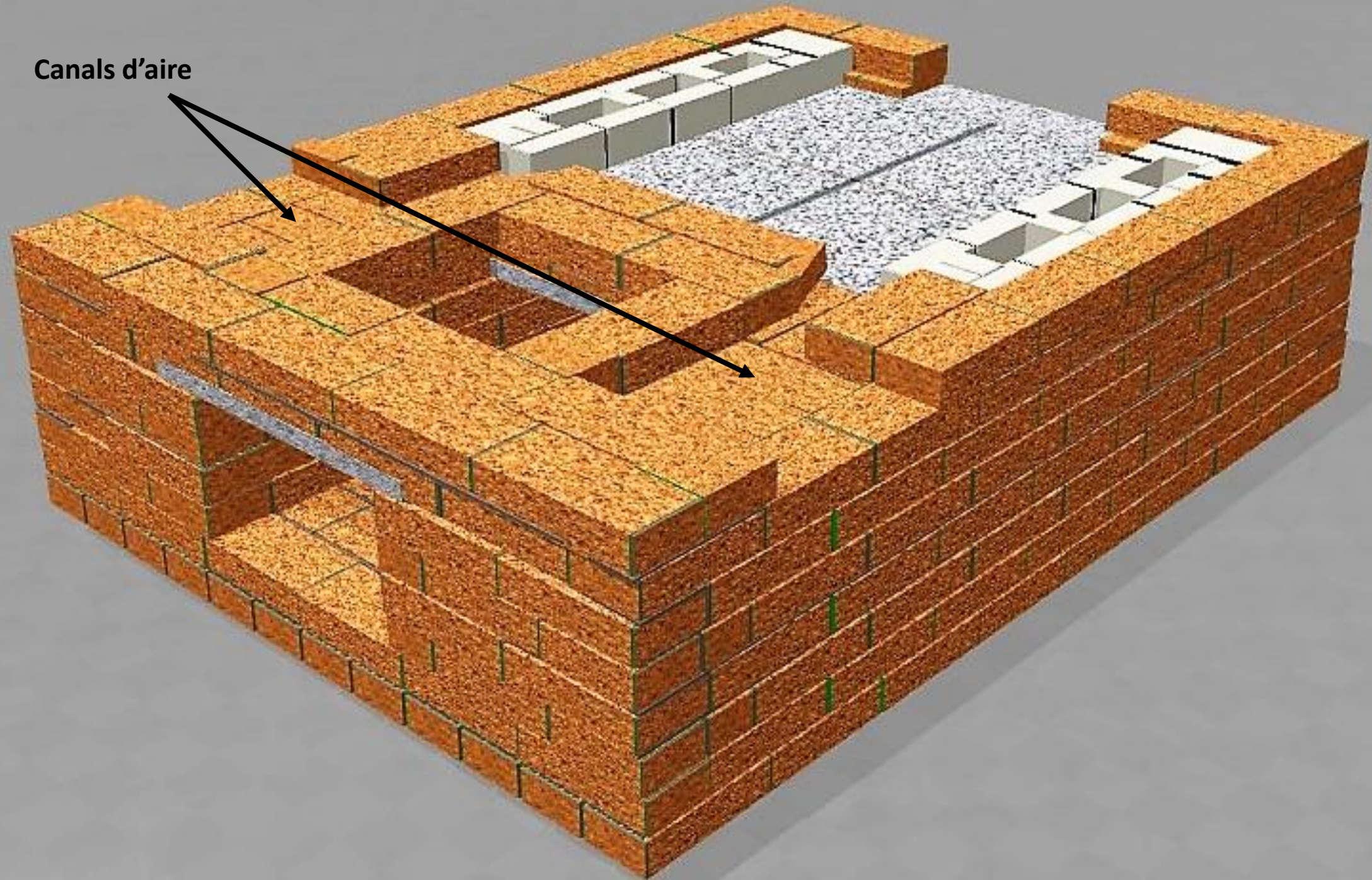
Secció del fumeral



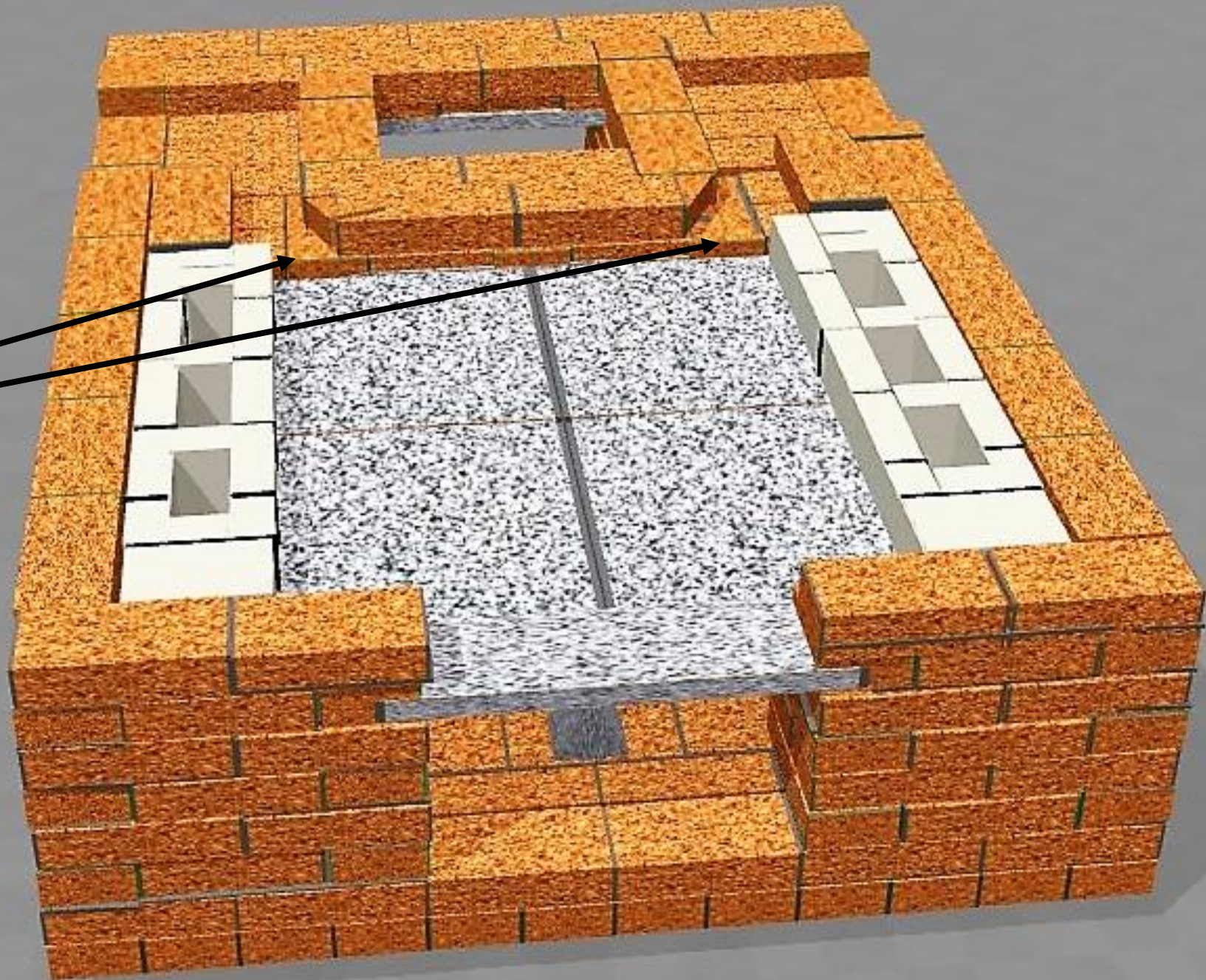


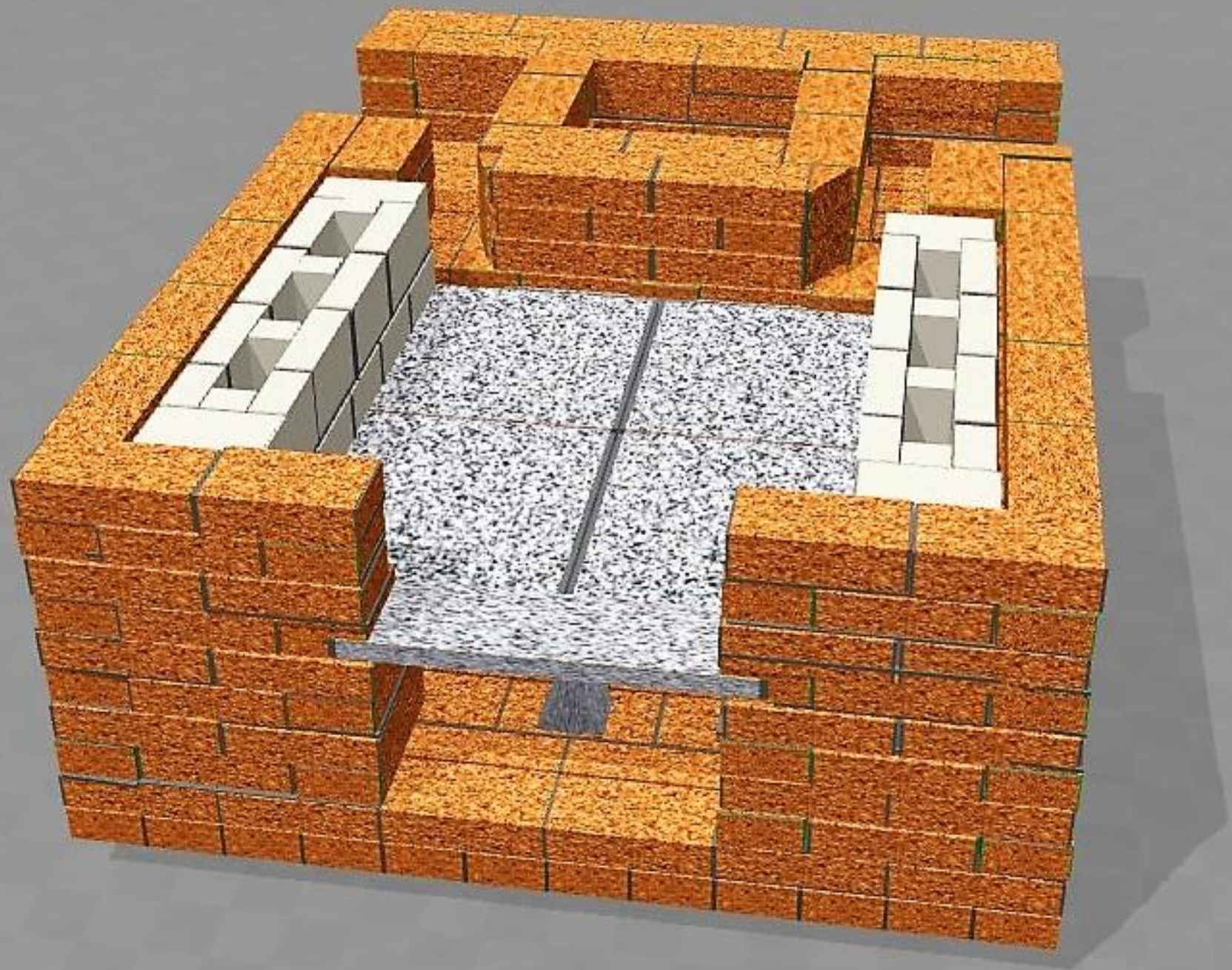
Secció del fumeral

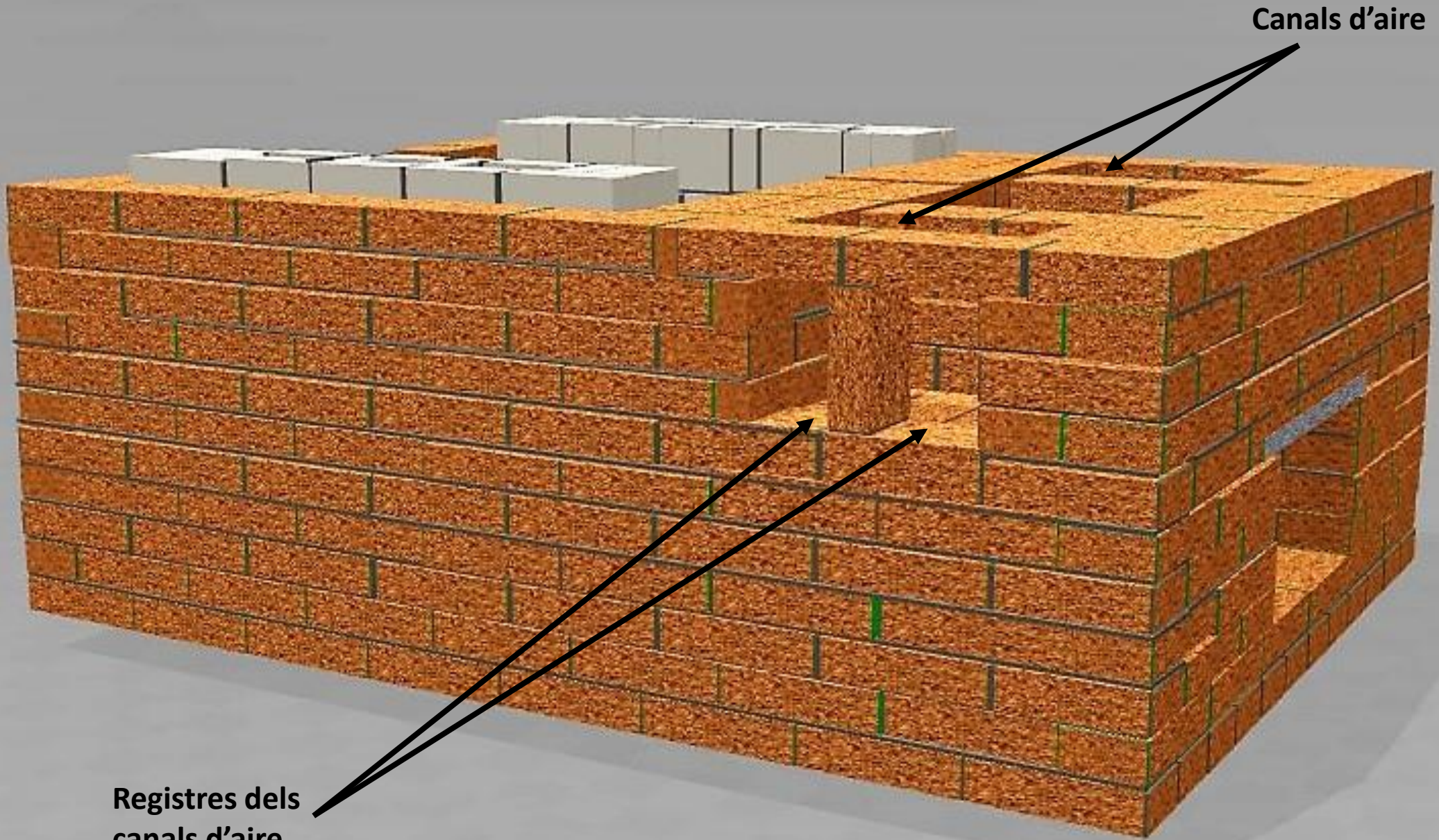
Canals d'aire



Boques dels
canals d'aire



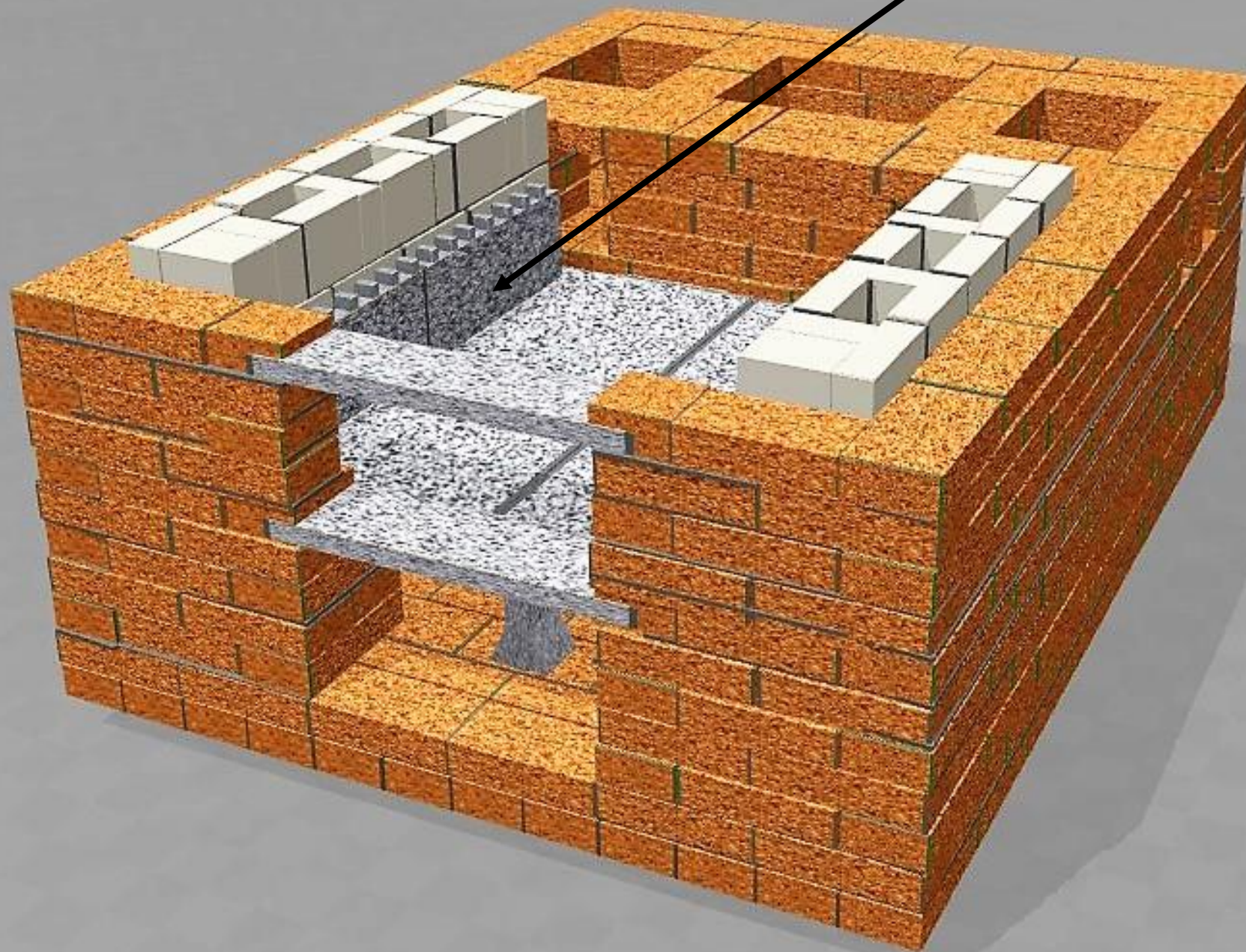




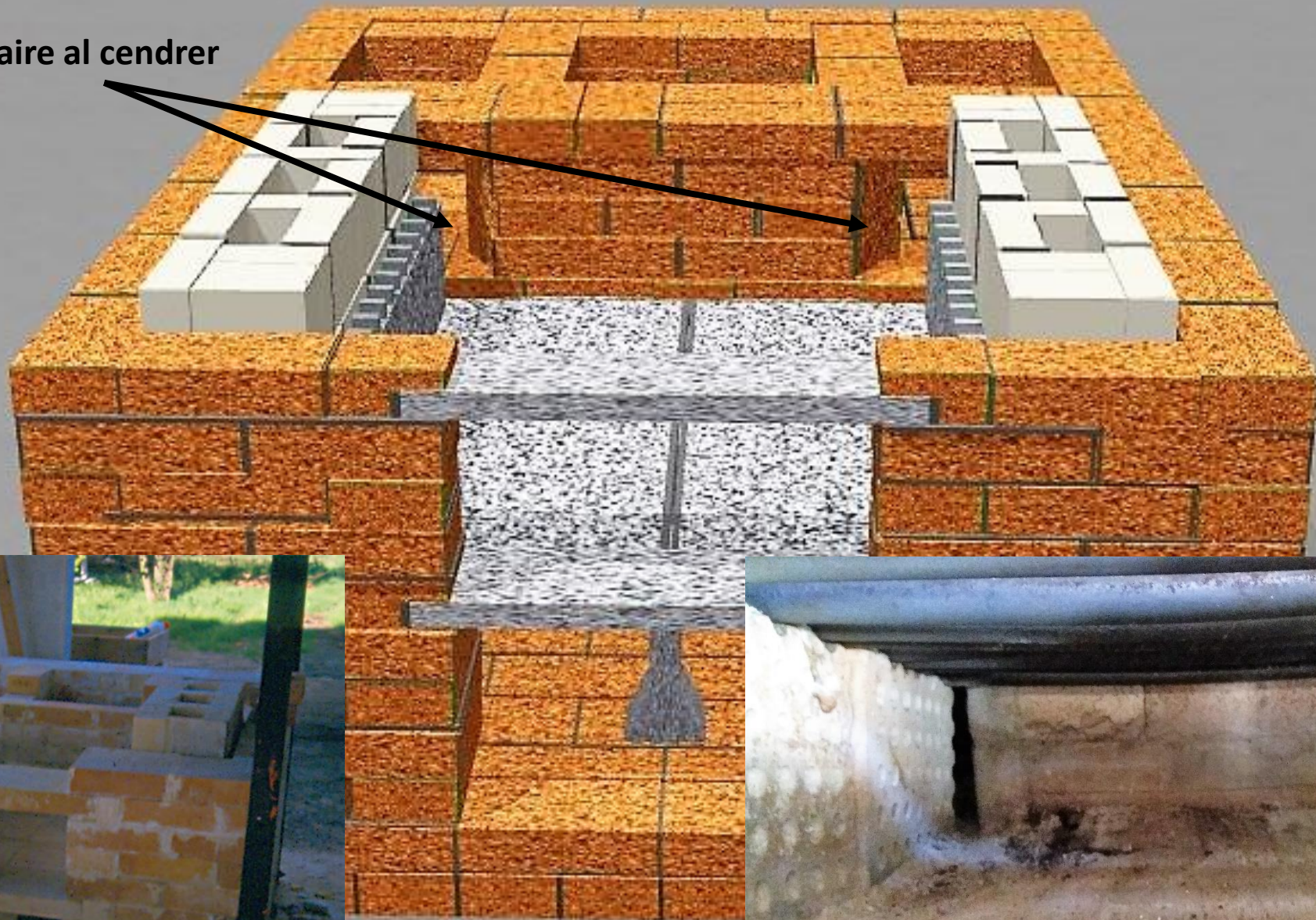
Canals d'aire

Registres dels
canals d'aire

Plaquas de suport de la graella



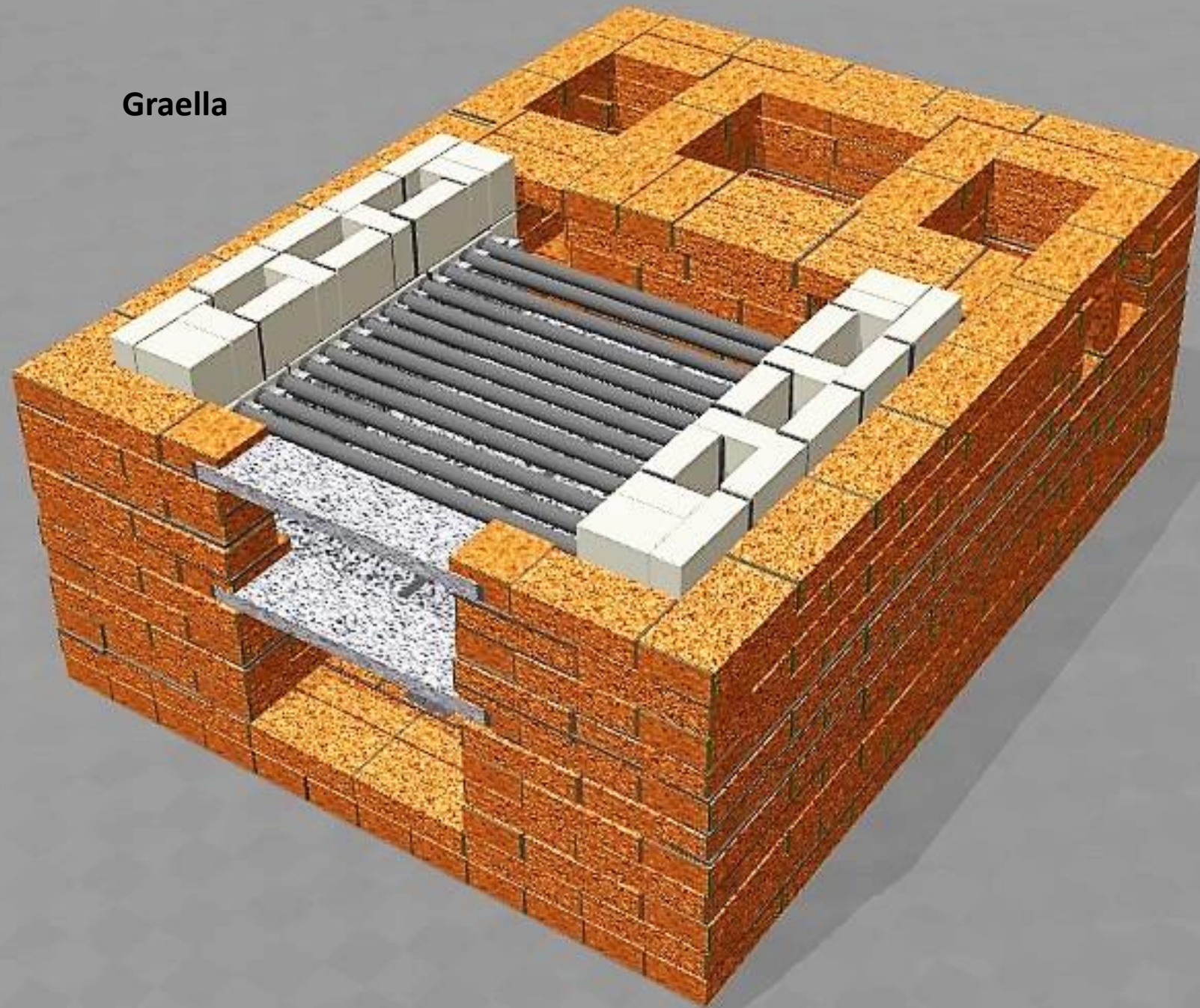
Boques d'entrada d'aire al cendrer

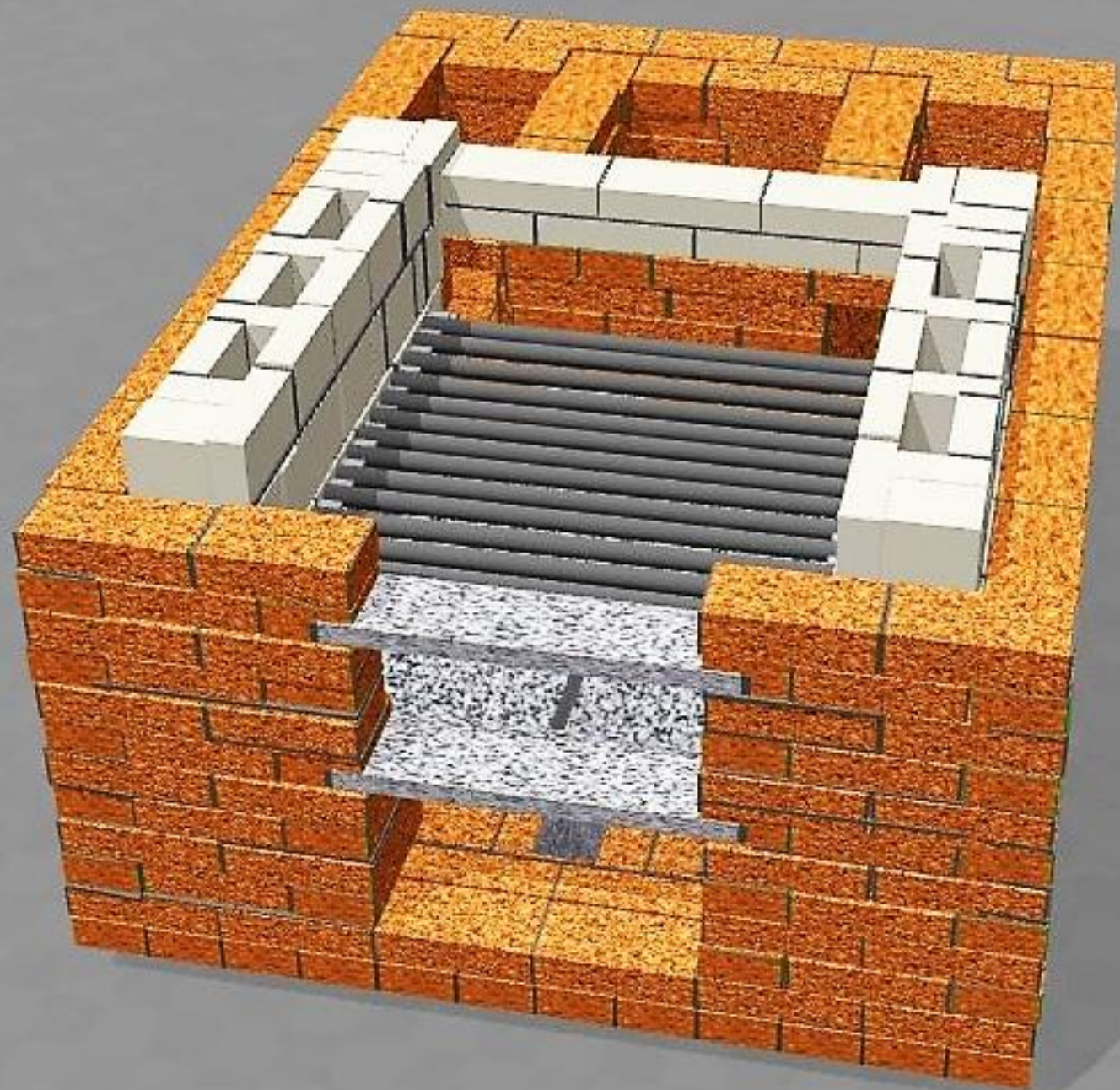


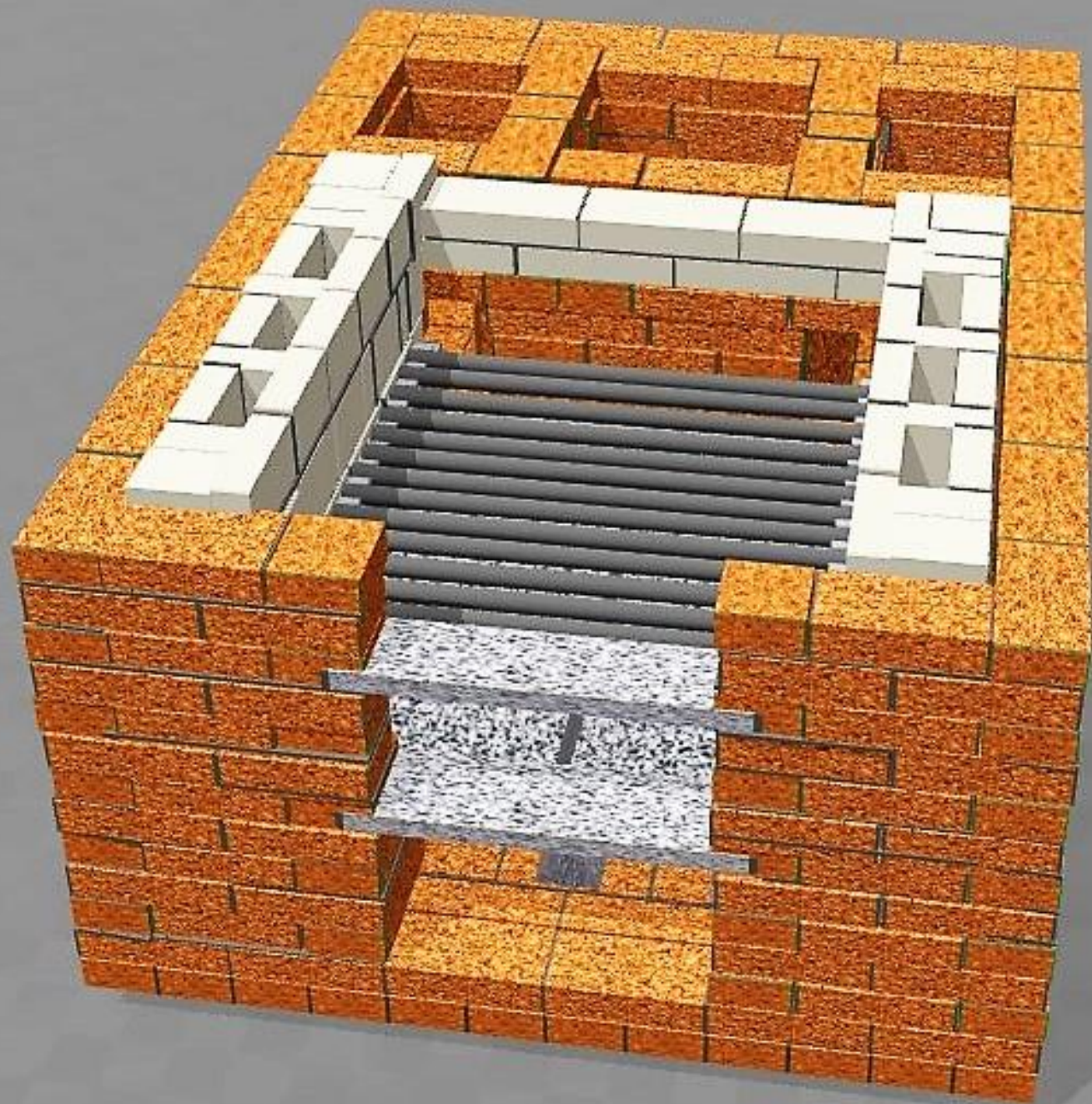


Cendrer

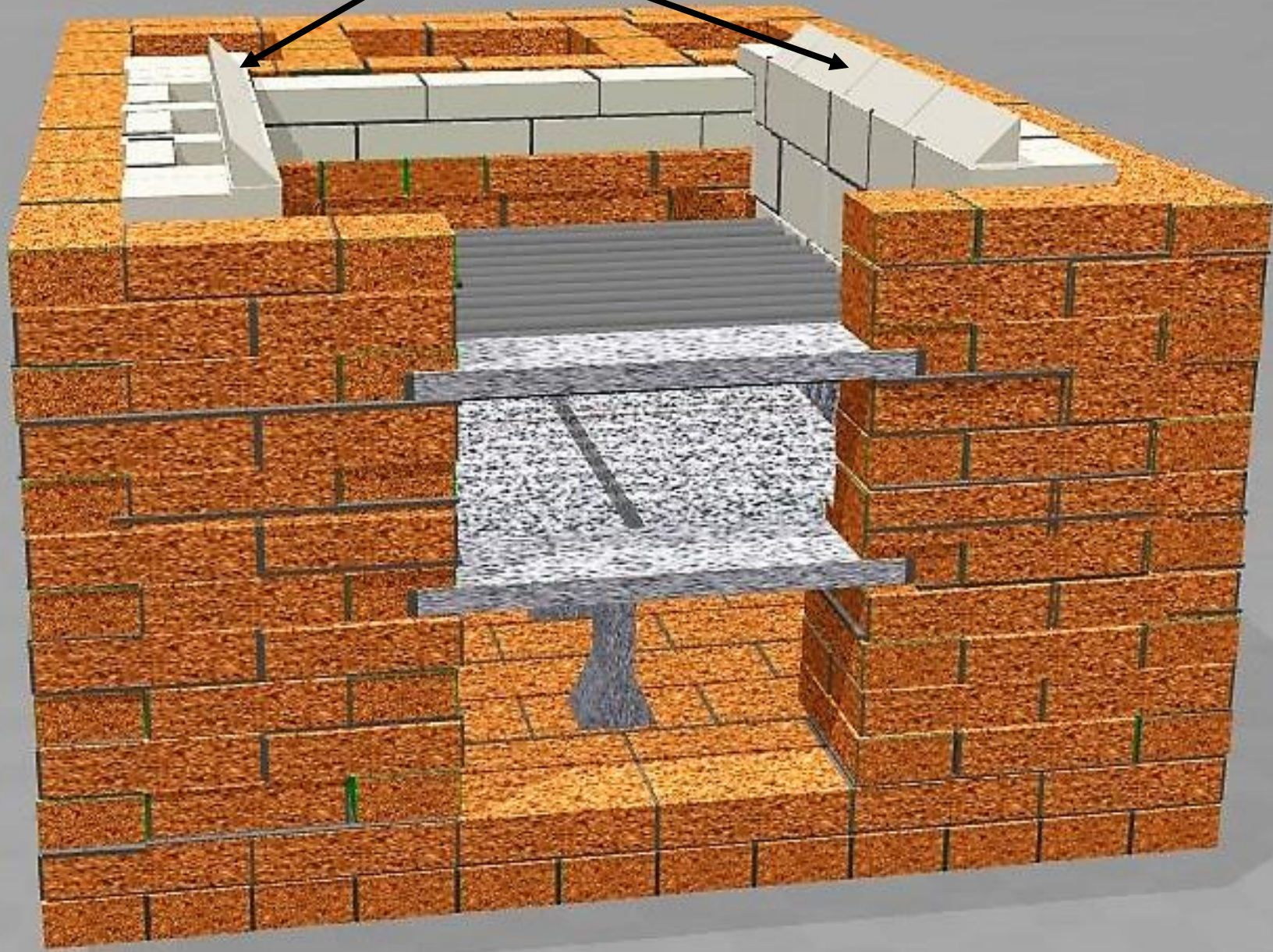
Graella

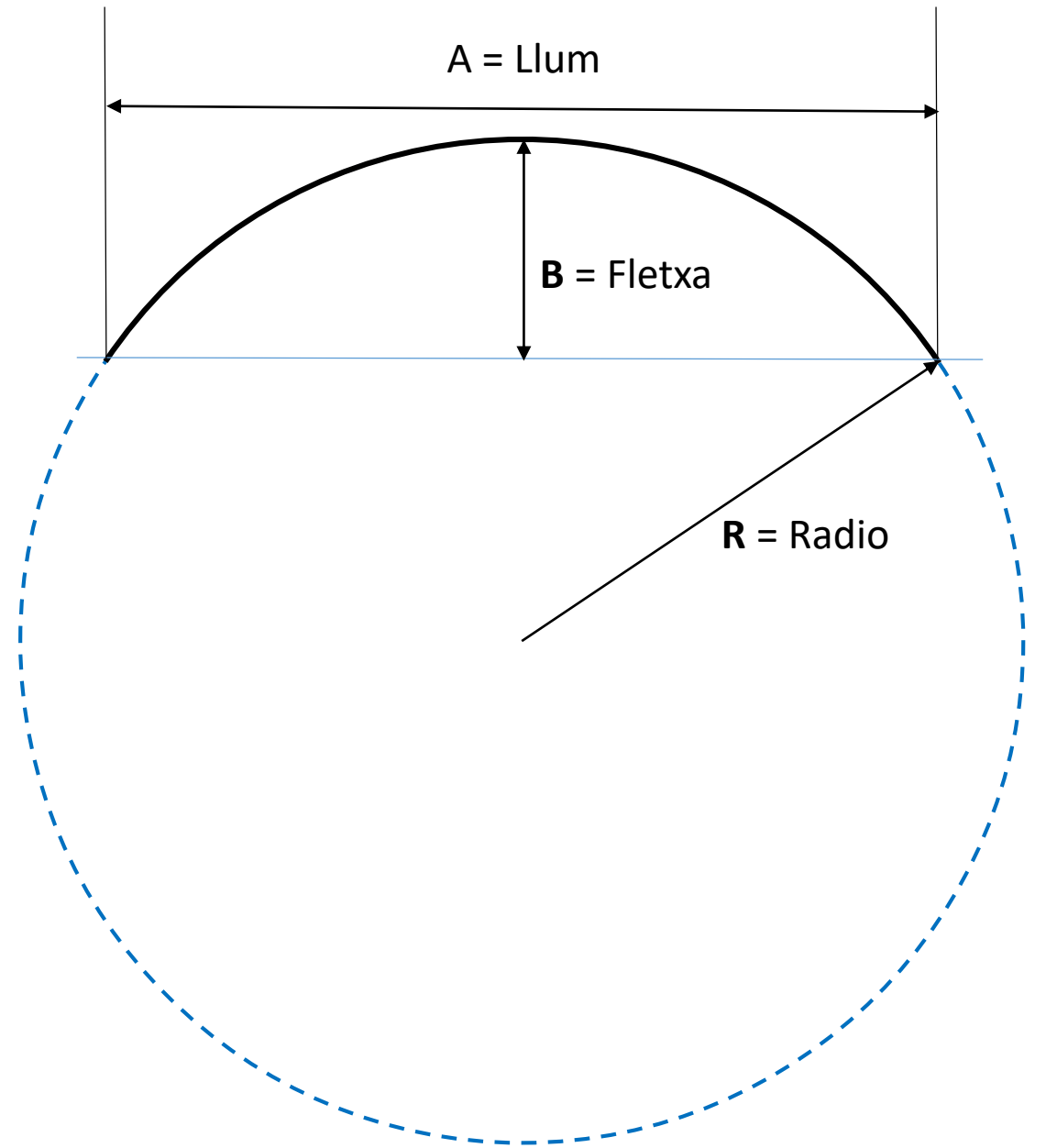




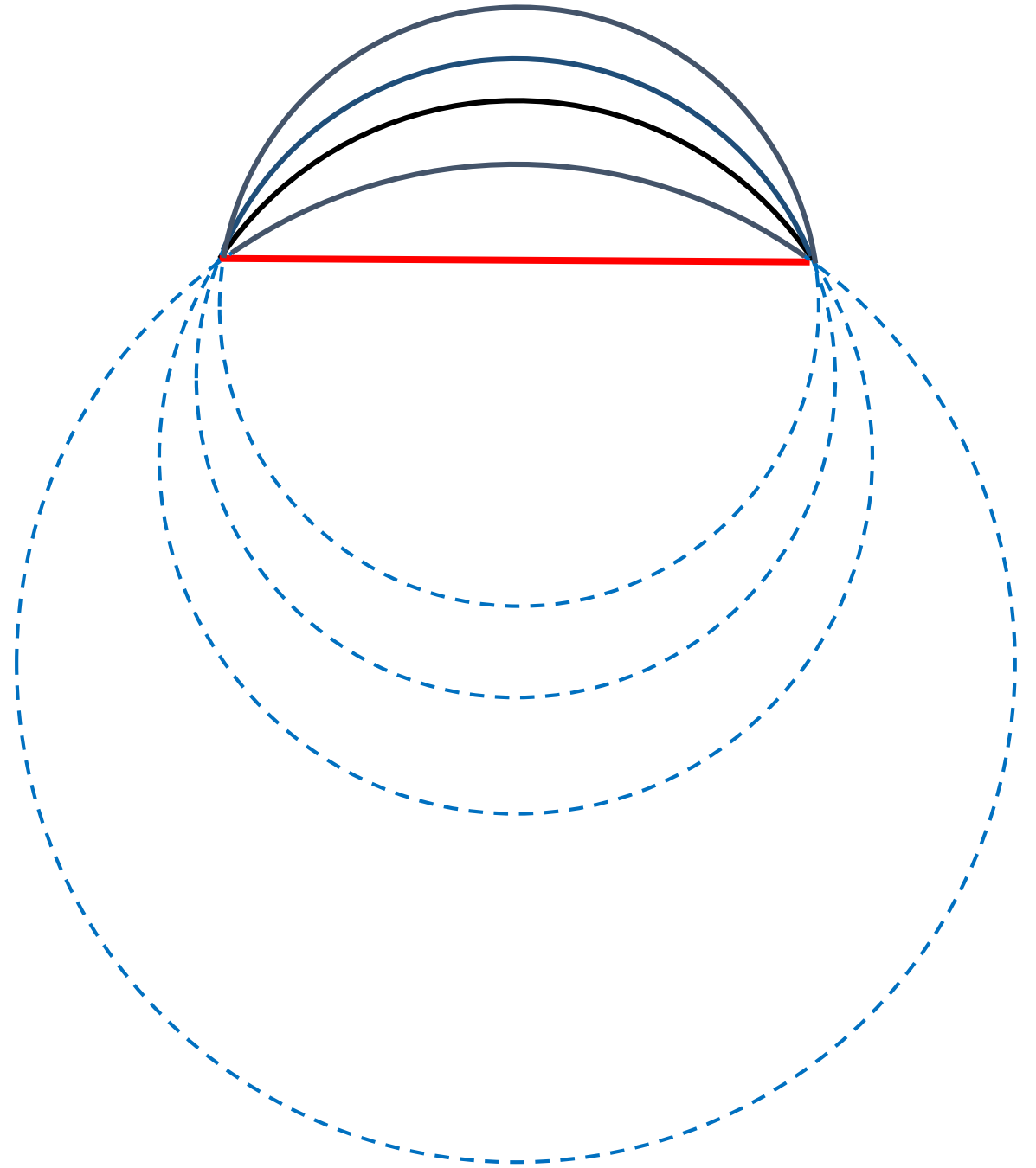


Salmers





**Entre dos punts (els suports de la volta)
passen infinites circumferències.**

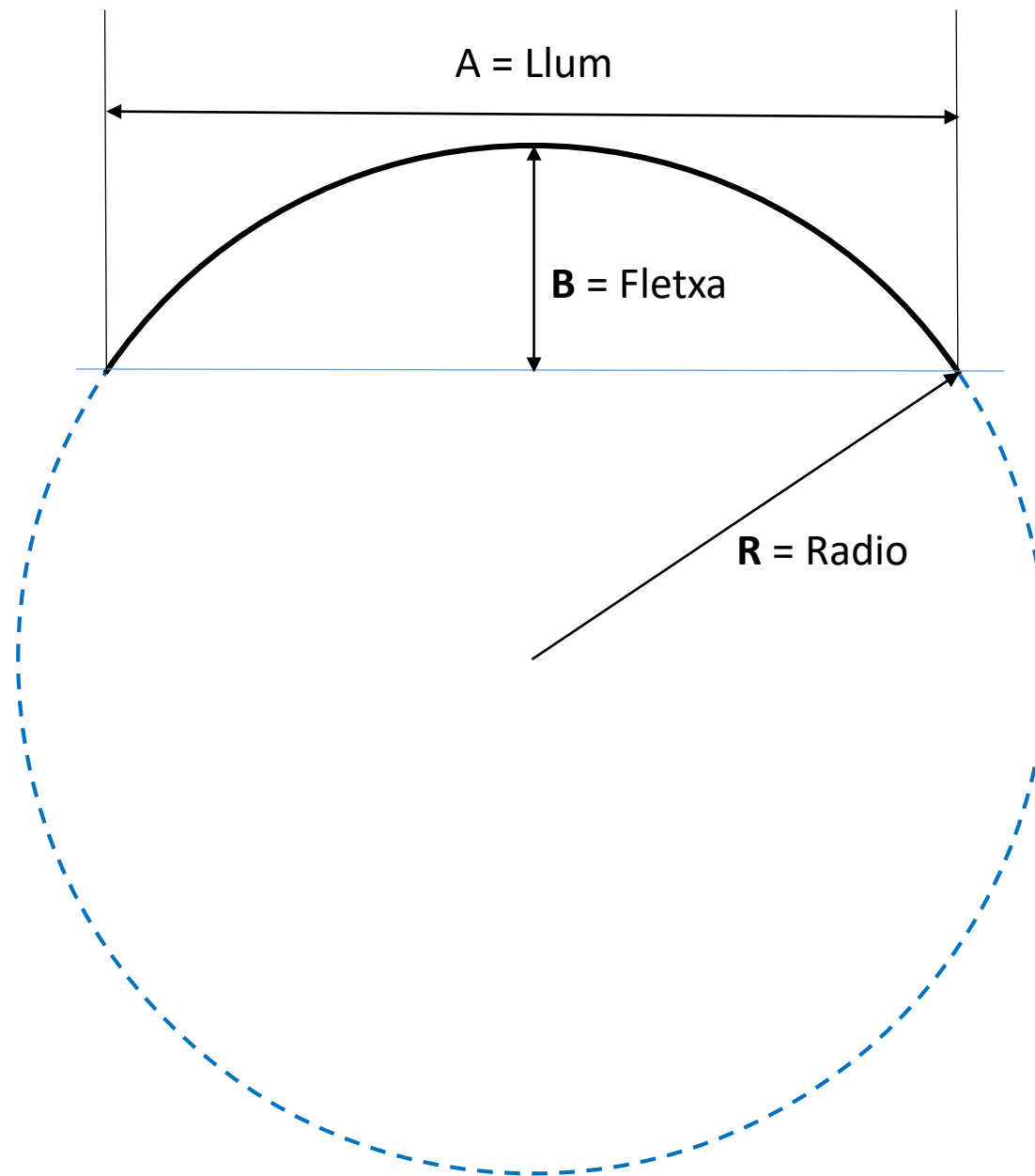


Segons D. Rhodes *“Hornos para ceramistas”*.

Límits de la fletxa:

Inferior: $B = 0,12 \times A$

Superior: $B = 0,22 \times A$

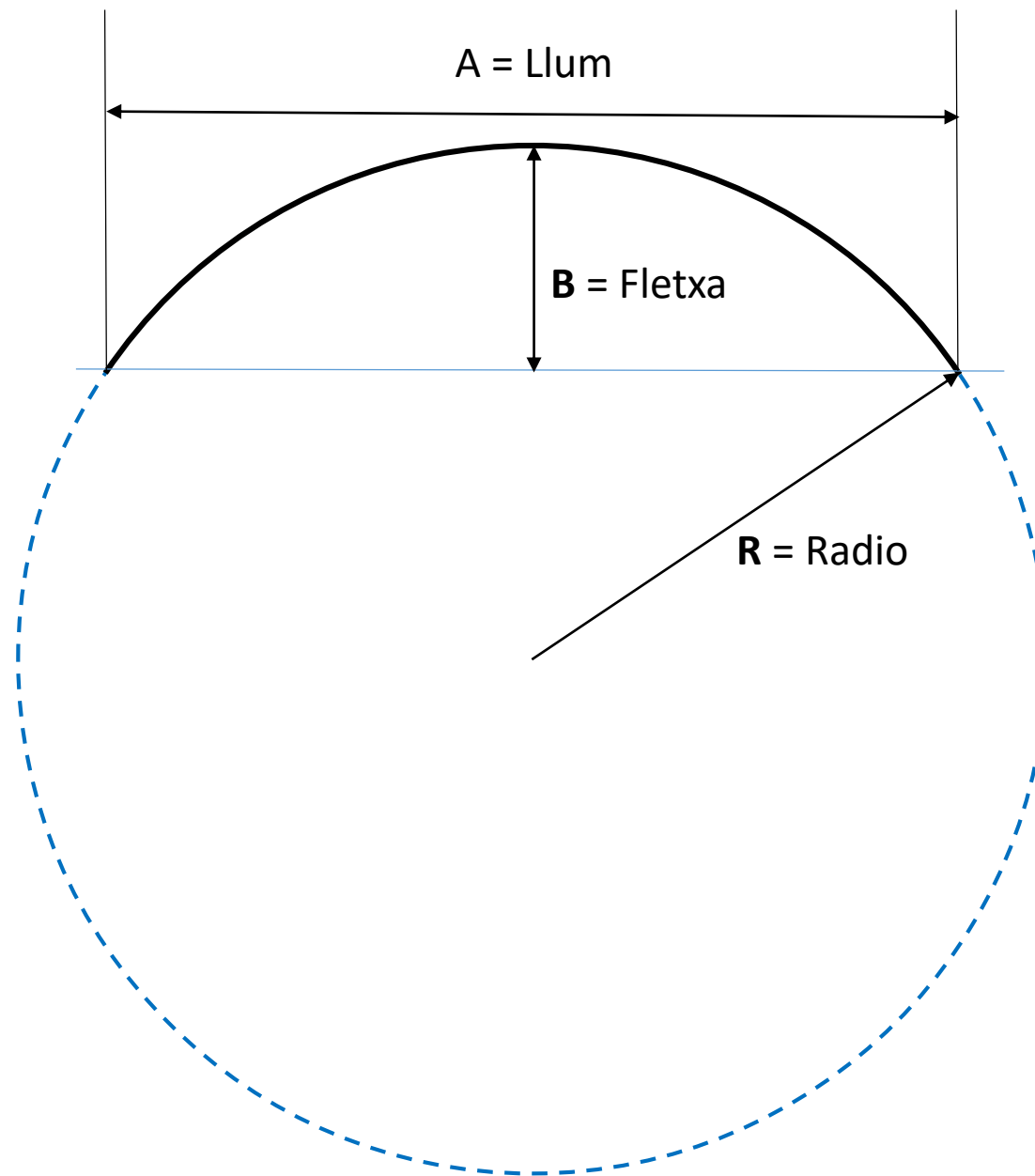


Segons F.L.Olsen *"The kiln book"*.

Límits de la fletxa:

Inferior: $B = 0,12 \times A$

Superior: $B = 0,25 \times A$



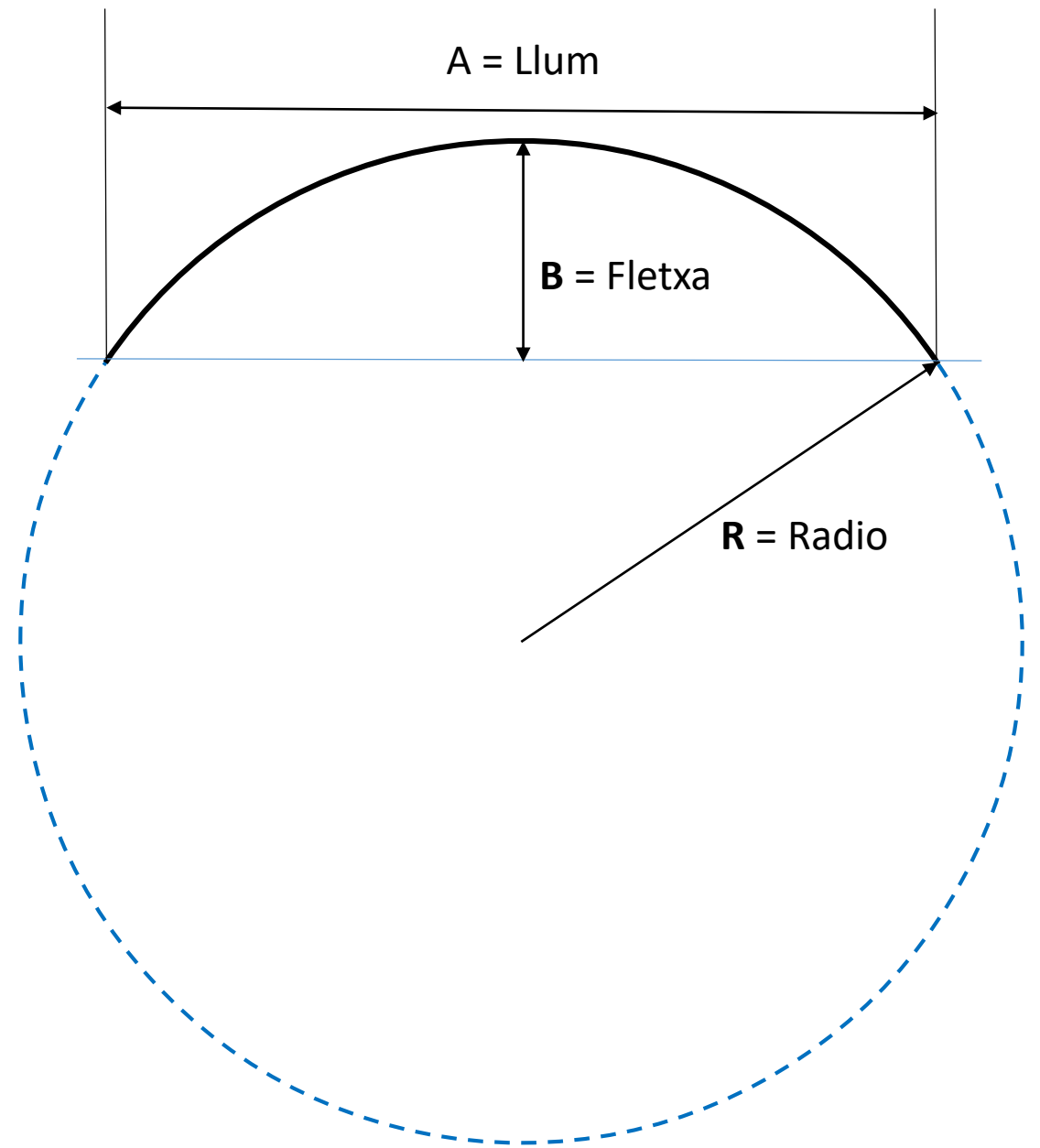
El nostre forn té al llar una llum de 80 cm.

Seleccionem el següent criteri

$$B = 0,15 \times A$$

Per tant

$$B = 0,15 \times 80 = 12 \text{ cm}$$



Necessitem conèixer el radio per tal de fer la plantilla de les totxos.

La relació entre llum, fletxa i radio es:

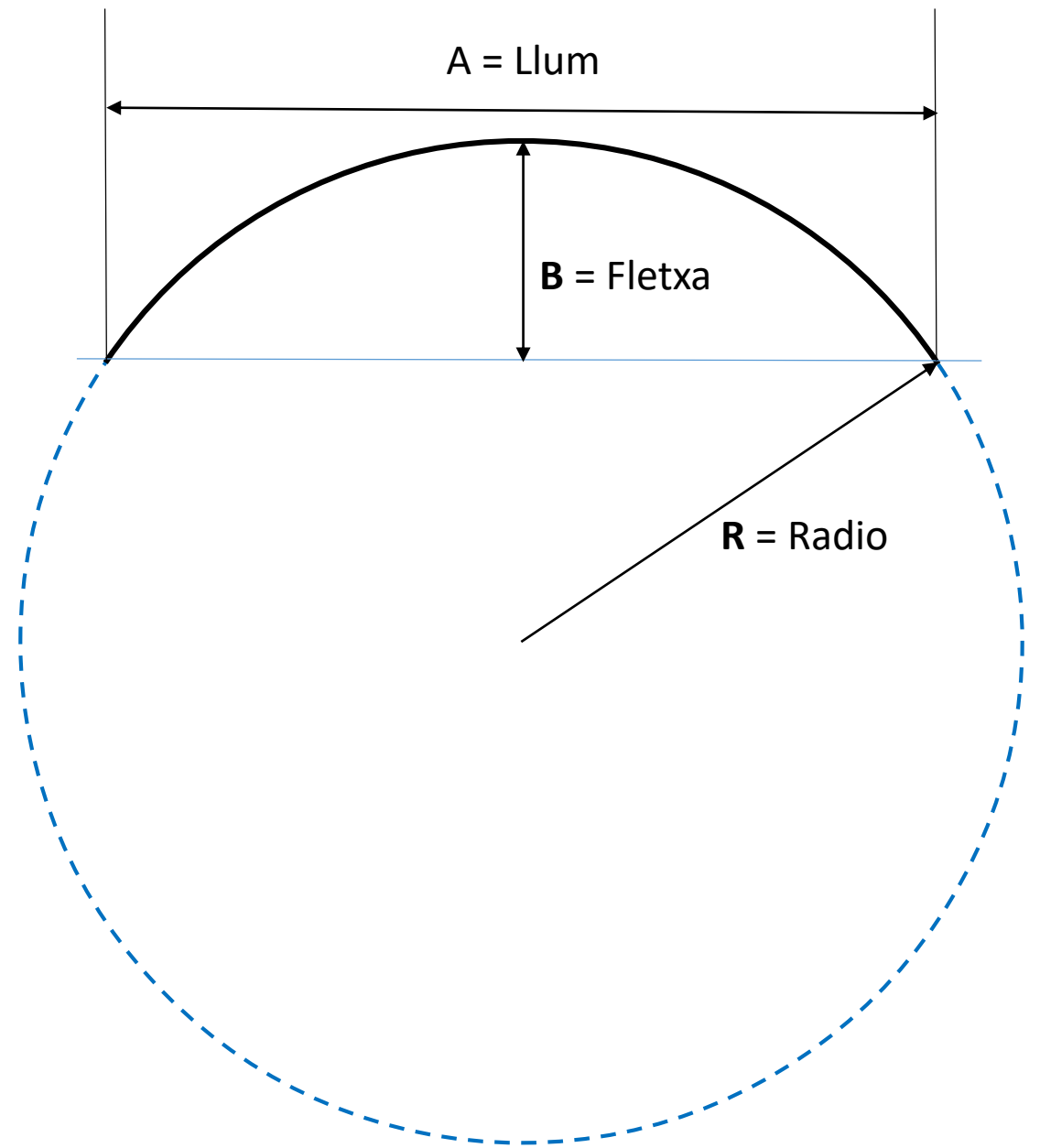
$$A = 2\sqrt{B(2R - B)}$$

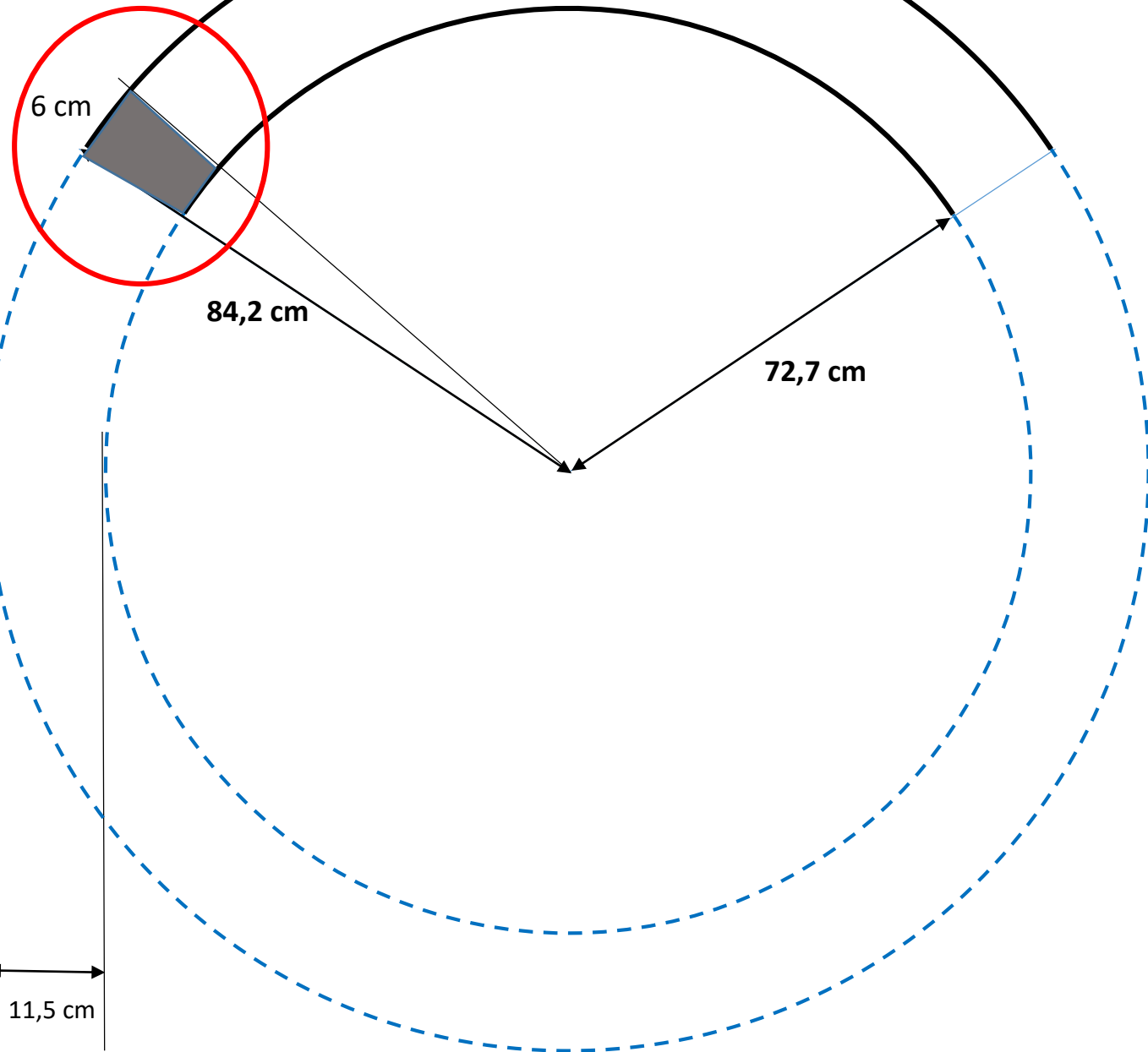
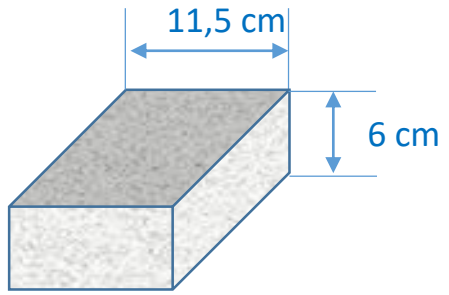
La relació entre llum, fletxa i radio es:

$$80 = 2\sqrt{12(2R - 12)}$$

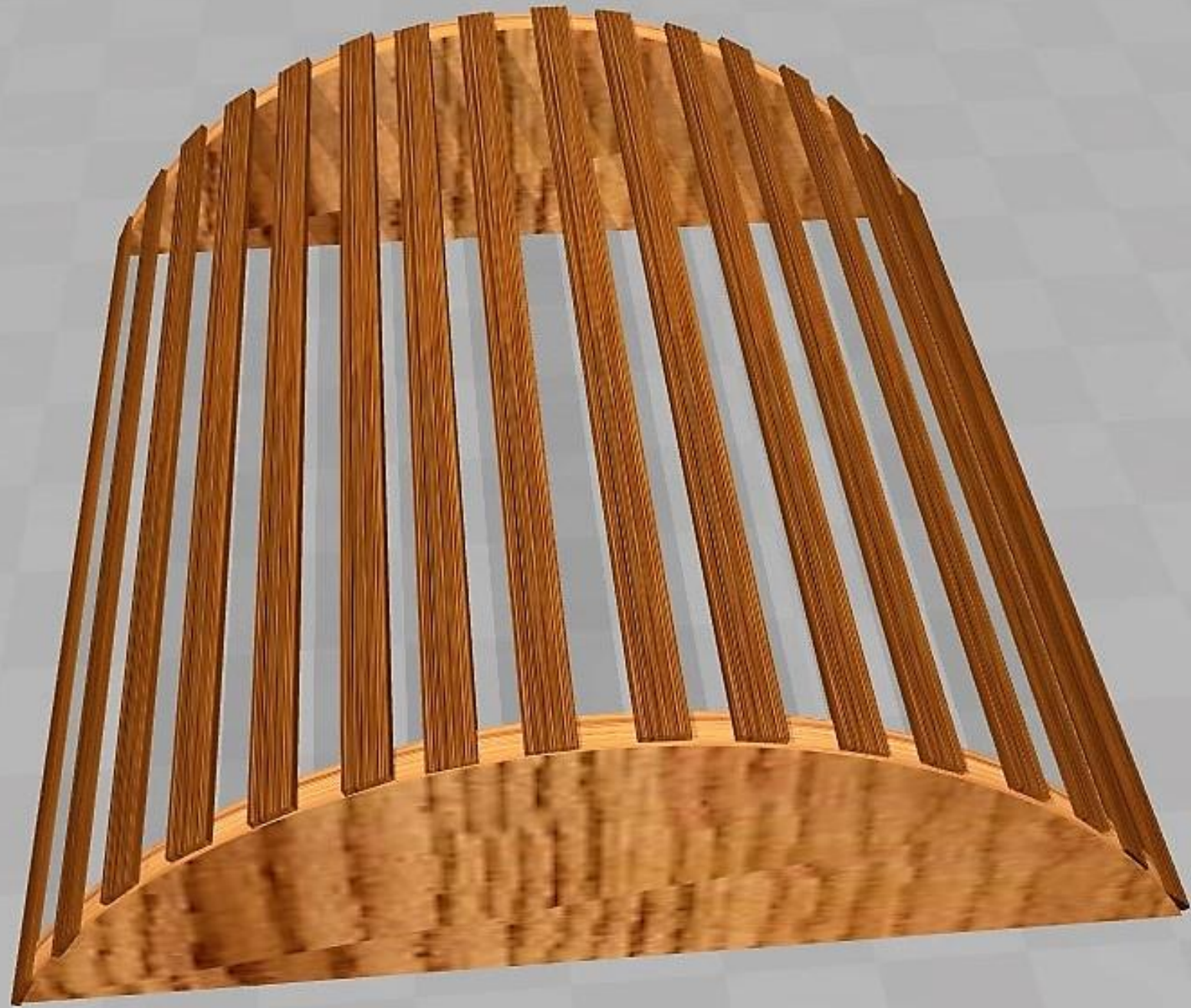
I, resolvent l'equació:

$$R = 72,7 \text{ cm}$$

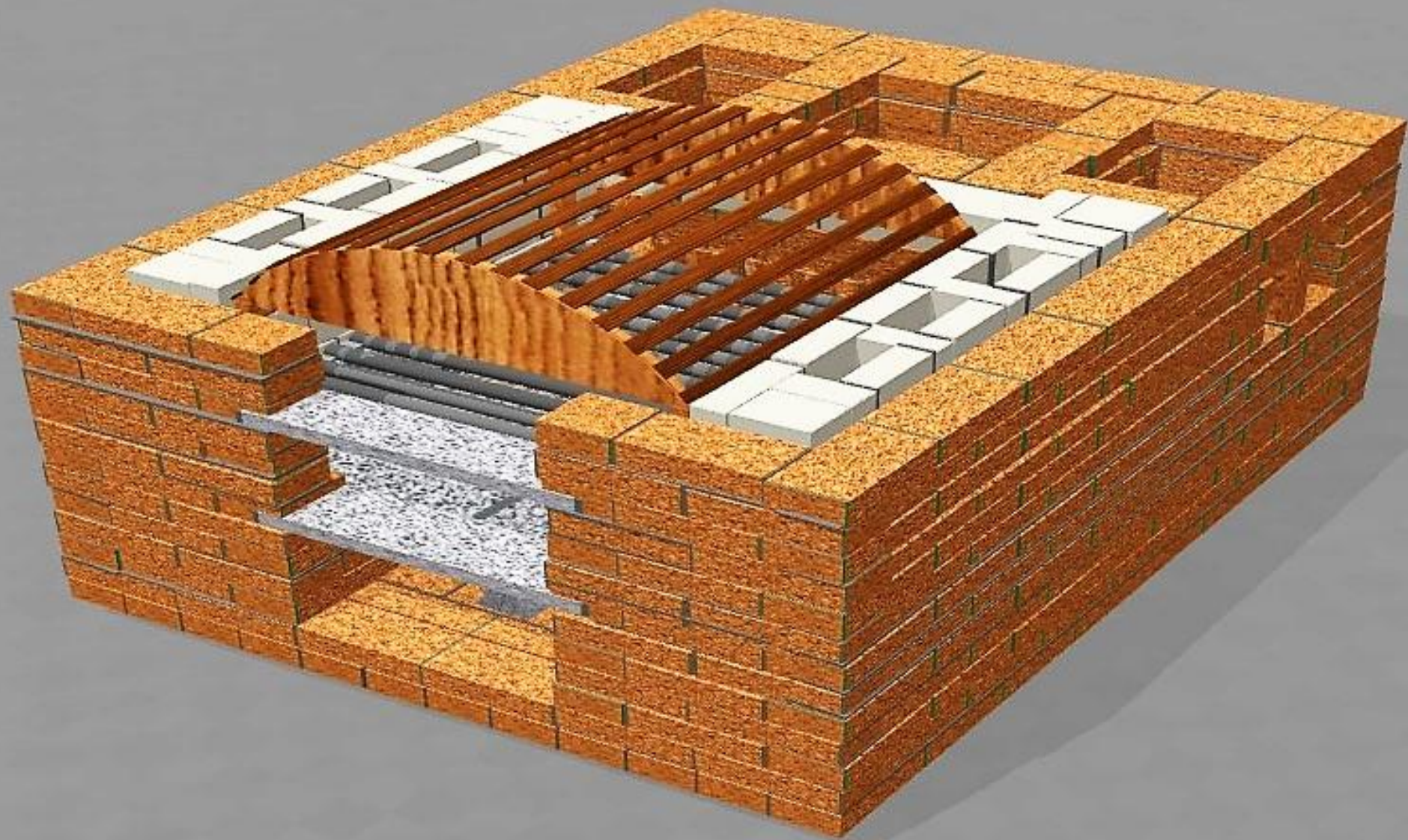


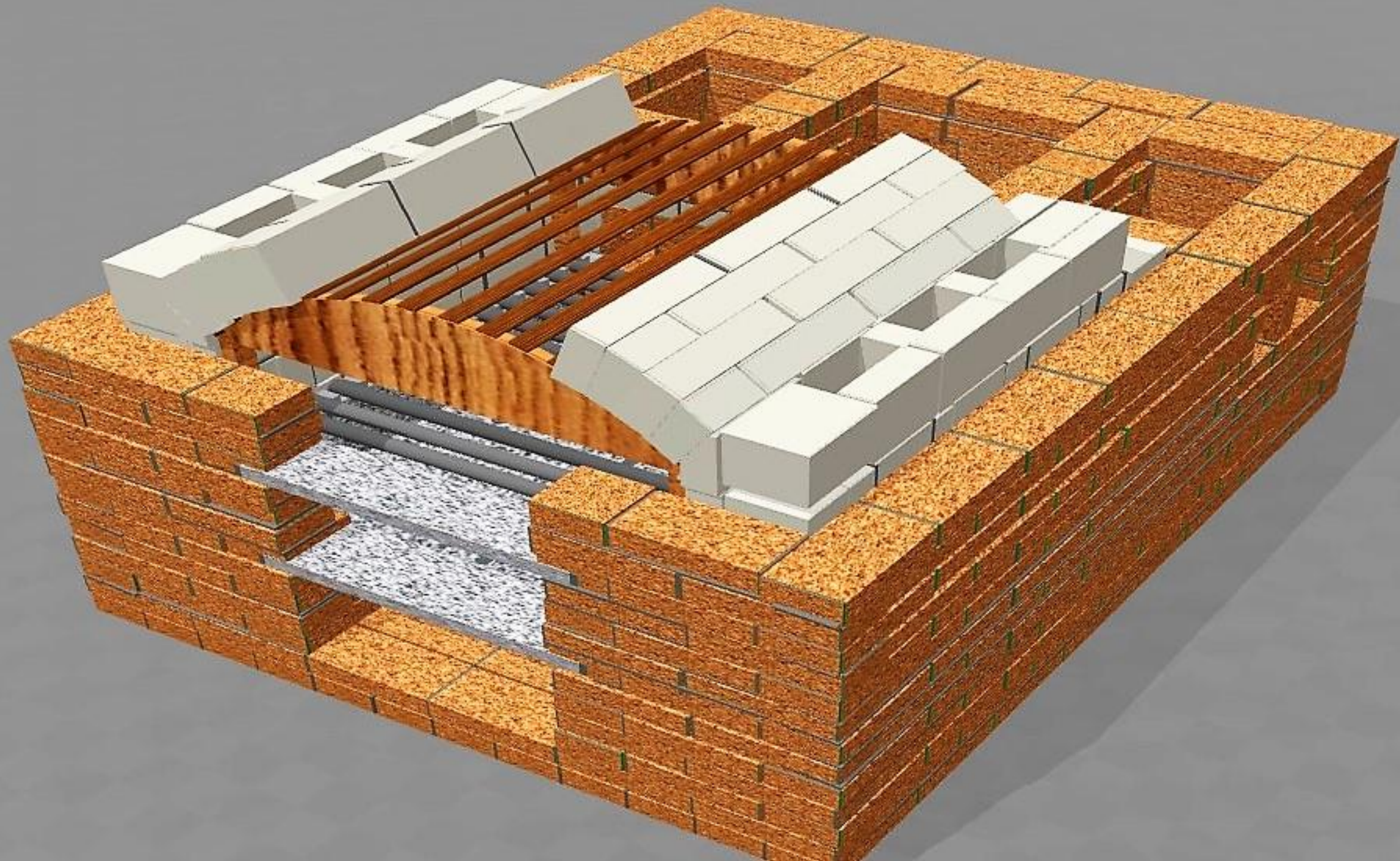


Cintra

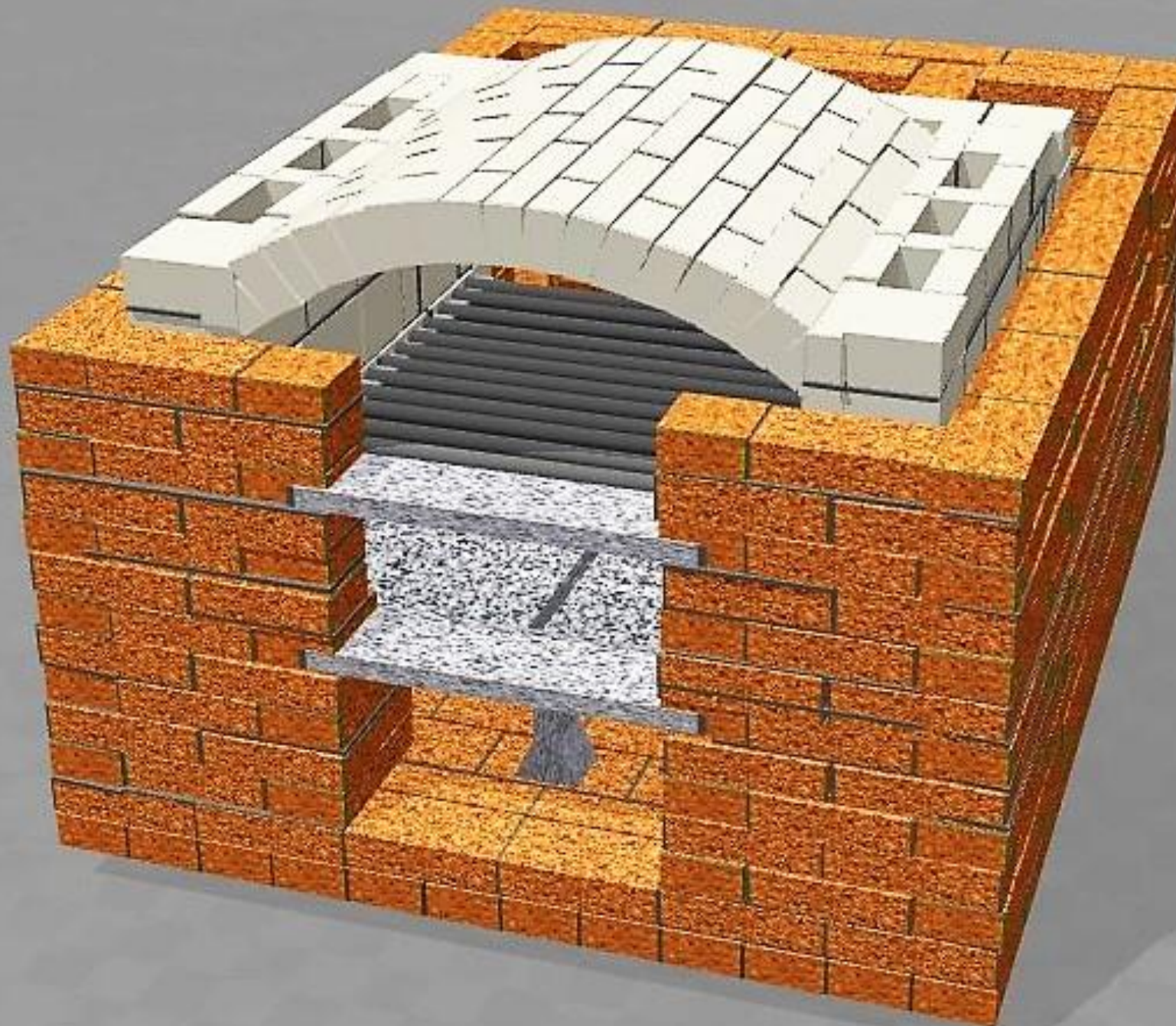






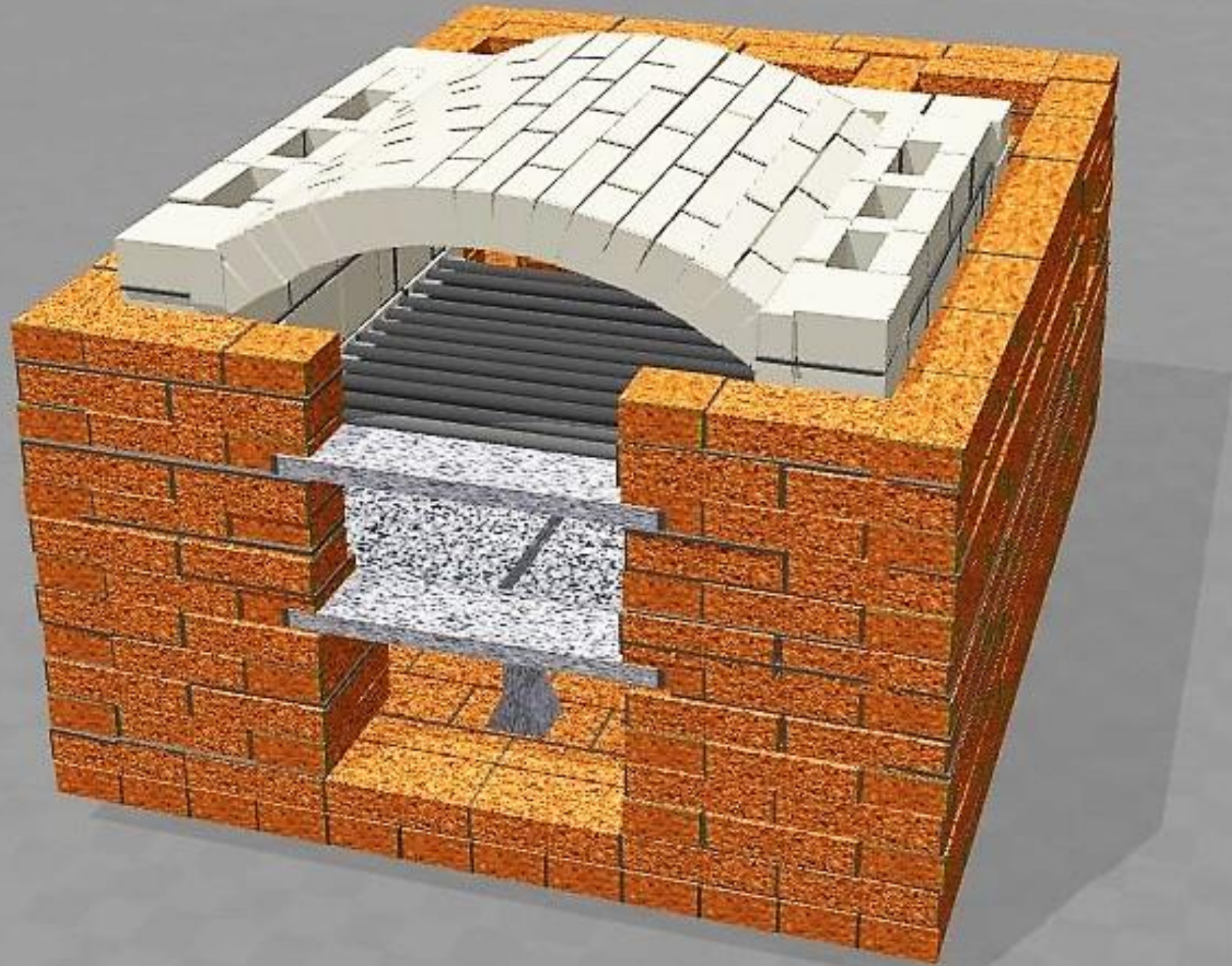


Volta



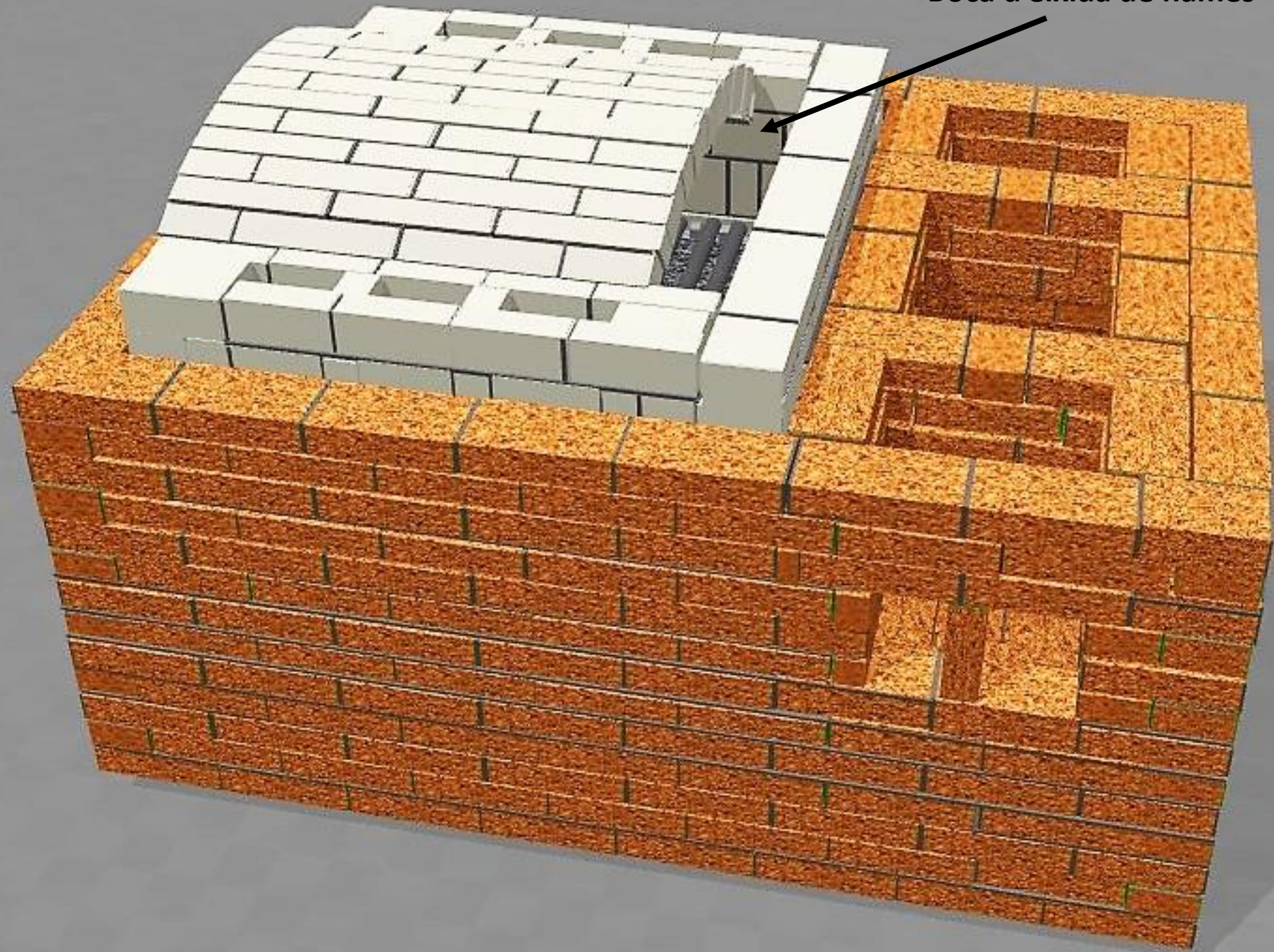
Nota: en este cas, la cintra ja no es pot treure fora una vegada acabada la volta, pel que haurà de cremar-se en la primera cocció del forn. (Per facilitar la visió ací no es representa ja)

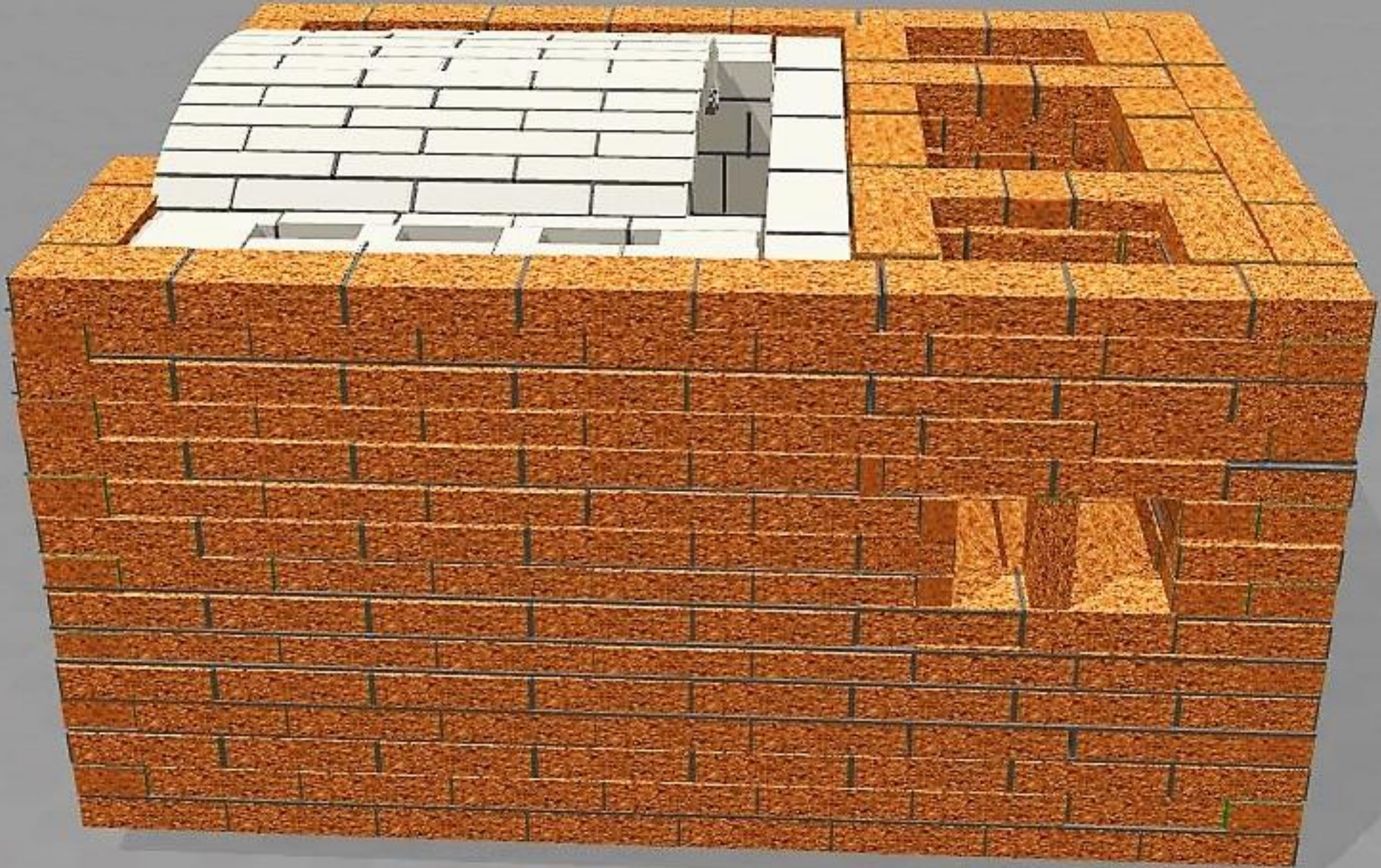
Volta



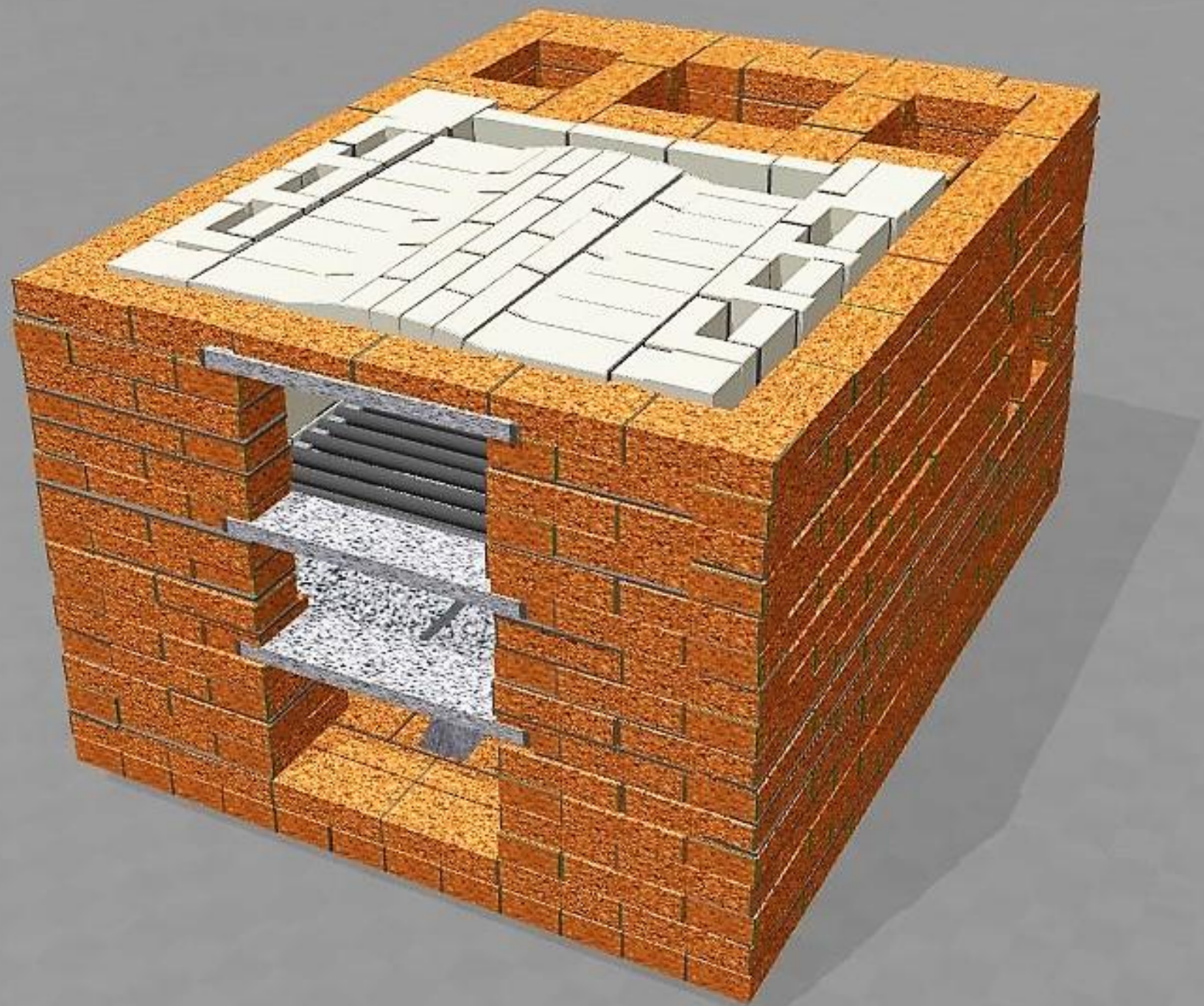


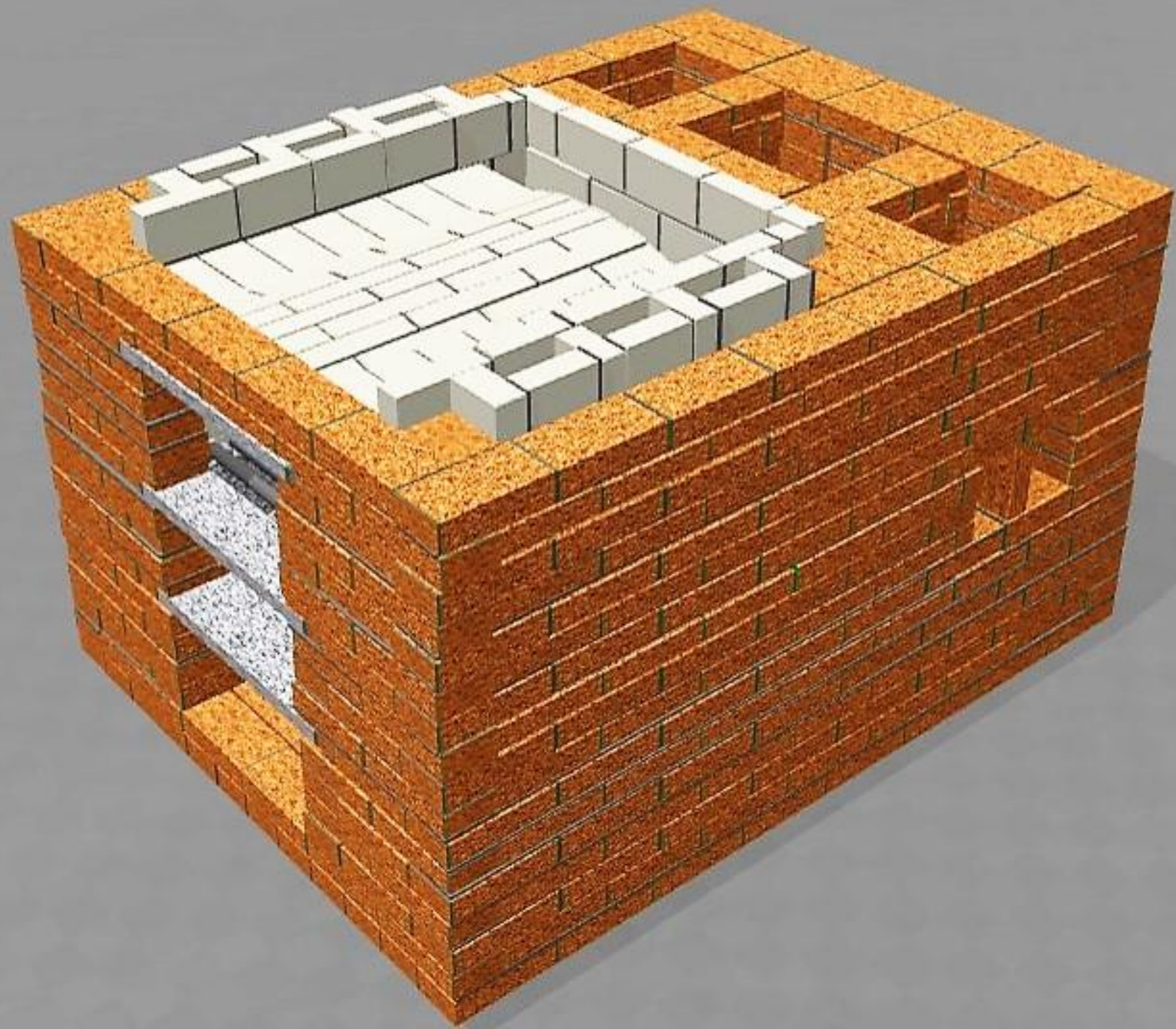
Boca d'eixida de flames



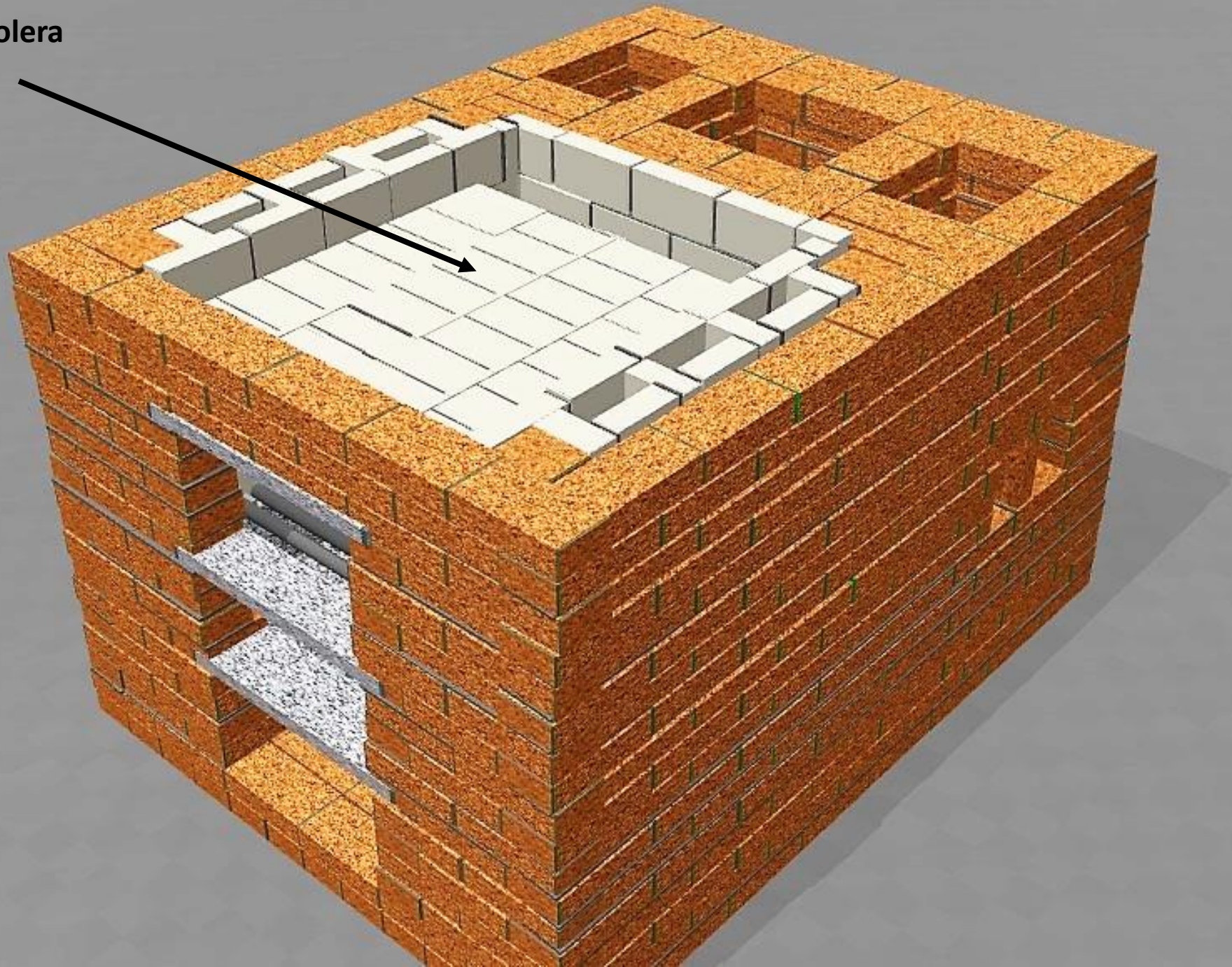




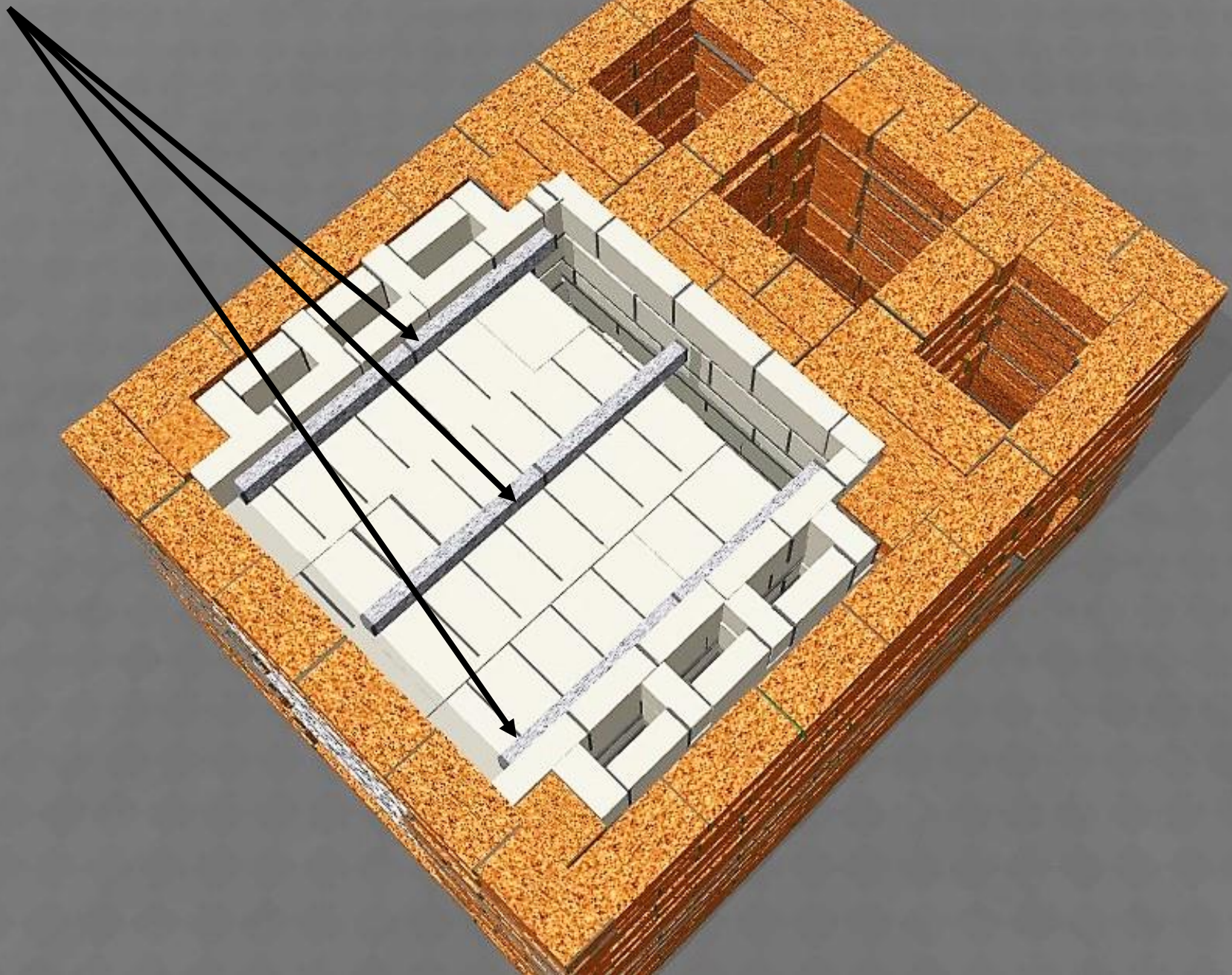




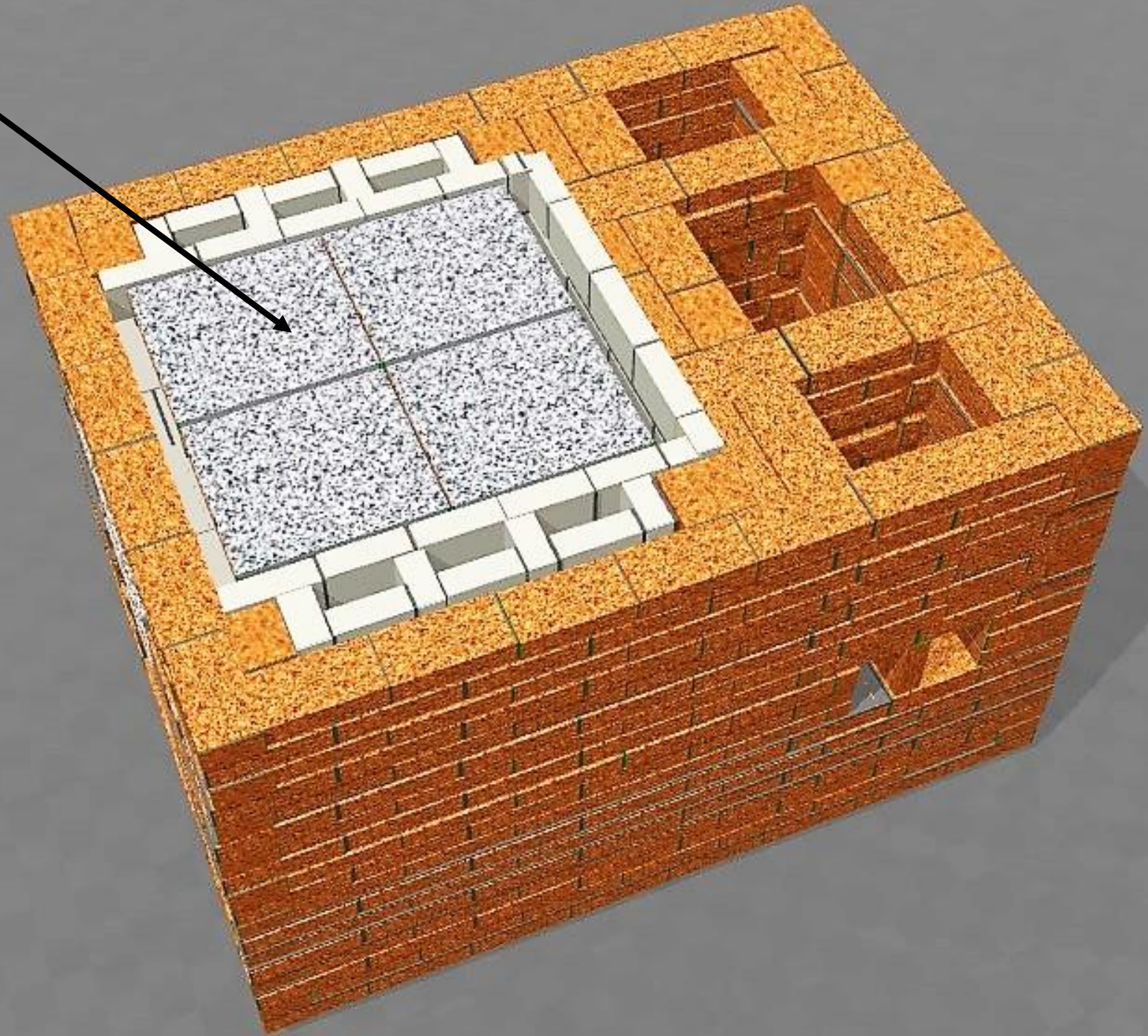
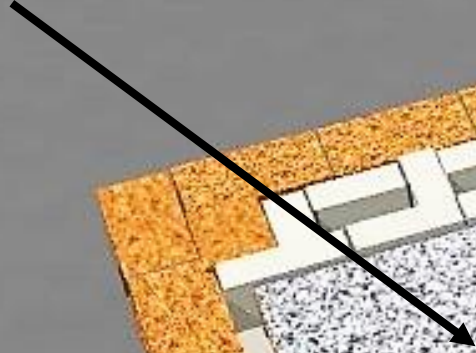
Contrasolera

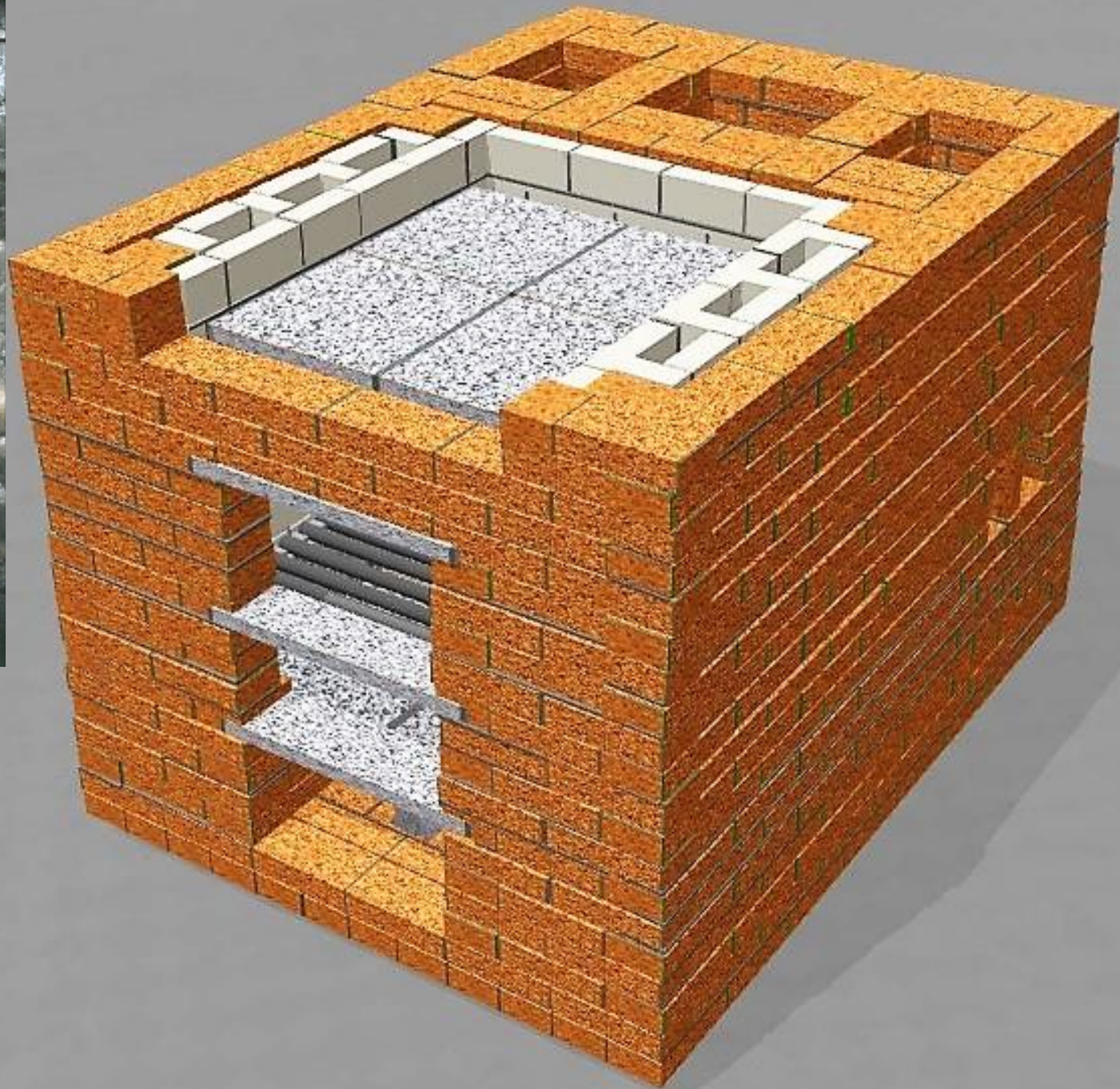


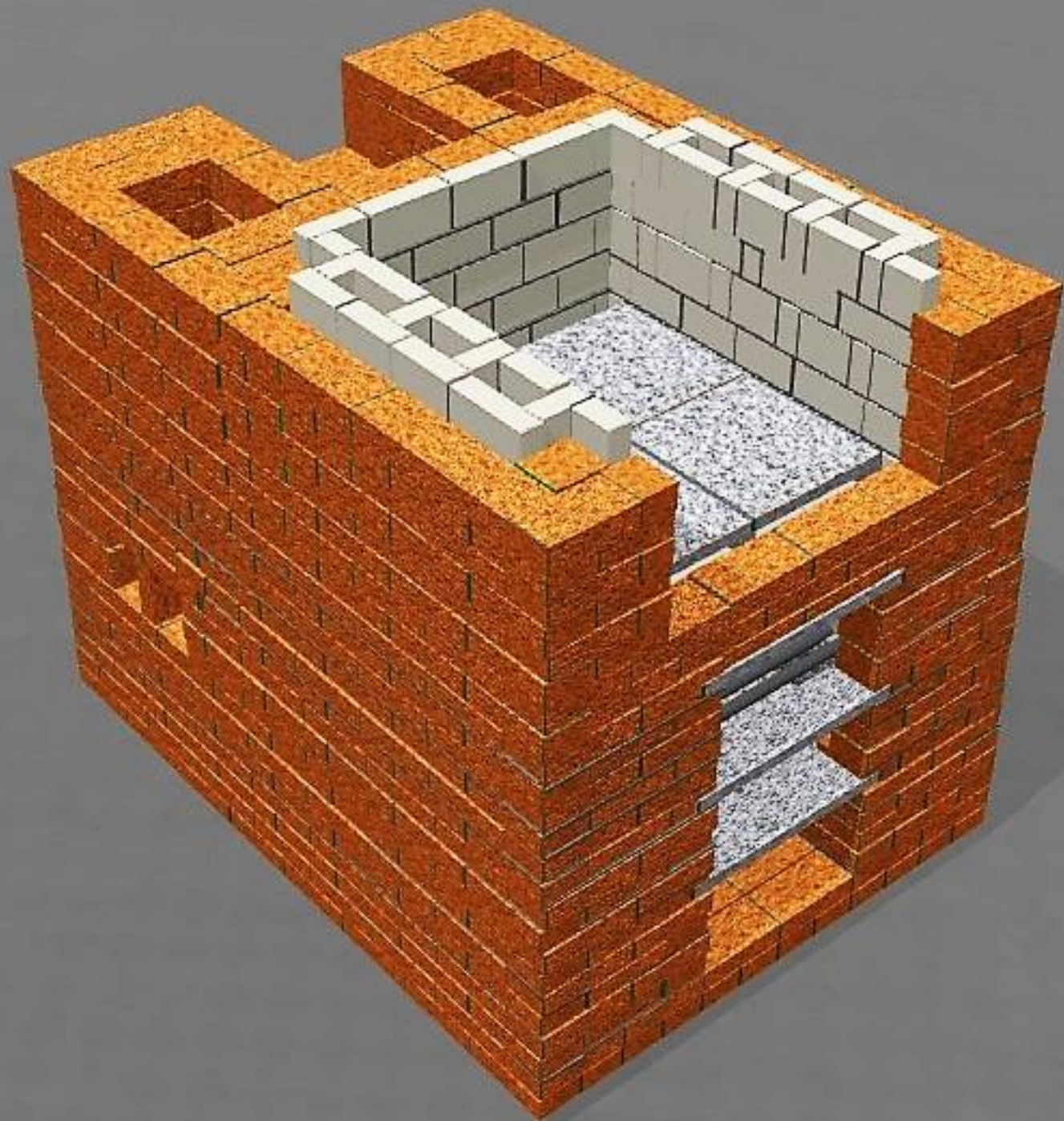
Suports de la solera

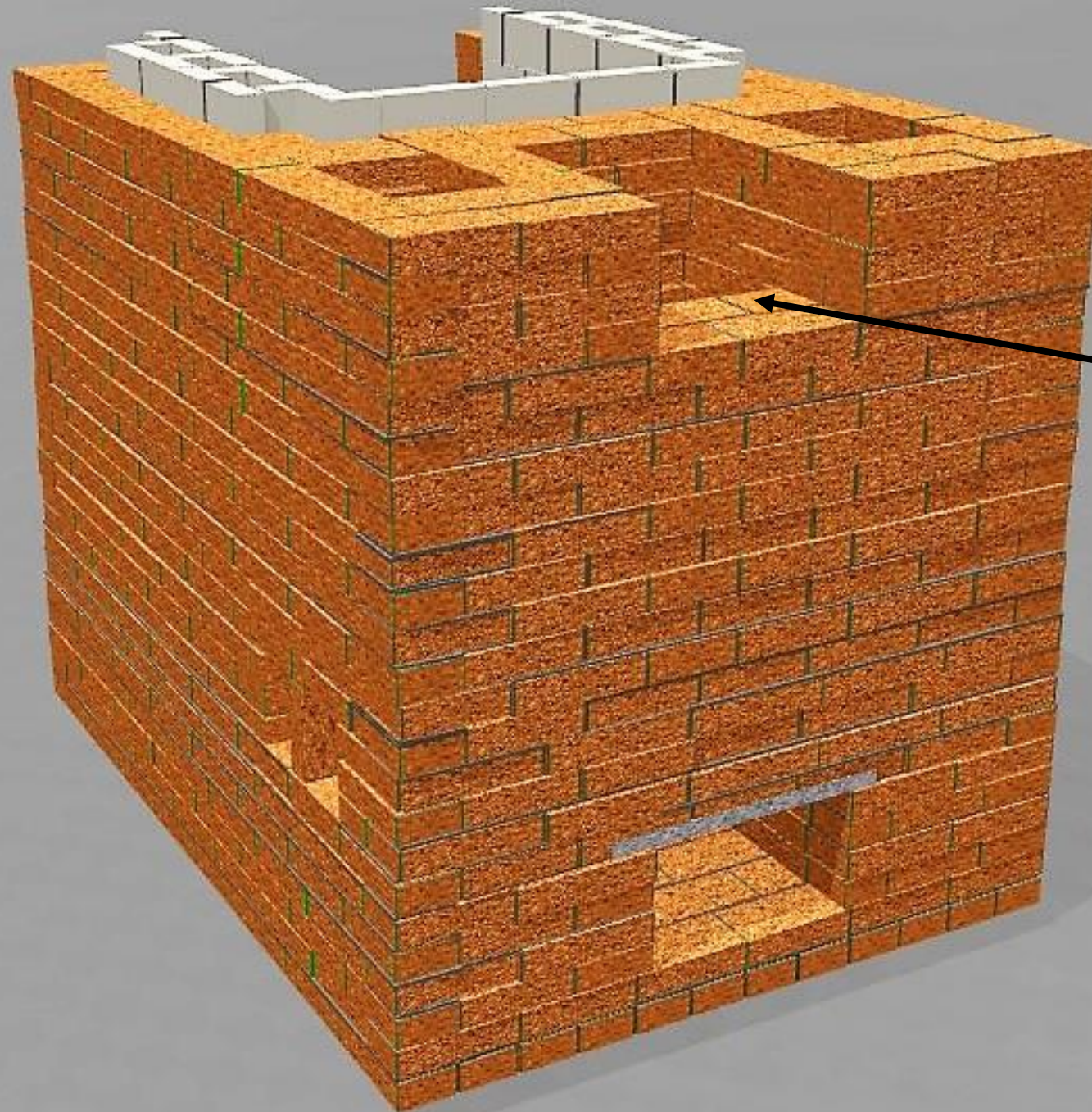


Solera



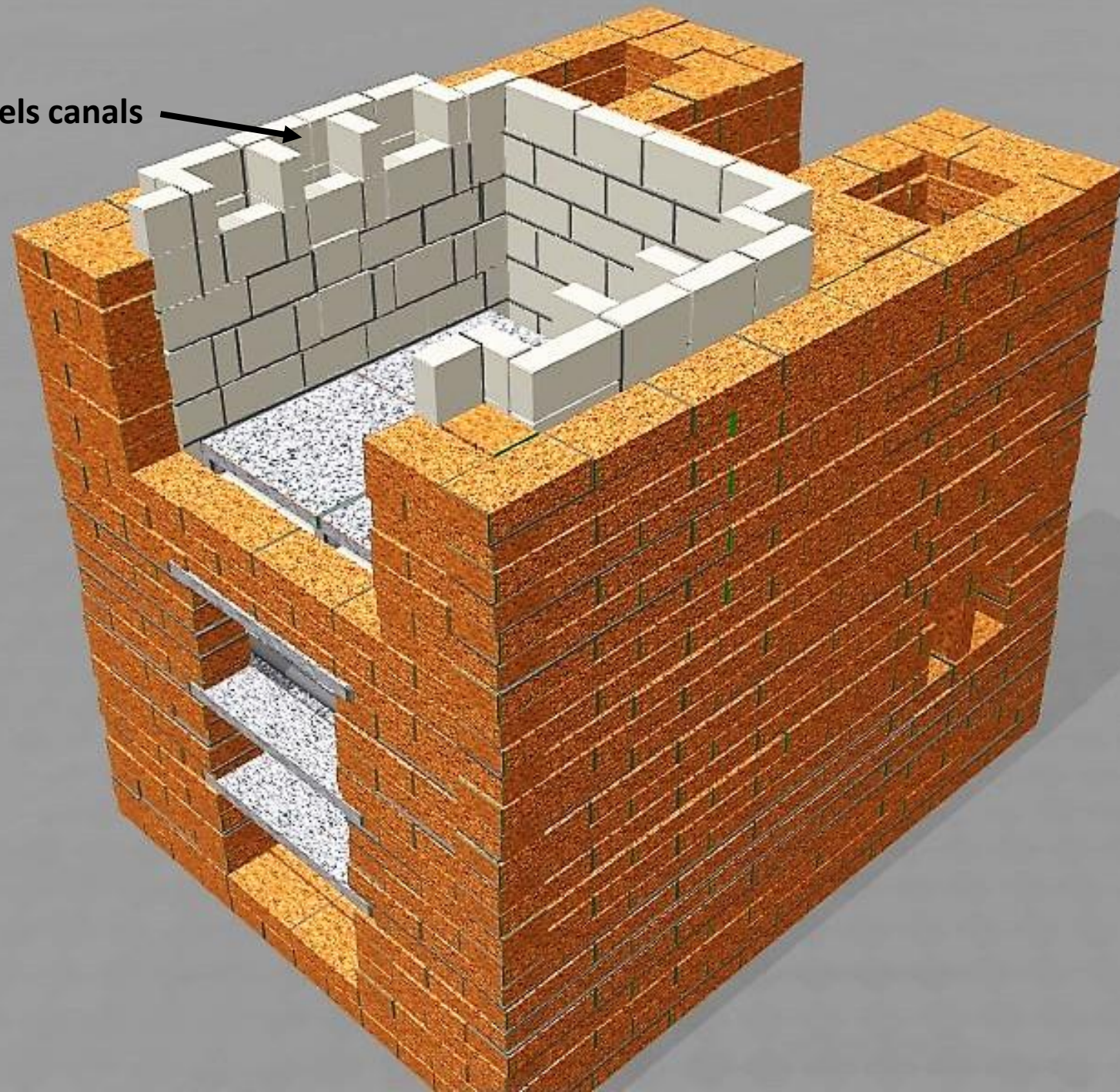






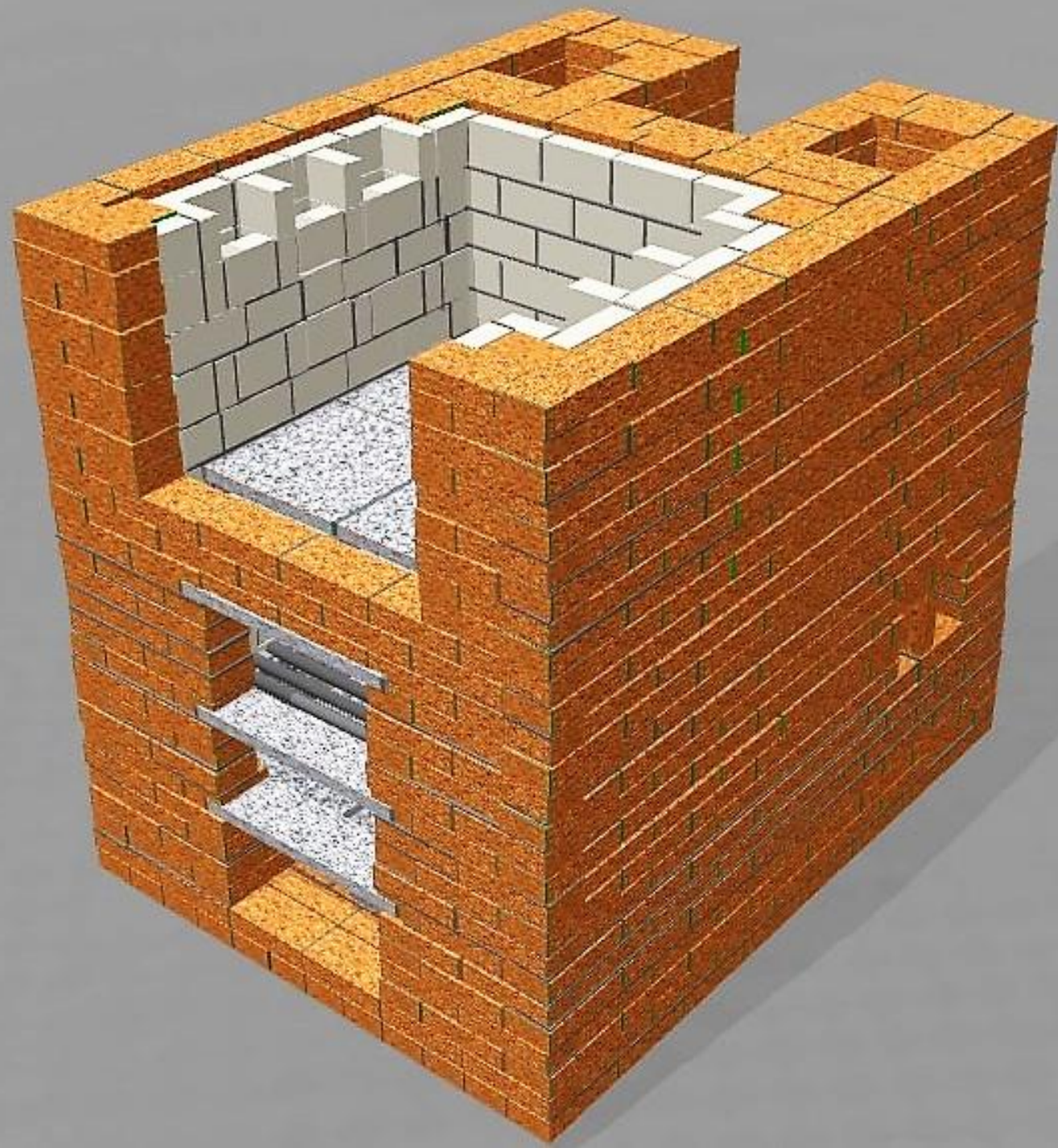
**Registre del
fumental**

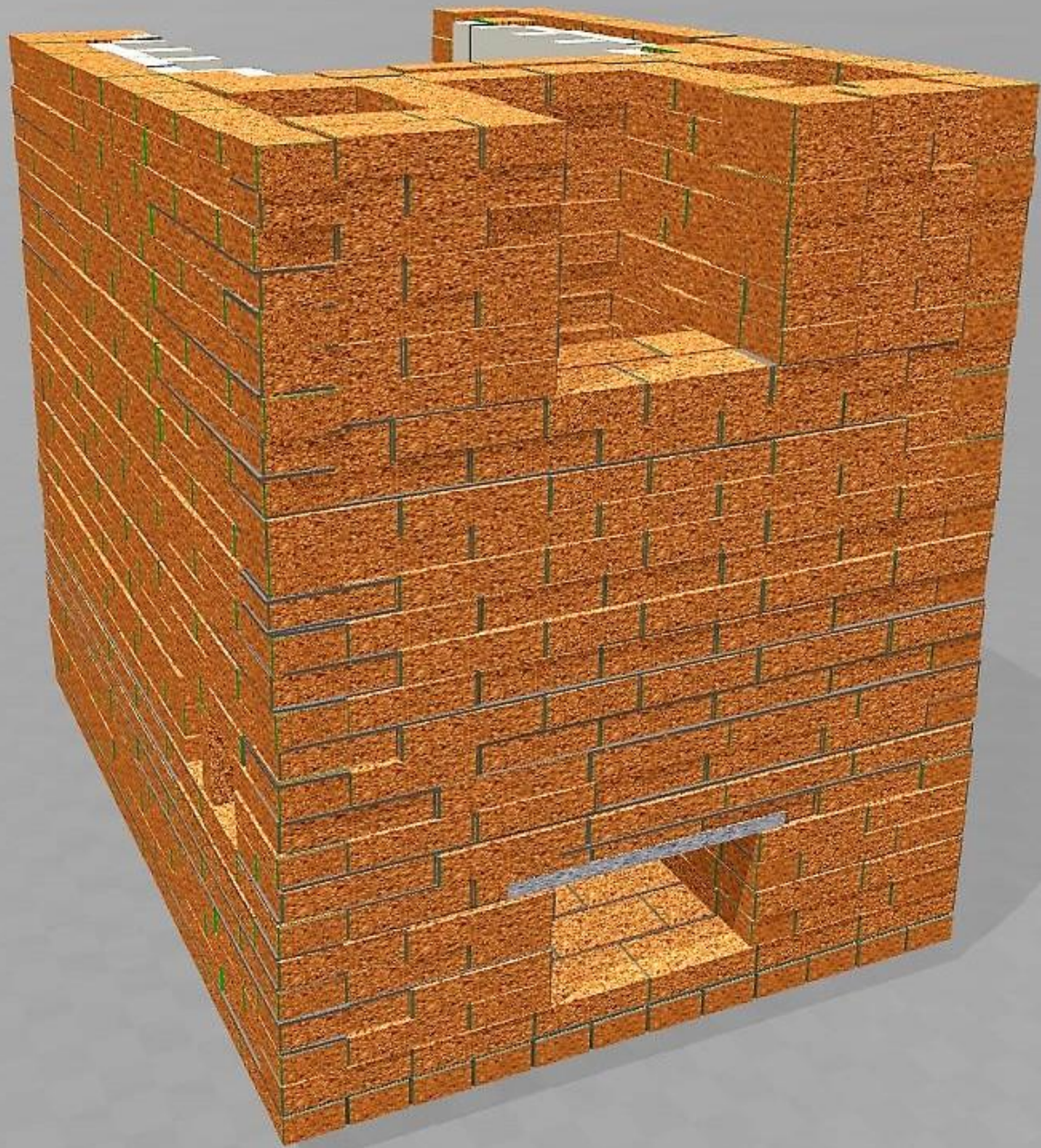
**Boques dels canals
de foc**



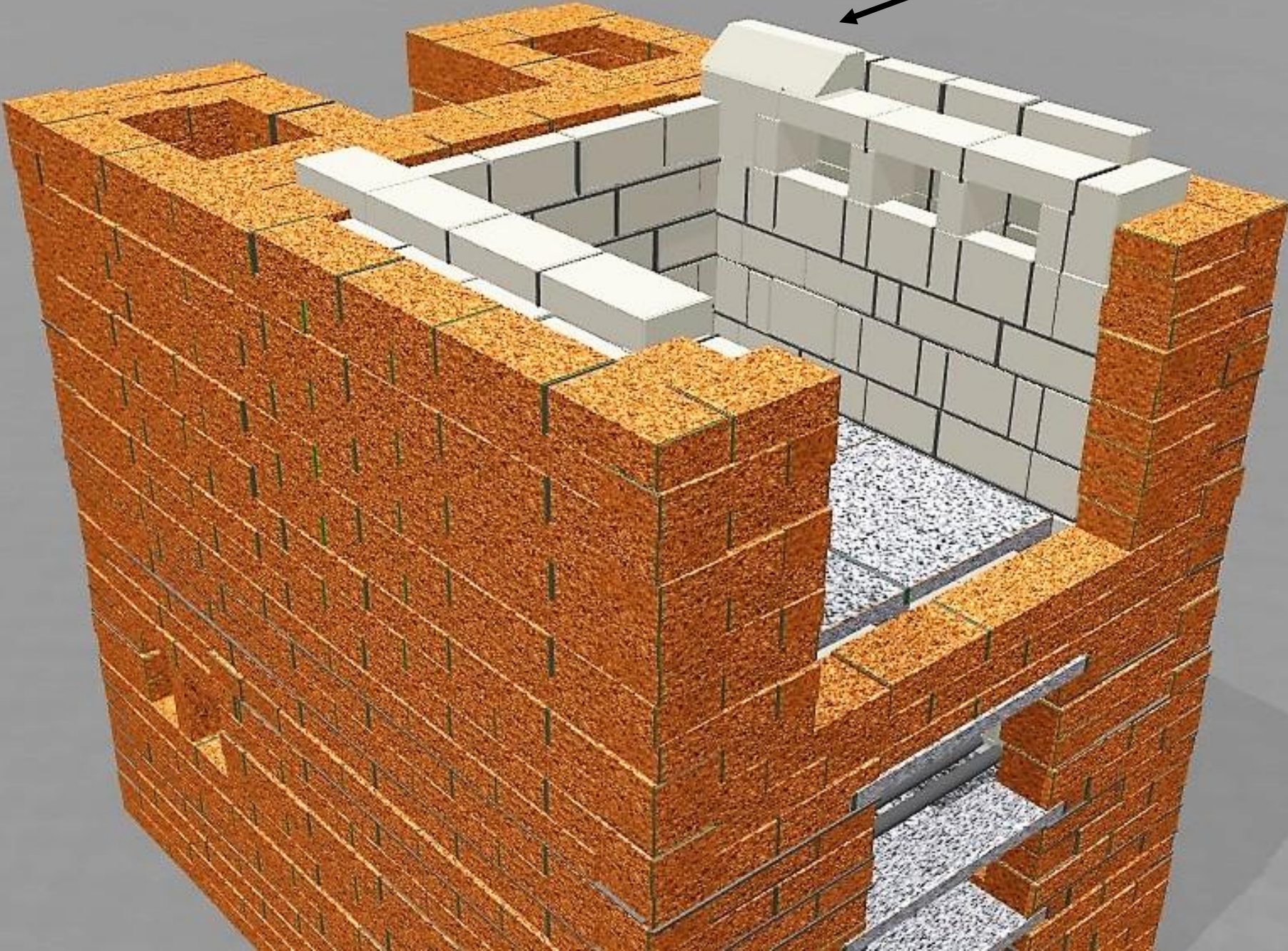


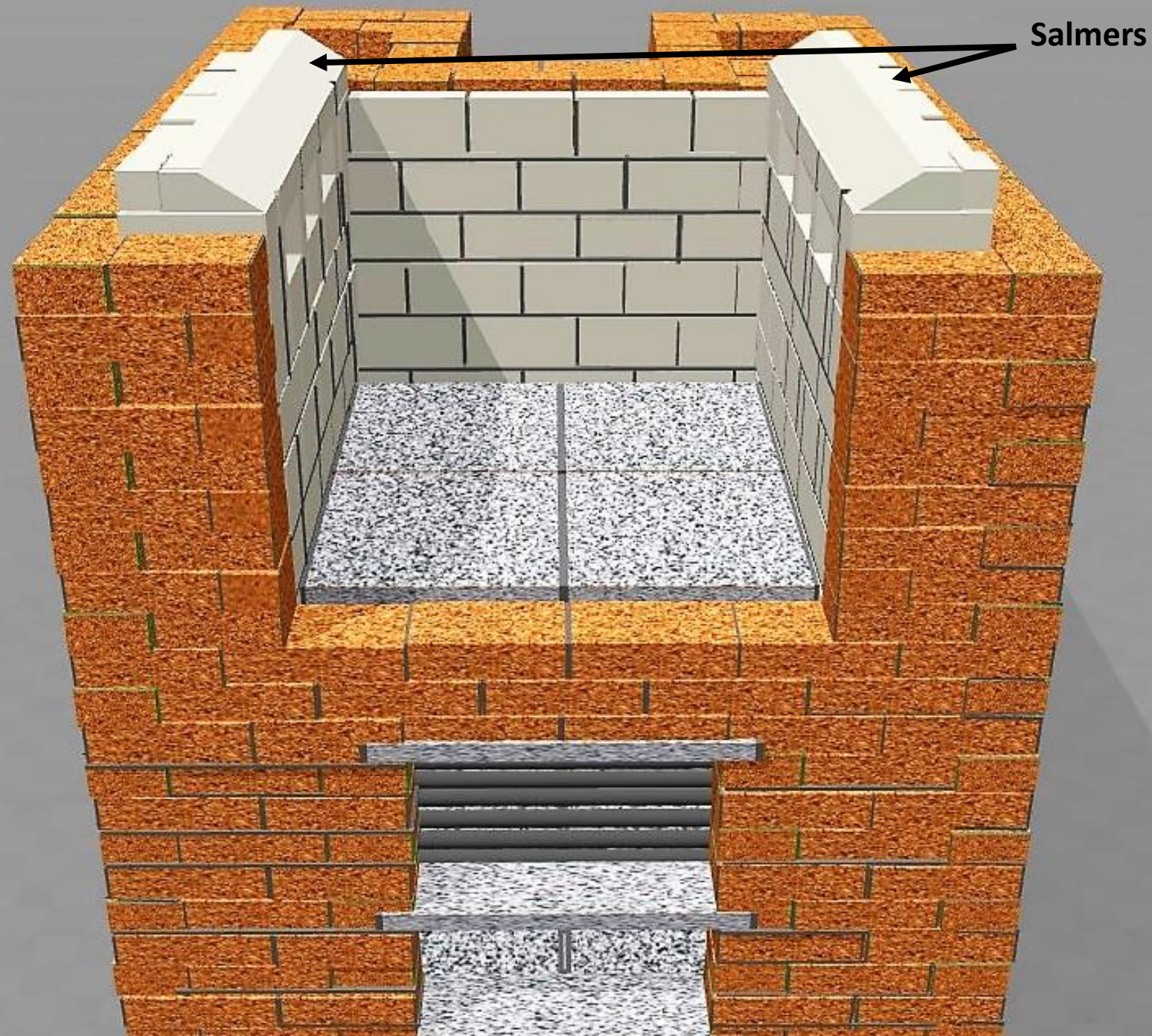
CE

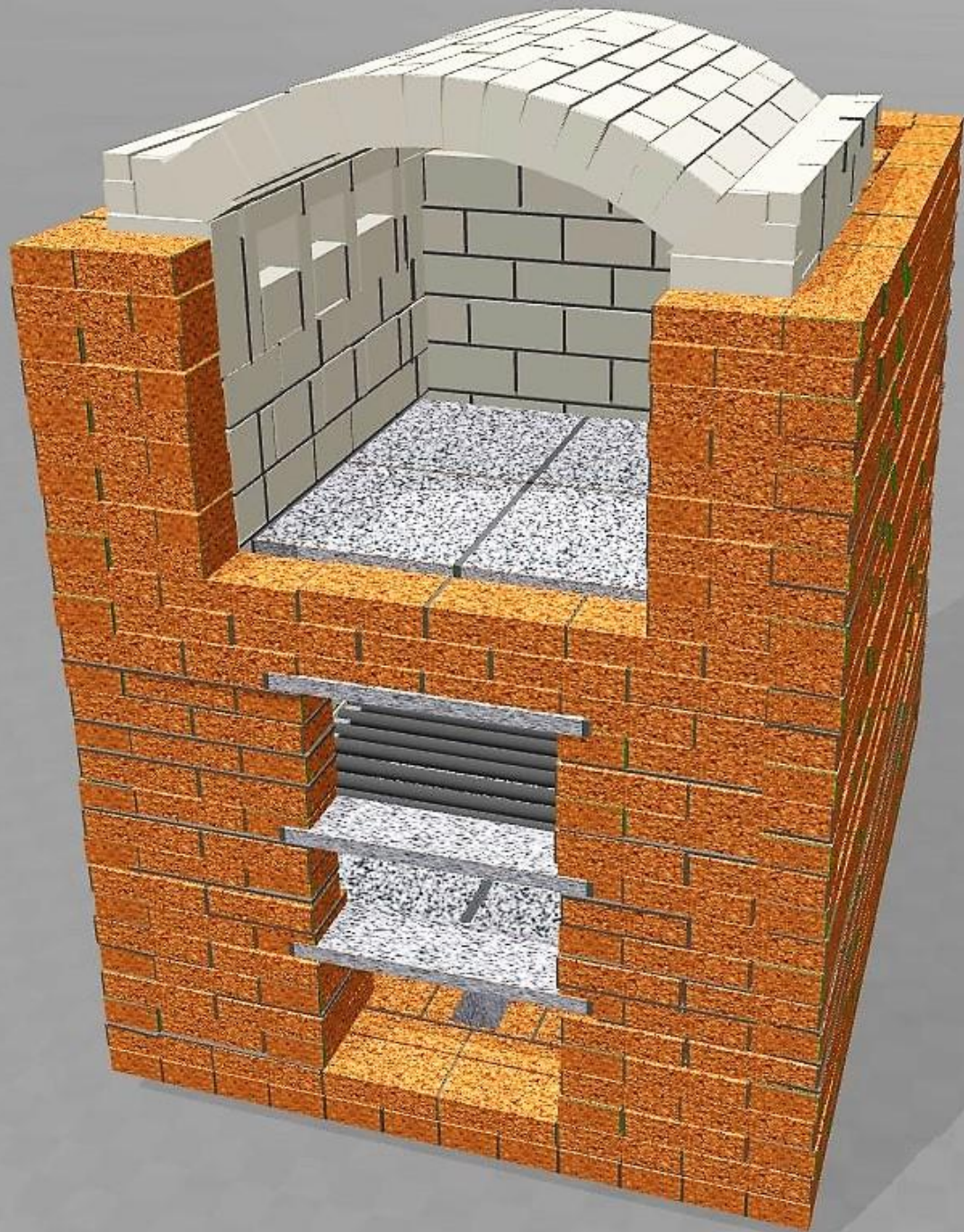


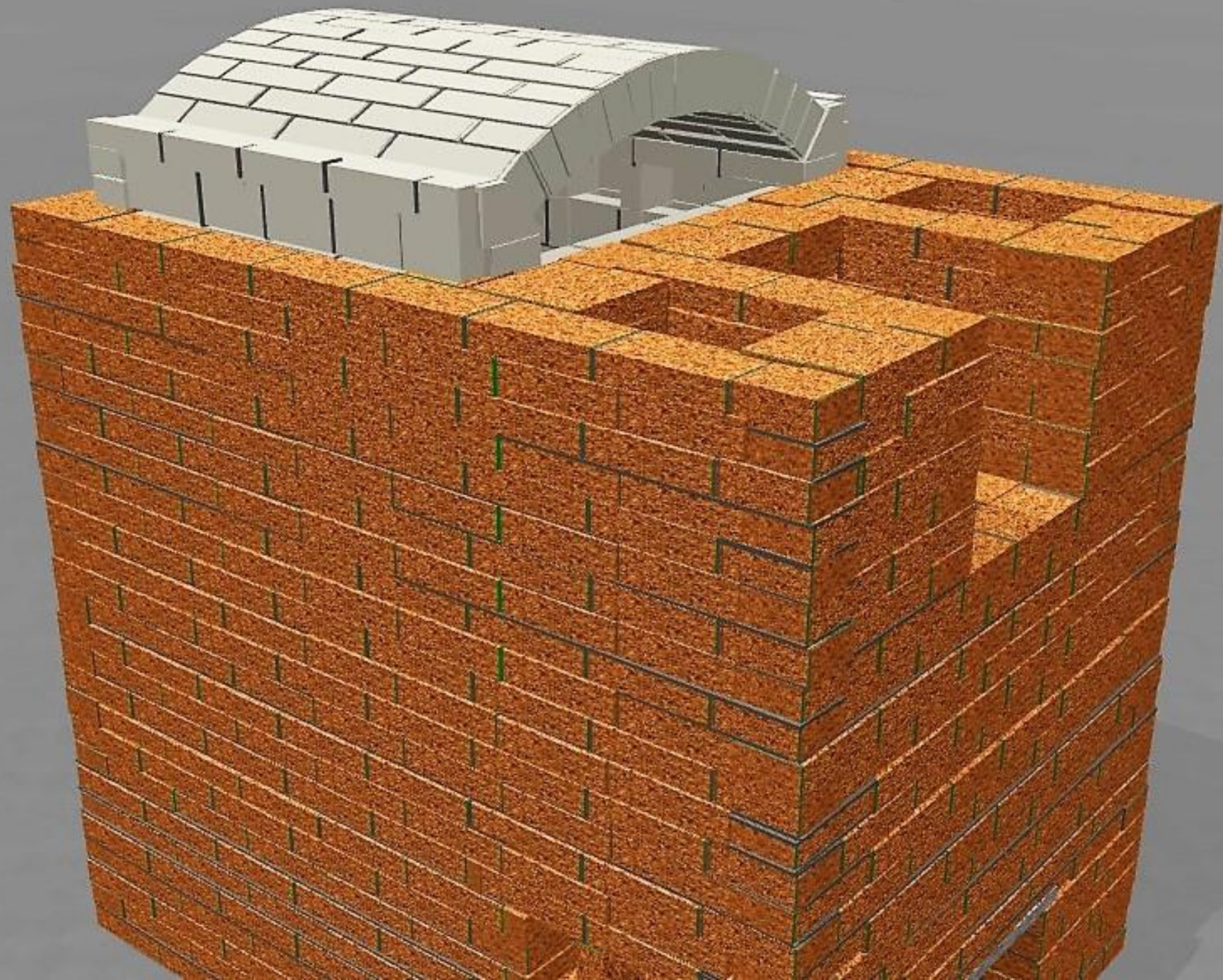


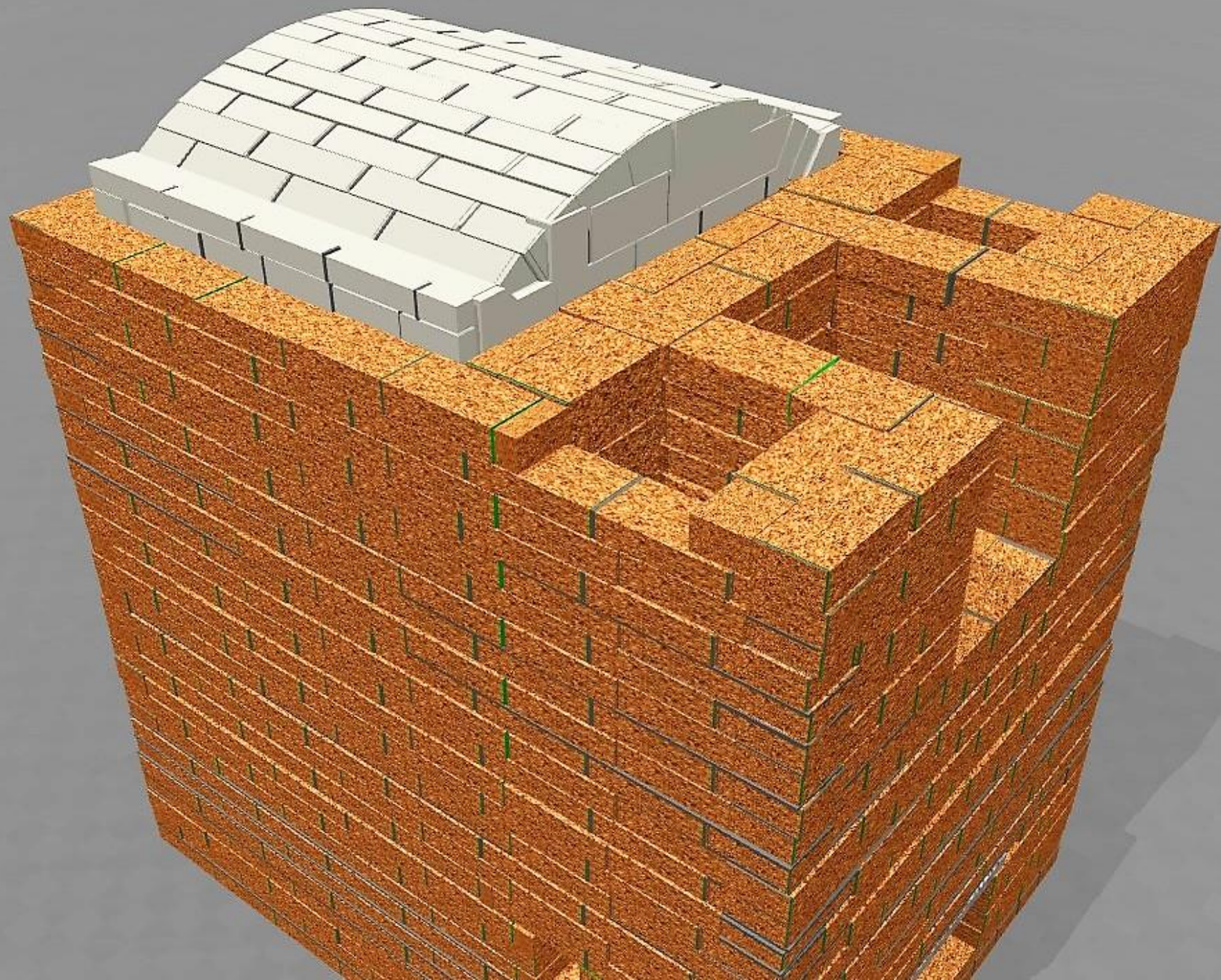
Salmer





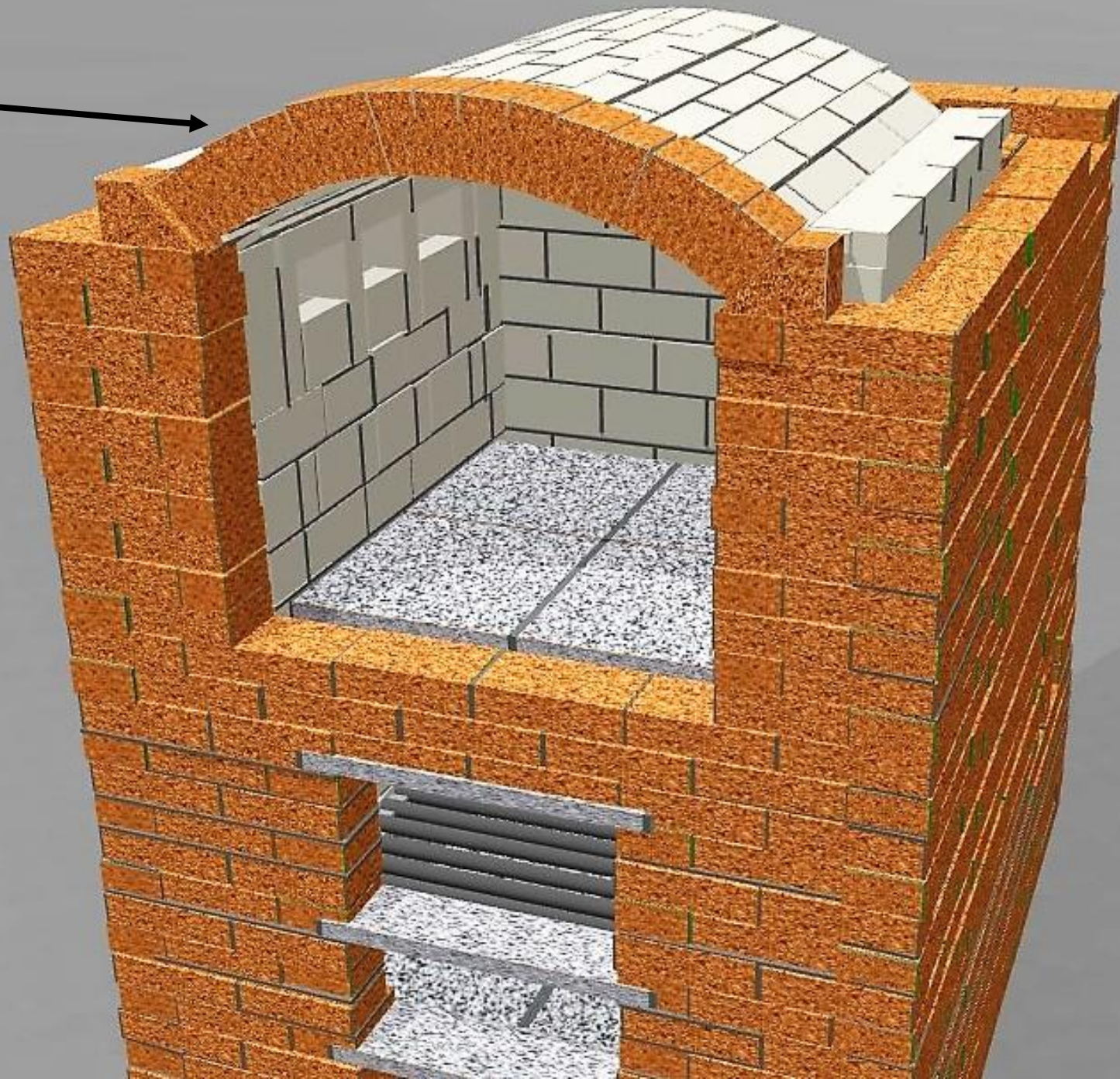


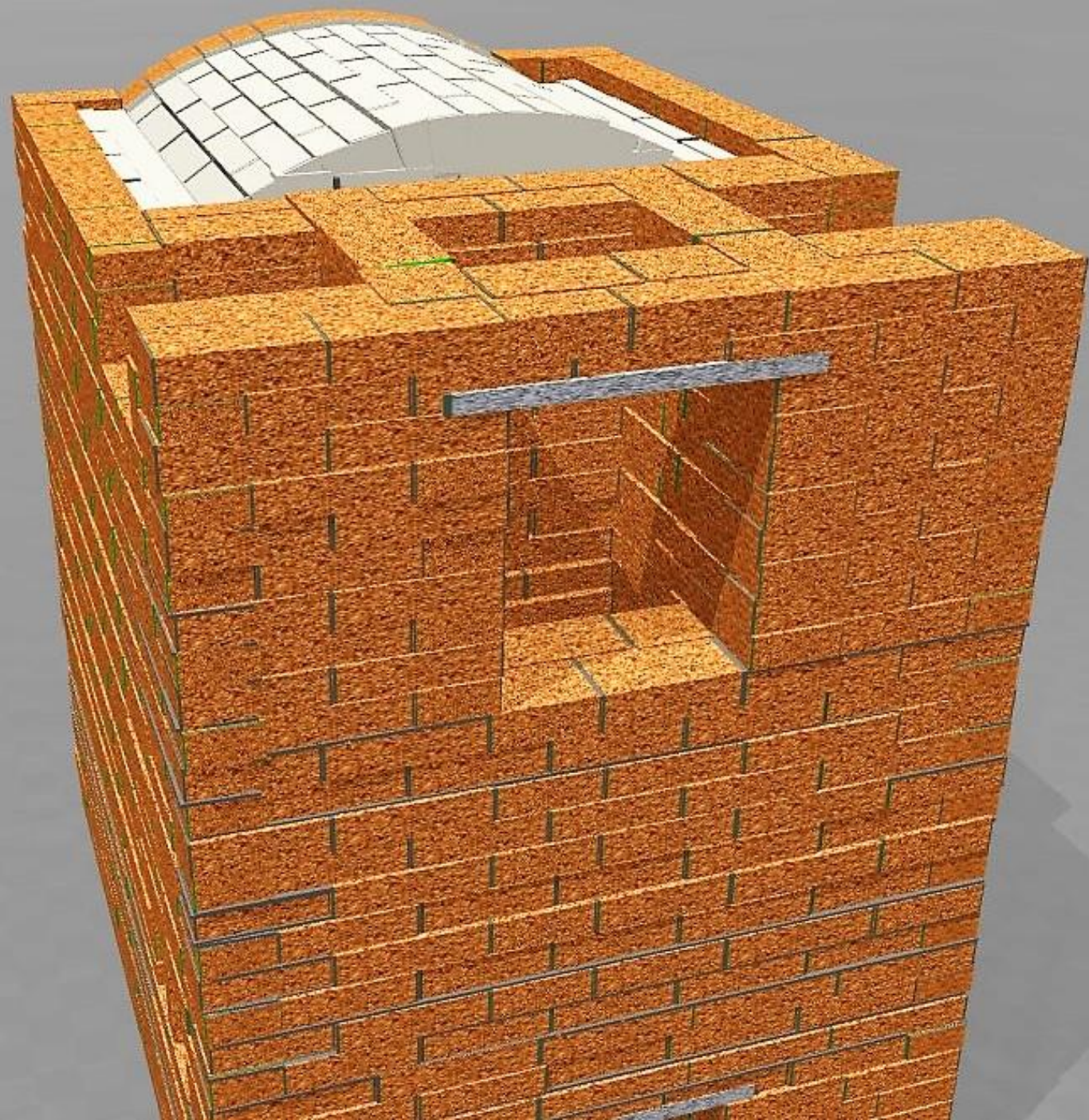


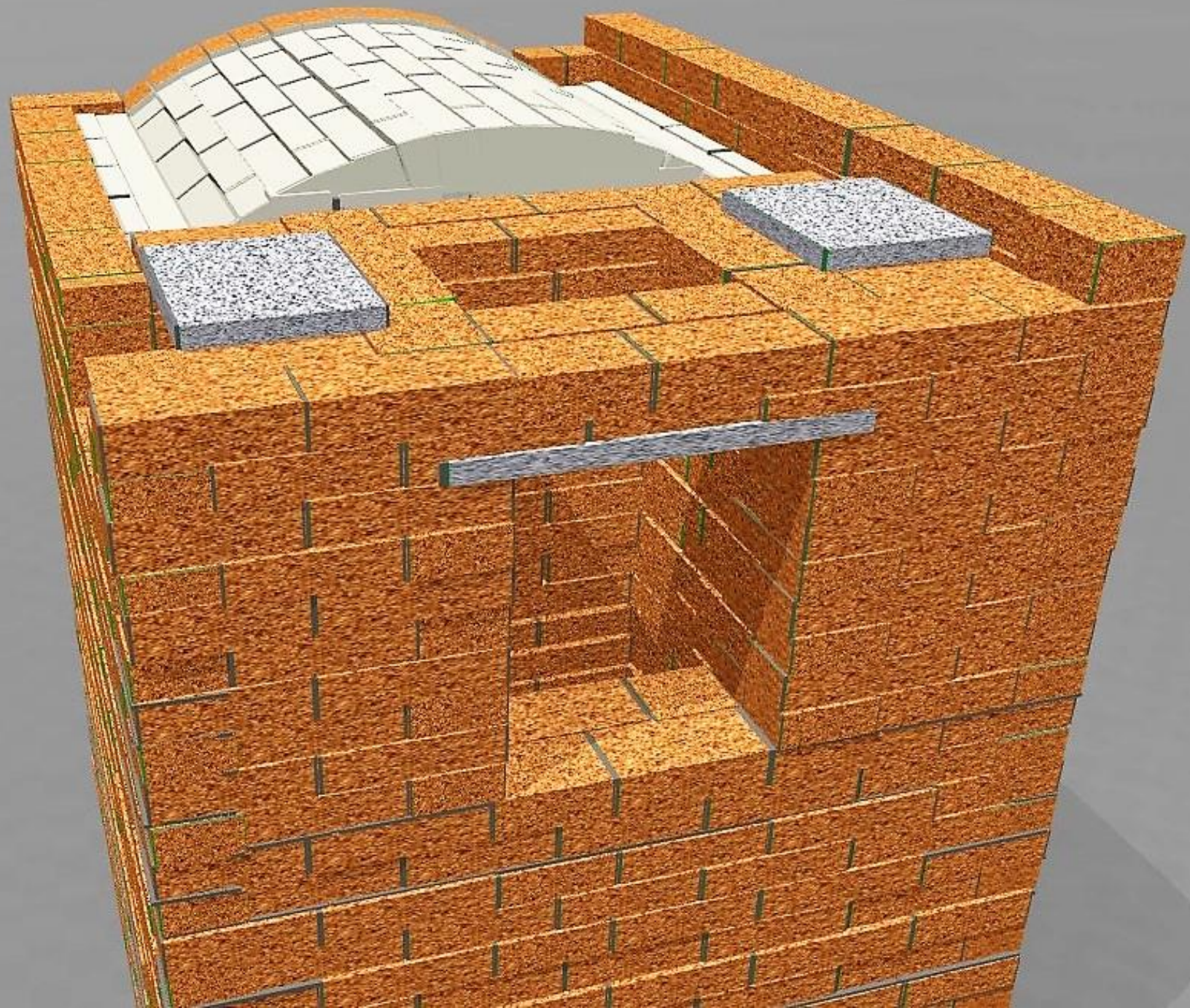


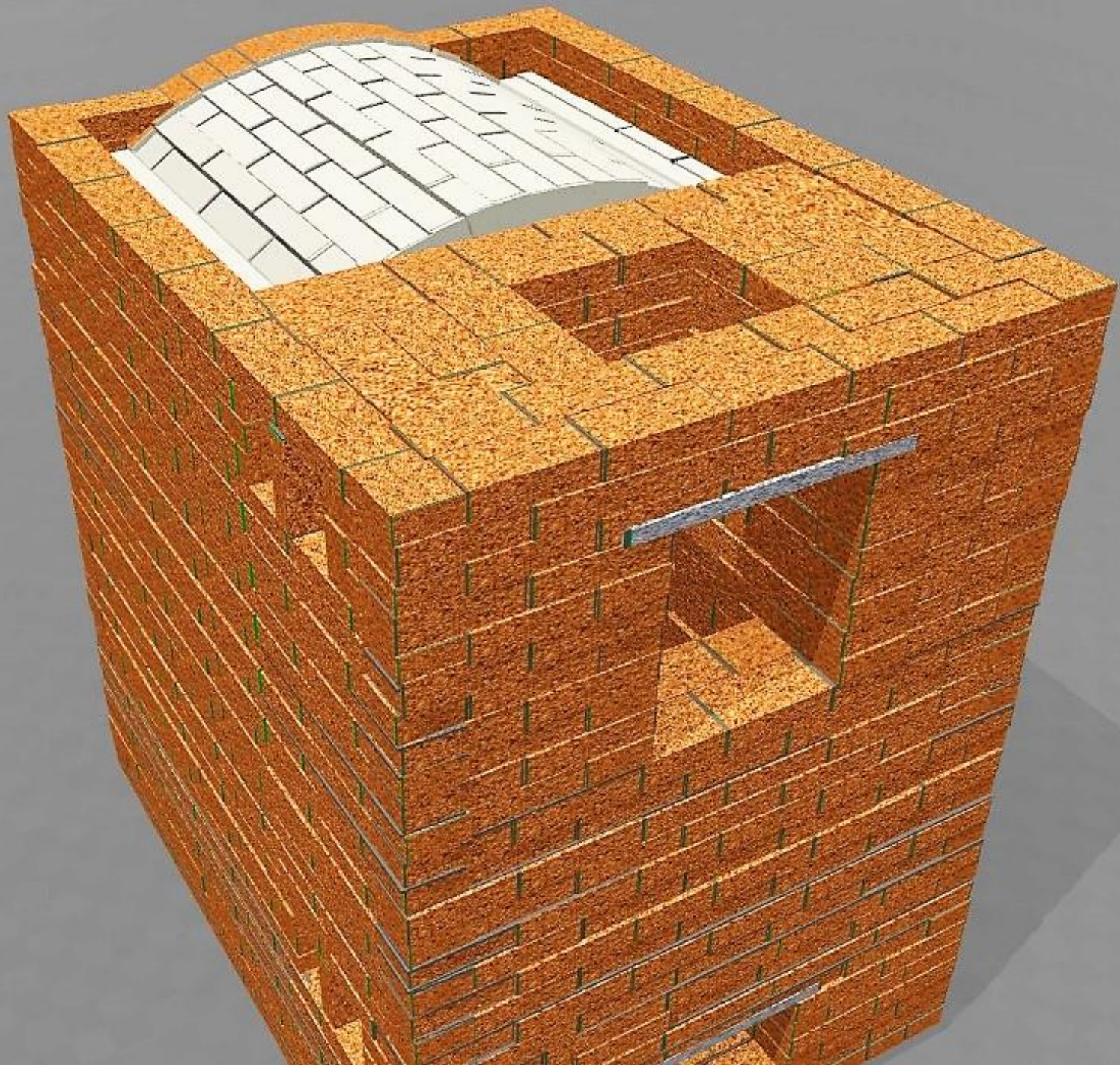


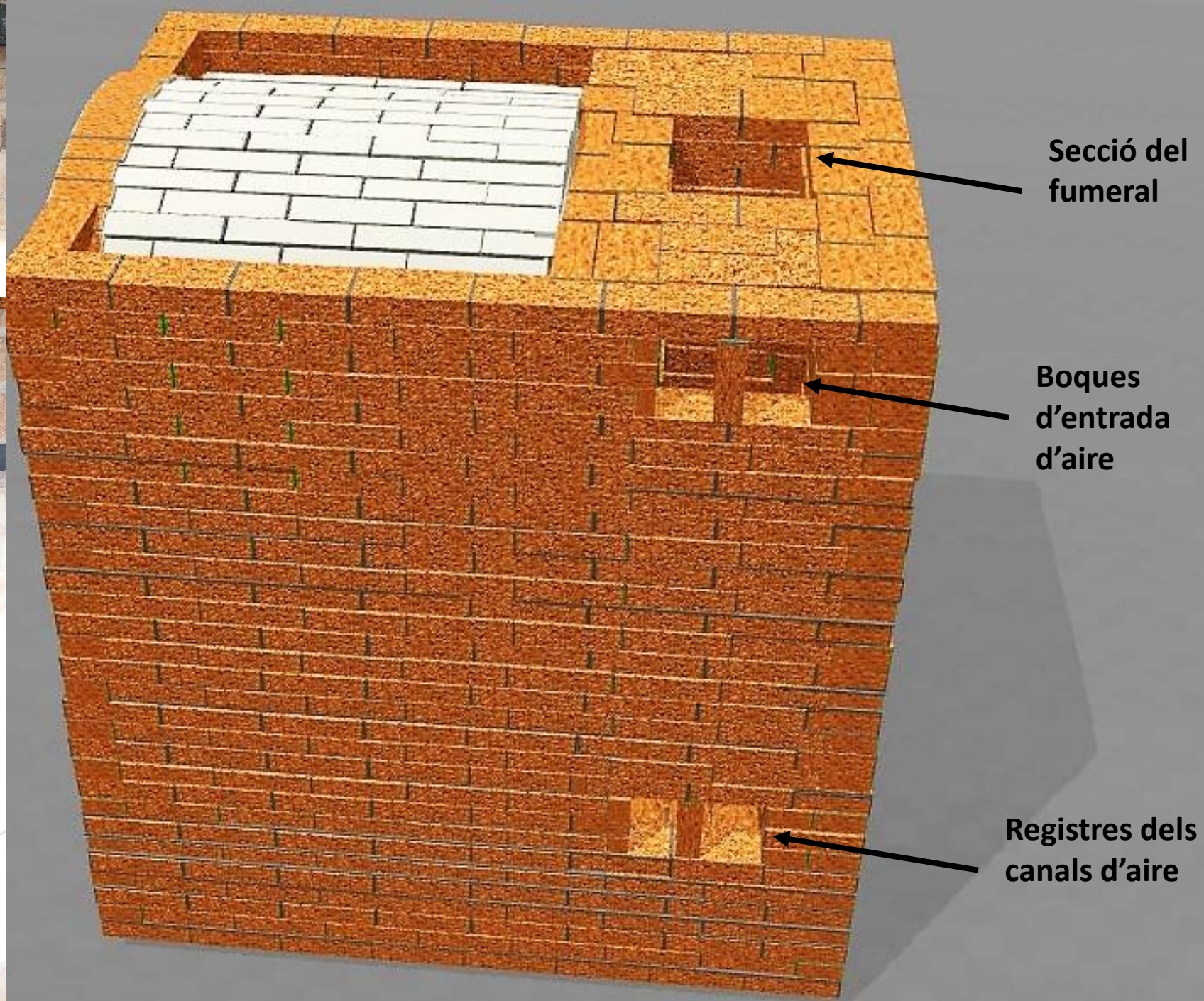
Arc de la porta

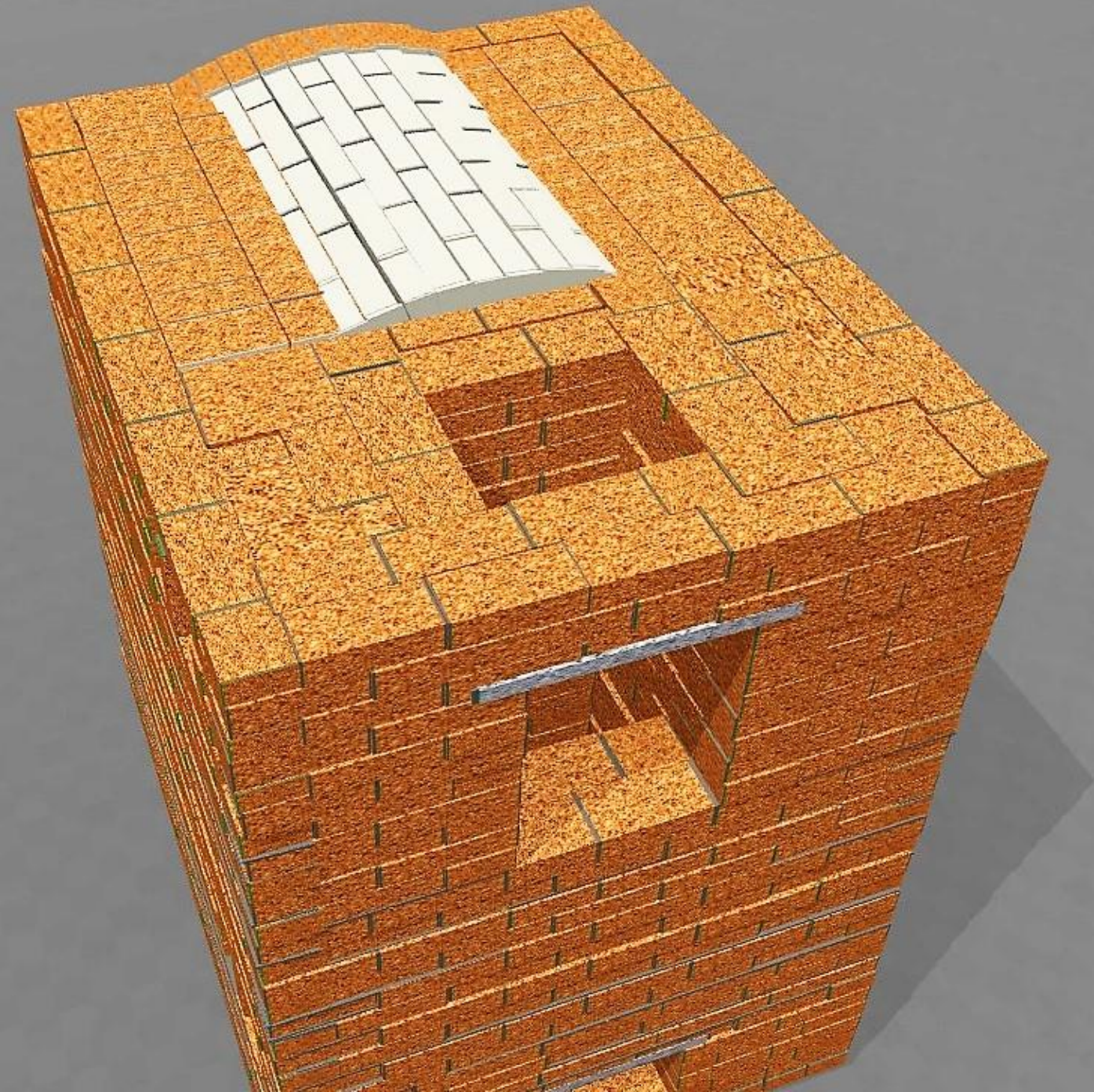


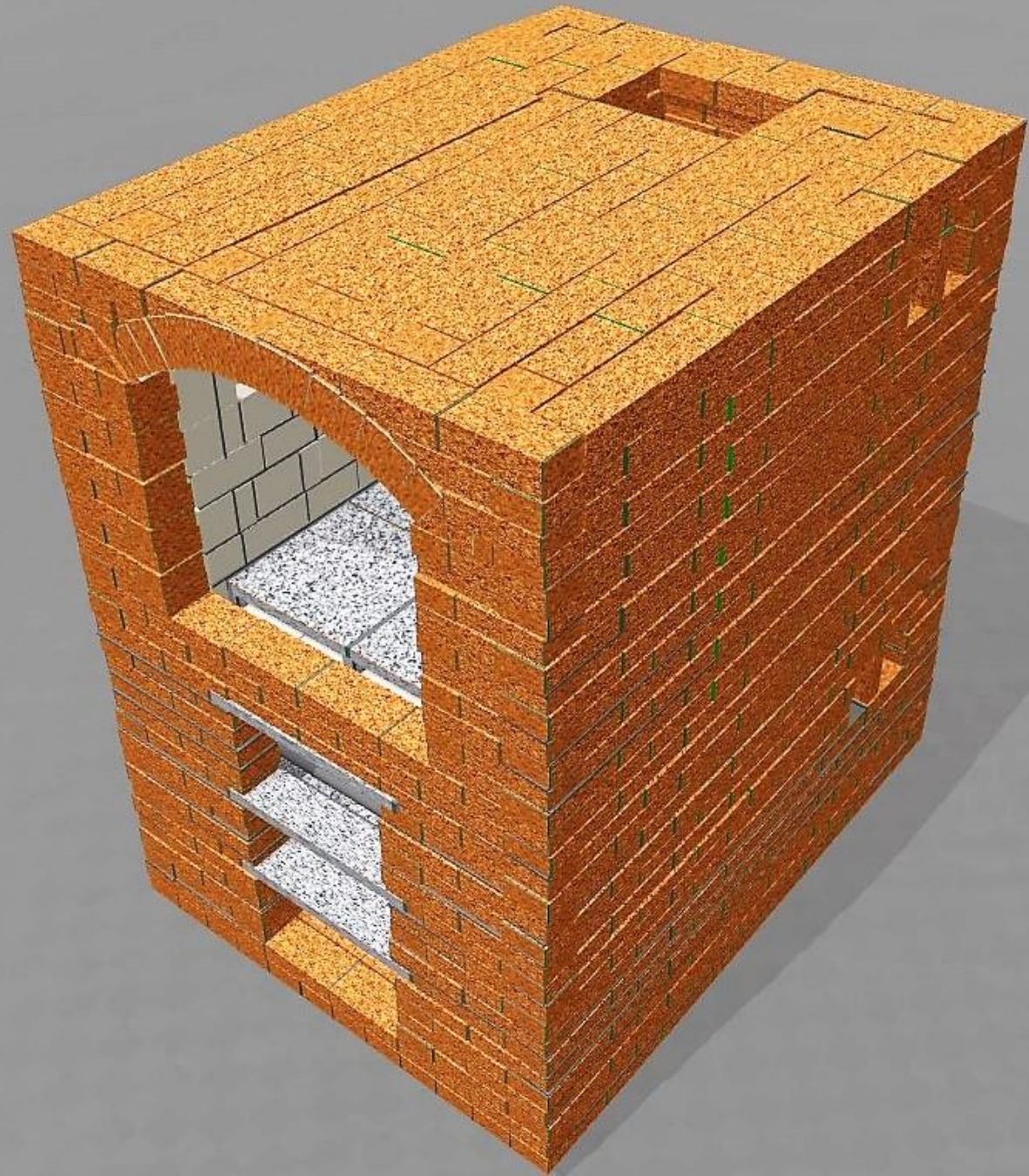


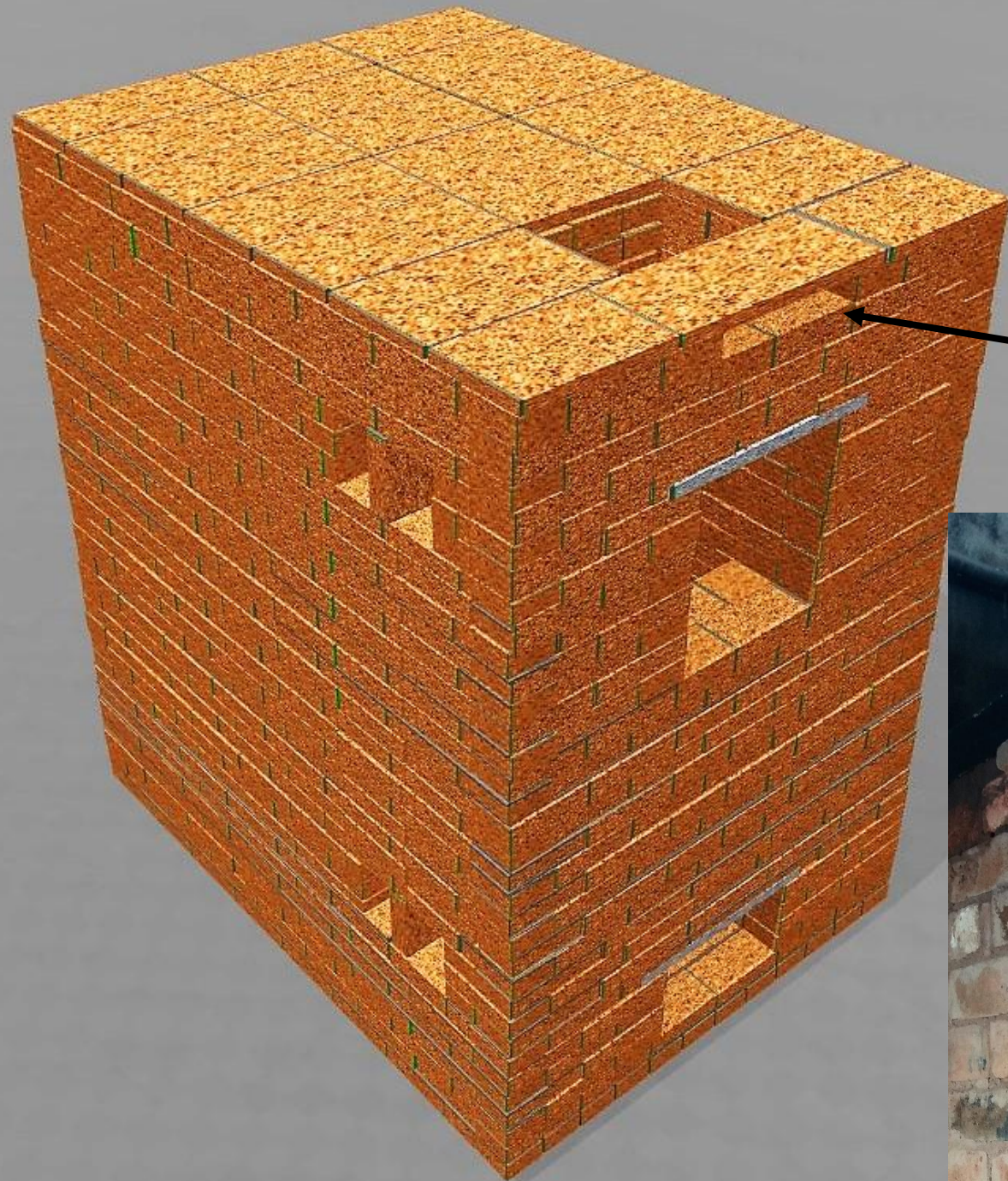








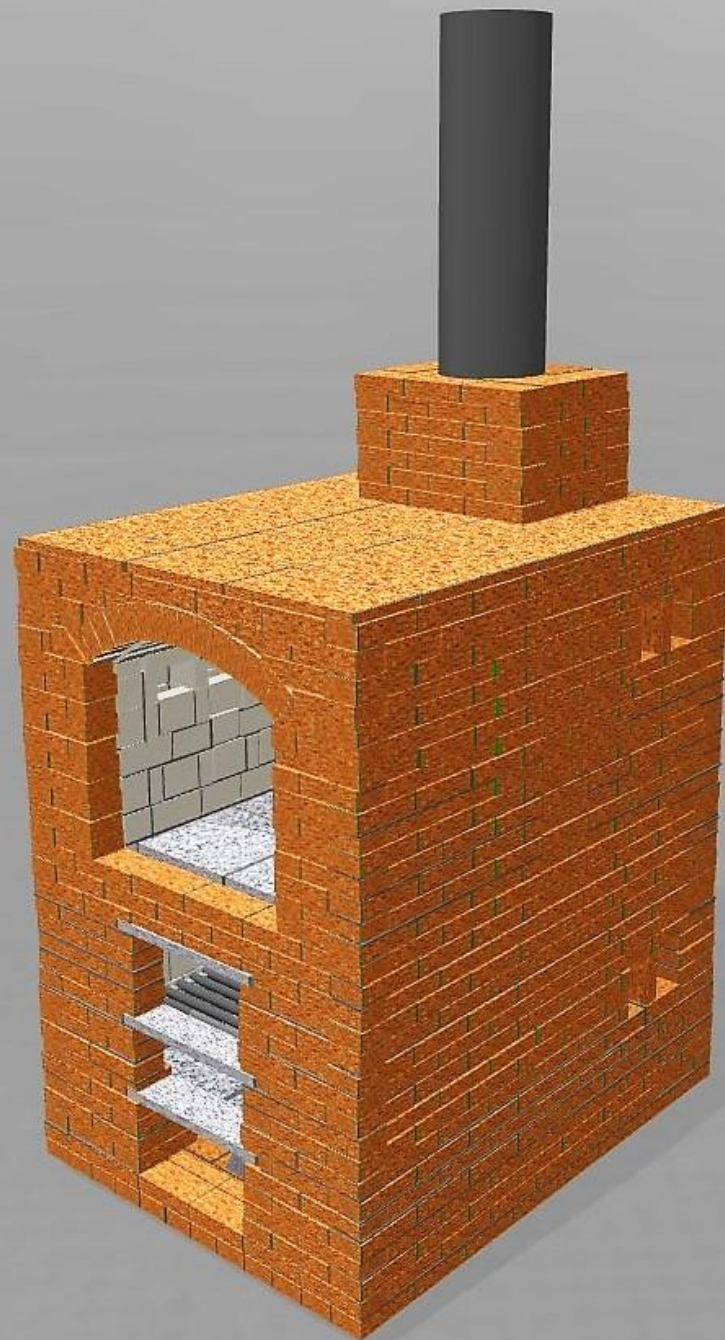




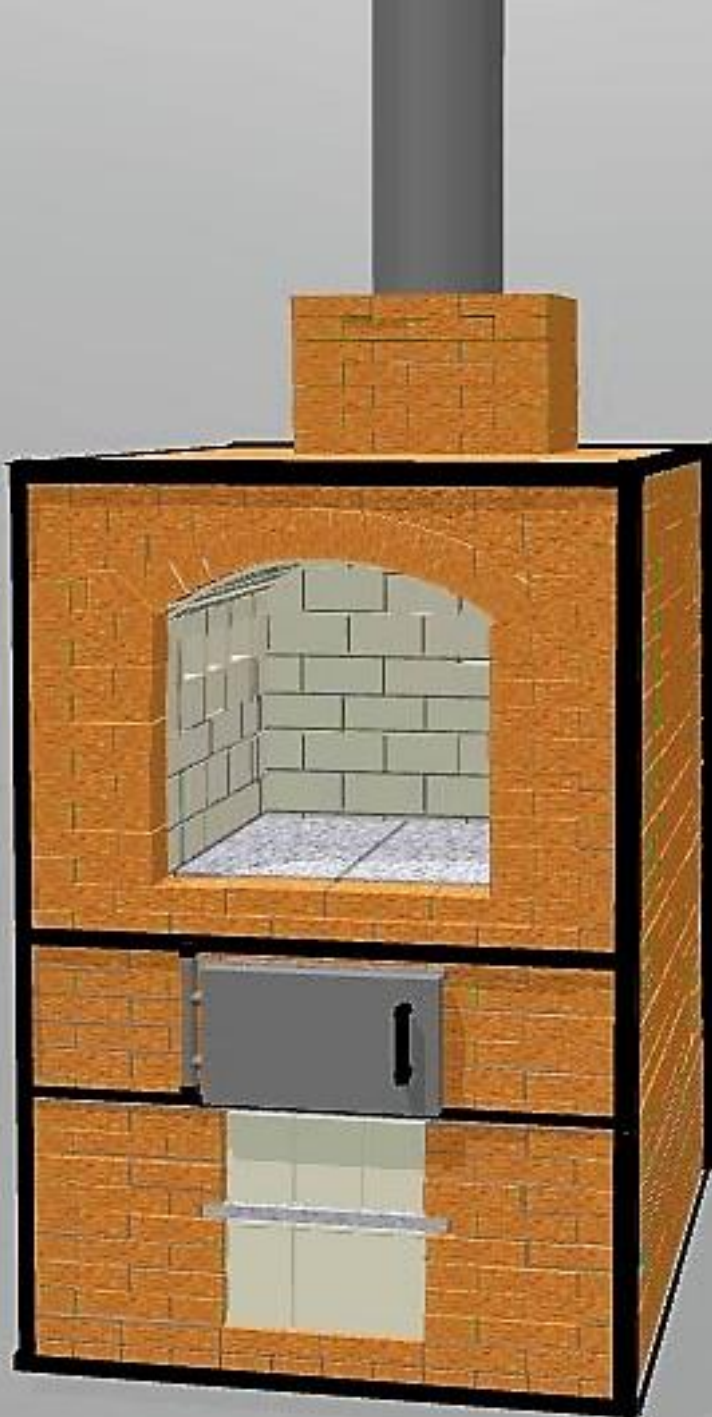
Registre del tir











Gràcies per a vostra atenció

<http://rafagalindoceramica.com/>