INFORME 1.2.8

INFORME DE BUENAS PRÁCTICAS SOBRE MÉTODOS, HABILIDADES Y COMPETENCIAS EN RELACIÓN CON LOS PRODUCTOS DE PIEDRA

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA FACHADA DE SILLERÍA DE GRAN FORMATO DE PIEDRA NATURAL

Esta publicación está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

"The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the El apoyo de la Comisión Europea para la producción de esta publicación no constituye una aprobación del contenido, el cual refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en la misma".

Consortium members: Deutscher Naturwerkstein-Verband E.V (DNV), Asociatia Romania Green Building Council (RoGBC), Colegio Oficial de Arquitectos de la Región de Murcia (COAMU), Asociación Empresarial de Investigación Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales (CTM), Klesarska Skola Pucisca (KLESARSKA)

Contenido

1. INTRODUCCIÓN 3
2. CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES 4
3. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS 6
4. PROCESO CONSTRUCTIVO 7
4.1 Colocación de las guías 7
4.2 Colocación de la primera hilera de sillares de piedra natural 8
4.3 Elevación de la cuerda guía para la colocación de las sucesivas hileras de sillares 14
4.4 Colocación de las hileras restantes de los muros de sillería 14
4.5 Colocación de la última fila para la ejecución del tejado 17
5. RESUMEN. PASOS A SEGUIR EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO 19
6. REFERENCIAS 19

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto BIMstone nace de la fusión de tres líneas de acción cuya convergencia es la consolidación de una base material didáctica para la formación en el sector de la piedra.
Estas tres líneas de acción son:
- BIM (Building Information Modeling).
- ACV (Análisis de Ciclo de Vida).
- Metodologías de digitalización para la colocación de productos de piedra.

La Comisión Europea se centra en el sector de la construcción según los criterios de crecimiento inteligente (desarrollo y economía basados en el conocimiento y la innovación) y crecimiento integrador (garantizar la cohesión social y territorial a través del empleo).

De acuerdo con el contexto anterior, el objetivo general del proyecto BIMstone es aumentar las habilidades de los trabajadores en el ámbito de la colocación de los productos de piedra, en particular en la colocación de diferentes tipos de suelos y paredes en edificios y entornos urbanos, con el fin de aumentar la calidad de la obra final, la permanencia de la obra y la sostenibilidad del medio ambiente, mediante el uso de métodos sin materiales no reciclables y/o ecológicos. Por ello, es necesario definir y recopilar los sistemas de ejecución y métodos de colocación más adecuados para los productos de piedra.

La primera tarea del proyecto BIMstone "*O1. Establecimiento de resultados de aprendizaje comunes sobre métodos de colocación de la piedra, análisis del ciclo de vida (ACV) y normativa*" abarca una serie de tareas específicas entre las que se encuentra la elaboración de este informe.

Este informe de buenas prácticas aborda la determinación de habilidades y competencias, así como la definición de los procesos de aplicación más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

De todos los elementos constructivos de piedra natural seleccionados en este proyecto, este informe se centra en la construcción de una fachada de sillería de piedra natural de gran formato, describiendo con detalle algunas de sus características, tanto constructivas como ambientales, y el proceso constructivo a seguir para conseguir un resultado óptimo.

Consortium members: Deutscher Naturwerkstein-Verband E.V (DNV), Asociatia Romania Green Building Council (RoGBC), Colegio Oficial de Arquitectos de la Región de Murcia (COAMU), Asociación Empresarial de Investigación Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales (CTM), Klesarska Skola Pucisca (KLESARSKA)

2. CONSIDERACIONES MEDIOAMBIENTALES

Las Declaraciones Ambientales de Producto (DAPs) son la forma más clara, rigurosa e internacionalmente aceptada de proporcionar el perfil ambiental de un producto a lo largo de su ciclo de vida.

La DAP "***Paneles de fachada y revestimientos de piedra caliza Jura (Fassaden- und Wandplatten aus Jura Kalkstein)***" incluye productos de piedra natural cuya función principal es el uso ornamental para cubrir superficies interiores y exteriores, como suelos, paredes, fachadas, escaleras, etc. y ha sido verificada y publicada en https://ibu-epd.com.

La DAP de losas de piedra caliza se ha realizado según la metodología de ACV con información ambiental cuantificada de todo su ciclo de vida. Es decir, la DAP de estos materiales es del tipo "de la cuna a la puerta", como se puede ver en la siguiente tabla, que incluye las etapas del ciclo de vida consideradas.

DESCRIPTION OF THE SYSTEM BOUNDARY (X = INCLUDED IN LCA; MND = MODULE NOT DECLARED)																
PRODUCT STAGE			CONSTRUCTION PROCESS STAGE		USE STAGE							END OF LIFE STAGE				BENEFITS AND LOADS BEYOND THE SYSTEM BOUNDARIES
Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport from the gate to the site	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling-potential
A1	**A2**	**A3**	**A4**	**A5**	**B1**	**B2**	**B3**	**B4**	**B5**	**B6**	**B7**	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**	**D**
X	X	X	X	MND	MND	X	MNR	MNR	MNR	MND	MND	MND	MND	MND	X	MND

Fuente: IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.

Esta EPD ha sido desarrollada y verificada de acuerdo con las normas EN 15804 y EN ISO 14025 y las Normas de Categoría de Producto (PCR) para las losas de mármol y piedra caliza utilizadas en la construcción de edificios.

La unidad funcional de la EPD se define como 1 tonelada de masa de piedra natural (corresponde a 12,82 m², 30 mm de espesor). El alcance del estudio se ha definido desde la cuna hasta la puerta, abarcando únicamente el módulo de fabricación (extracción y preparación de las materias primas, transformación de las losas de piedra natural y transporte entre estas etapas).

La EPD detalla la formulación que debe utilizarse (factor de conversión) para transformar la unidad funcional de una tonelada de masa de piedra natural en un metro cuadrado de fachada.

Factors for calculating results for different thicknesses:

Parameter	1 t (corresponds to 19,23 m² of 20 mm thickness)	1 t (corresponds to 12,82 m² of 30 mm thickness)	1 t (corresponds to 9,62 m² of 40 mm thickness)
GWP	1,29	1,00	0,85
ODP	1,37	1,00	0,81
AP	1,18	1,00	0,90
EP	1,19	1,00	0,90
POCP	1,27	1,00	0,86
ADPE	1,41	1,00	0,78
ADPF	1,31	1,00	0,85
PERT	1,36	1,00	0,79
PENRT	1,31	1,00	0,84

Fuente: IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.

Los resultados del ACV - Impacto Ambiental son:

RESULTS OF THE LCA - ENVIRONMENTAL IMPACT: 1 t Jura Limestone façade panels and wall cladding (corresponds to 12.82 m², 30 mm thick)

Parameter	Unit	A1-A3	A4	B2	C4
Global warming potential	[kg CO_2-Eq.]	59.90	4.73	0.04	16.14
Depletion potential of the stratospheric ozone layer	[kg CFC11-Eq.]	6.33E-11	6.00E-13	2.21E-9	1.52E-11
Acidification potential of land and water	[kg SO_2-Eq.]	1.80E-1	1.96E-2	9.75E-5	9.54E-2
Eutrophication potential	[kg $(PO_4)^{3-}$-Eq.]	2.72E-2	4.84E-3	6.26E-5	1.30E-2
Formation potential of tropospheric ozone photochemical oxidants	[kg ethene-Eq.]	1.25E-2	-7.24E-3	2.47E-5	7.51E-3
Abiotic depletion potential for non-fossil resources	[kg Sb-Eq.]	8.61E-5	4.92E-7	-6.13E-9	5.79E-6
Abiotic depletion potential for fossil resources	[MJ]	842.44	64.26	0.59	208.74

RESULTS OF THE LCA - RESOURCE USE: 1 t Jura Limestone façade panels and wall cladding (corresponds to 12.82 m², 30 mm thick)

Parameter	Unit	A1-A3	A4	B2	C4
Renewable primary energy as energy carrier	[MJ]	1188.26	4.25	0.15	25.24
Renewable primary energy resources as material utilization	[MJ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Total use of renewable primary energy resources	[MJ]	1188.26	4.25	0.15	25.24
Non-renewable primary energy as energy carrier	[MJ]	850.92	64.45	0.61	216.11
Non-renewable primary energy as material utilization	[MJ]	14.29	0.00	0.00	0.00
Total use of non-renewable primary energy resources	[MJ]	865.22	64.45	0.61	216.11
Use of secondary material	[kg]	0.00	0.00	0.00	0.00
Use of renewable secondary fuels	[MJ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Use of non-renewable secondary fuels	[MJ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Use of net fresh water	[m³]	2.02	0.00	0.01	0.04

RESULTS OF THE LCA – OUTPUT FLOWS AND WASTE CATEGORIES: 1 t Jura Limestone façade panels and wall cladding (corresponds to 12.82 m², 30 mm thick)

Parameter	Unit	A1-A3	A4	B2	C4
Hazardous waste disposed	[kg]	1.32E-5	4.06E-6	1.12E-5	3.42E-6
Non-hazardous waste disposed	[kg]	1.35E+3	4.70E-3	8.28E-3	1.00E+3
Radioactive waste disposed	[kg]	9.03E-3	7.40E-5	5.89E-6	2.92E-3
Components for re-use	[kg]	0.00	0.00	0.00	0.00
Materials for recycling	[kg]	0.00	0.00	0.00	0.00
Materials for energy recovery	[kg]	0.00	0.00	0.00	0.00
Exported electrical energy	[MJ]	0.00	0.00	0.00	0.00
Exported thermal energy	[MJ]	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.

3. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

Se denomina mampostería al sistema constructivo tradicional que consiste en levantar muros y paramentos, con diversos fines, mediante la colocación de elementos realizados, en este caso, con piedra natural.

La piedra natural destaca por su variedad de colores, acabados, texturas, formatos, así como por su originalidad, gran resistencia y durabilidad. En cuanto a la eficiencia energética, destacan por su resistencia térmica y el mantenimiento de la temperatura en el interior, lo que supone un importante ahorro energético.

Este sistema permite reducir el desperdicio de materiales utilizados y genera fachadas portantes; es adecuado para construcciones de gran altura. La mayor parte de la construcción es estructural.

La disposición y el encaje de los materiales utilizados en los muros se denomina aparejo. En la actualidad, se suele utilizar un mortero de cemento y arena con la adición de una cantidad adecuada de agua para unir las piezas.

Las condiciones de exposición en fachadas, cimentaciones, etc., en las que el agua puede estar presente en al menos un lado del muro, sea éste portante o no, conlleva la necesidad de disponer de unidades de baja permeabilidad y absorción para evitar la entrada de agua a través del muro.

Por supuesto, este fenómeno se reduce en gran medida cuando el muro está protegido adicionalmente mediante revoques, pinturas, repelentes de agua, etc.

Desde el punto de vista de la resistencia, éste no es un factor crítico, siempre que sea resistente a la intemperie y estable en el tiempo.

A la hora de elegir una tipología de piedra para un proyecto determinado, es necesario conocer su proyecto, es necesario conocer sus características obtenidas mediante ensayos de laboratorio.

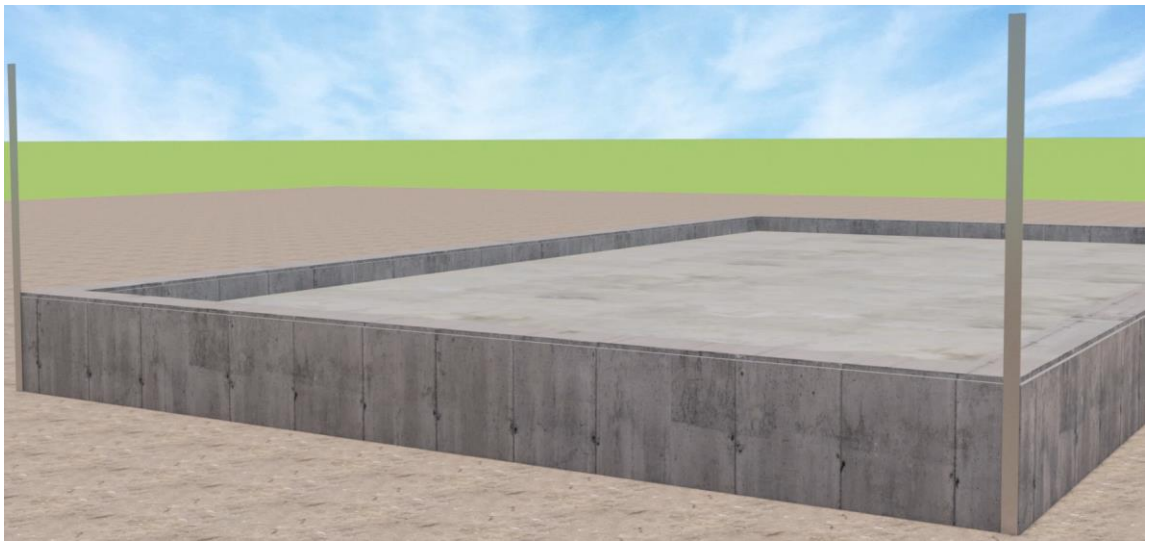
La piedra natural utilizada para las fachadas debe someterse a controles dimensionales, de resistencia, de absorción, de sensibilidad a los cambios debidos a los ciclos térmicos, a las heladas, a los impactos, a la cristalización de las sales y a la reacción.

Consortium members: Deutscher Naturwerkstein-Verband E.V (DNV), Asociatia Romania Green Building Council (RoGBC), Colegio Oficial de Arquitectos de la Región de Murcia (COAMU), Asociación Empresarial de Investigación Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales (CTM), Klesarska Skola Pucisca (KLESARSKA)

4. PROCESO CONSTRUCTIVO

4.1 Colocación de las guías

Sobre la superficie de cimentación ya colocada, se colocan cuatro núcleos guía en las esquinas de cada muro a construir.



Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

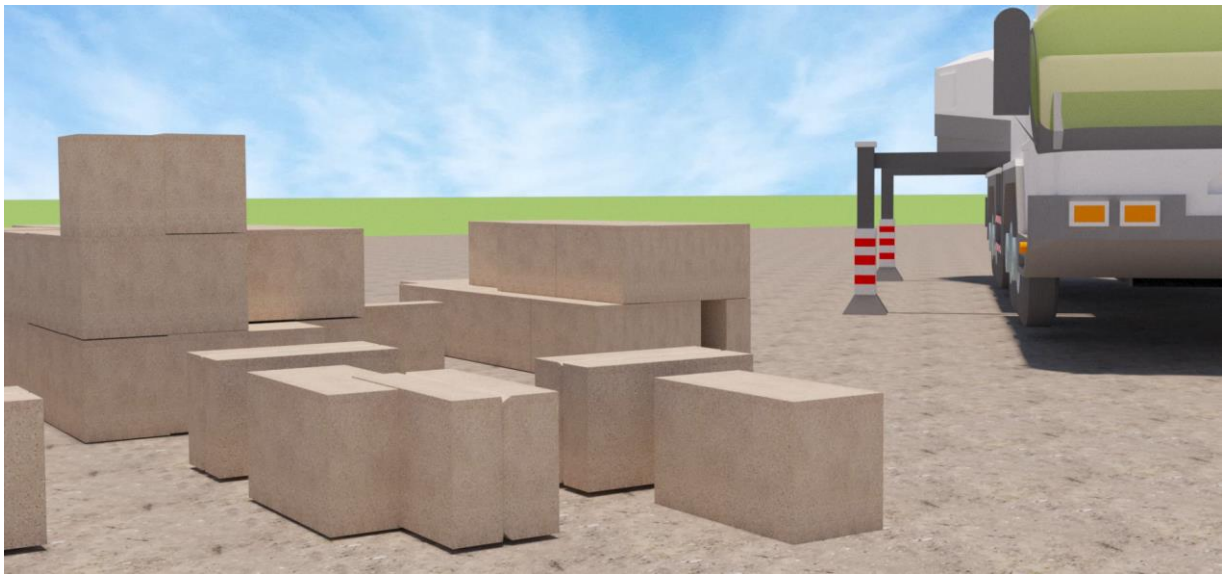
Una vez colocados los listones guía en los extremos de cada muro, se coloca una cuerda guía de nivel para marcar el límite de profundidad al que se debe colocar la primera fila de sillares.

Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

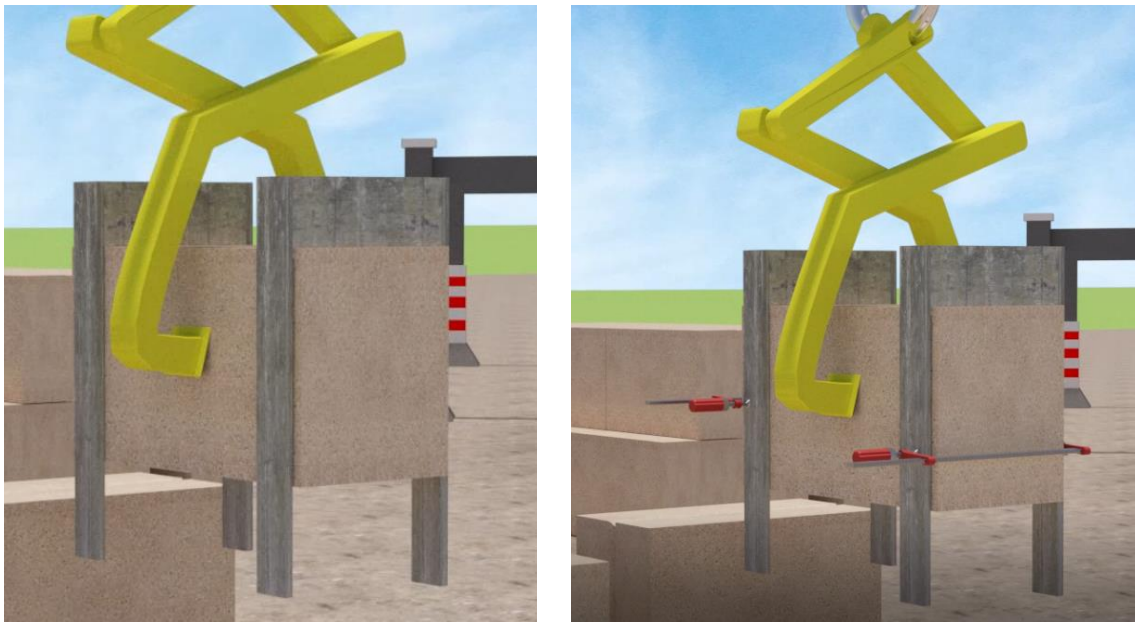
4.2 Colocación de la primera hilera de sillares de piedra natural

Con la maquinaria adecuada, los bloques de piedra natural se trasladan y colocan en la obra.

Los dispositivos de anclaje, la maquinaria y los equipos utilizados para ello deben cumplir con la normativa establecida para garantizar un correcto traslado cumpliendo con los requisitos de seguridad.

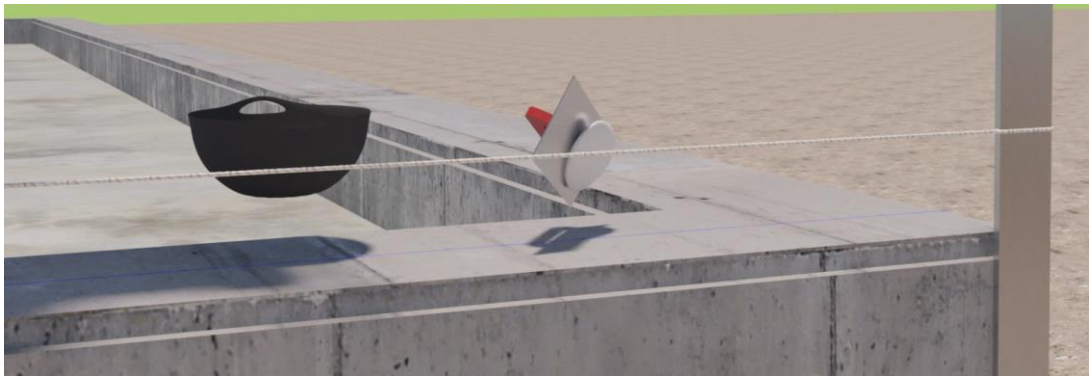


Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

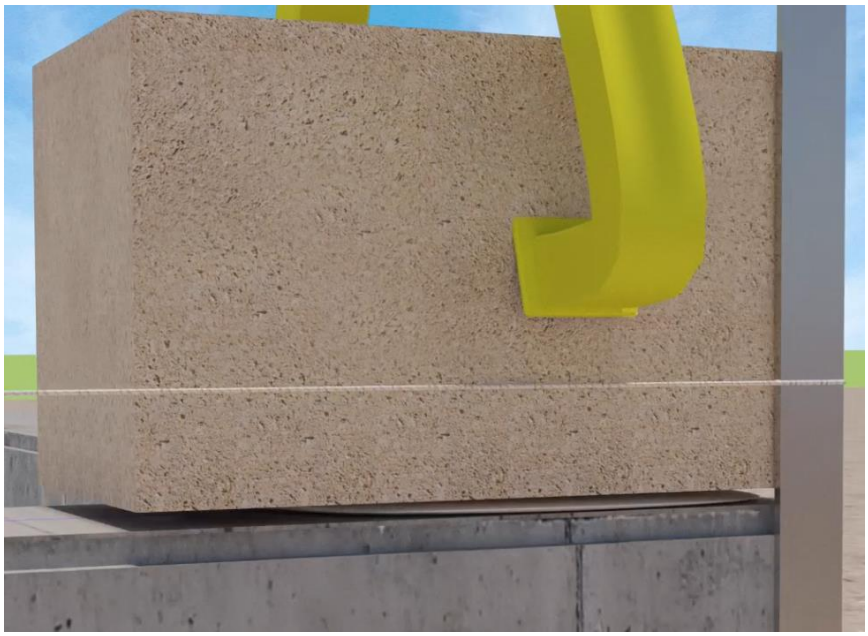


Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

El primer sillar de piedra natural que se coloca es la esquina. Para ello, se aplica una capa de mortero adhesivo sobre la superficie de colocación con la ayuda de una llana.



Fuente: Website del Proyecto BIMstone.



Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

El exceso de material se elimina con la ayuda de una llana.

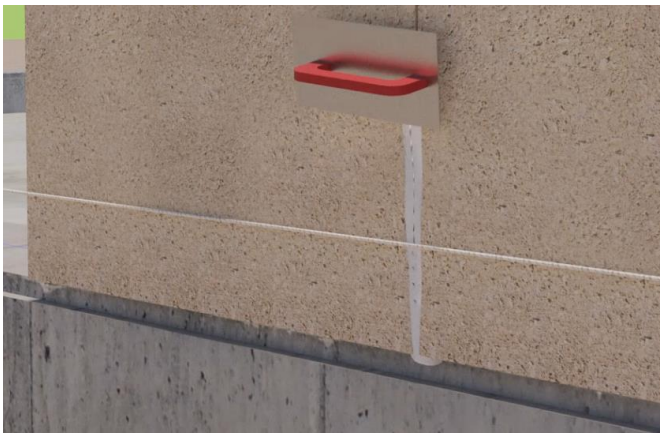
Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

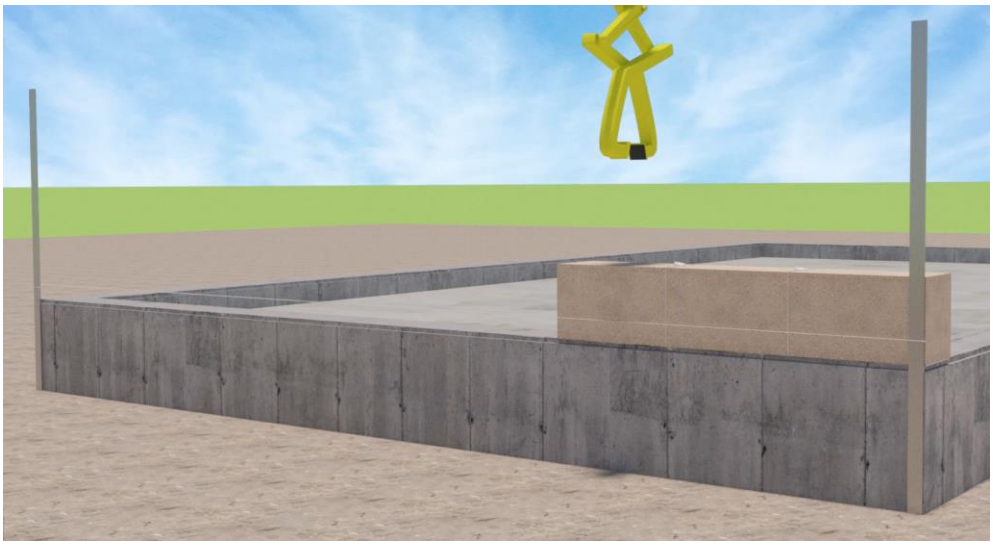
Consortium members: Deutscher Naturwerkstein-Verband E.V (DNV), Asociatia Romania Green Building Council (RoGBC), Colegio Oficial de Arquitectos de la Región de Murcia (COAMU), Asociación Empresarial de Investigación Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales (CTM), Klesarska Skola Pucisca (KLESARSKA)

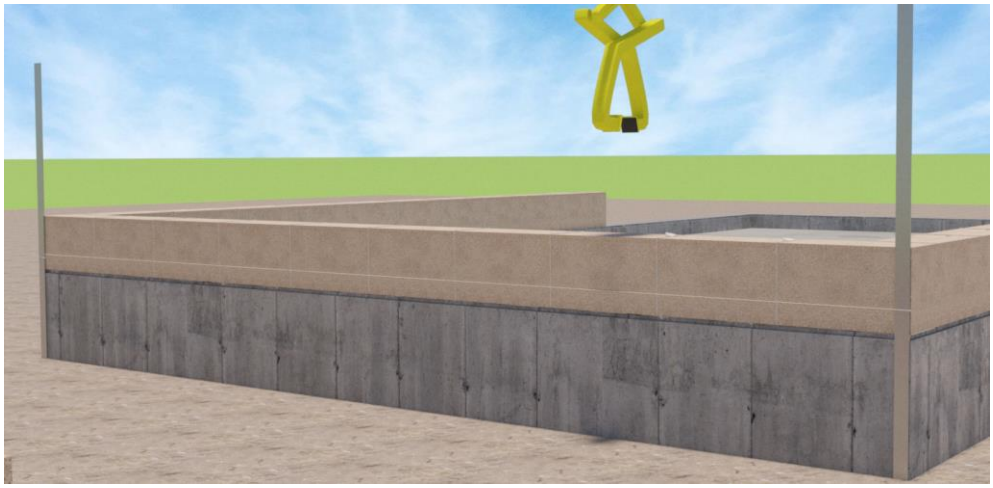
Siguiendo el mismo procedimiento, se completa la colocación de todos los sillares de piedra natural de la primera fila.
Hay que tener en cuenta que para colocar dos piezas consecutivas, se debe aplicar una capa de mortero adhesivo en el lado del sillar a colocar, con el objetivo de fijarlo al consecutivo.

Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

Asimismo, las juntas entre sillares se sellarán con mortero.







Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

4.3 Elevación de la cuerda guía para la colocación de las sucesivas hileras de sillares

Una vez colocada la primera hilera de sillares, se colocan la segunda y las siguientes. Para ello, es necesario elevar la cuerda guía hasta la altura de la línea deseada, para marcar de nuevo la profundidad.

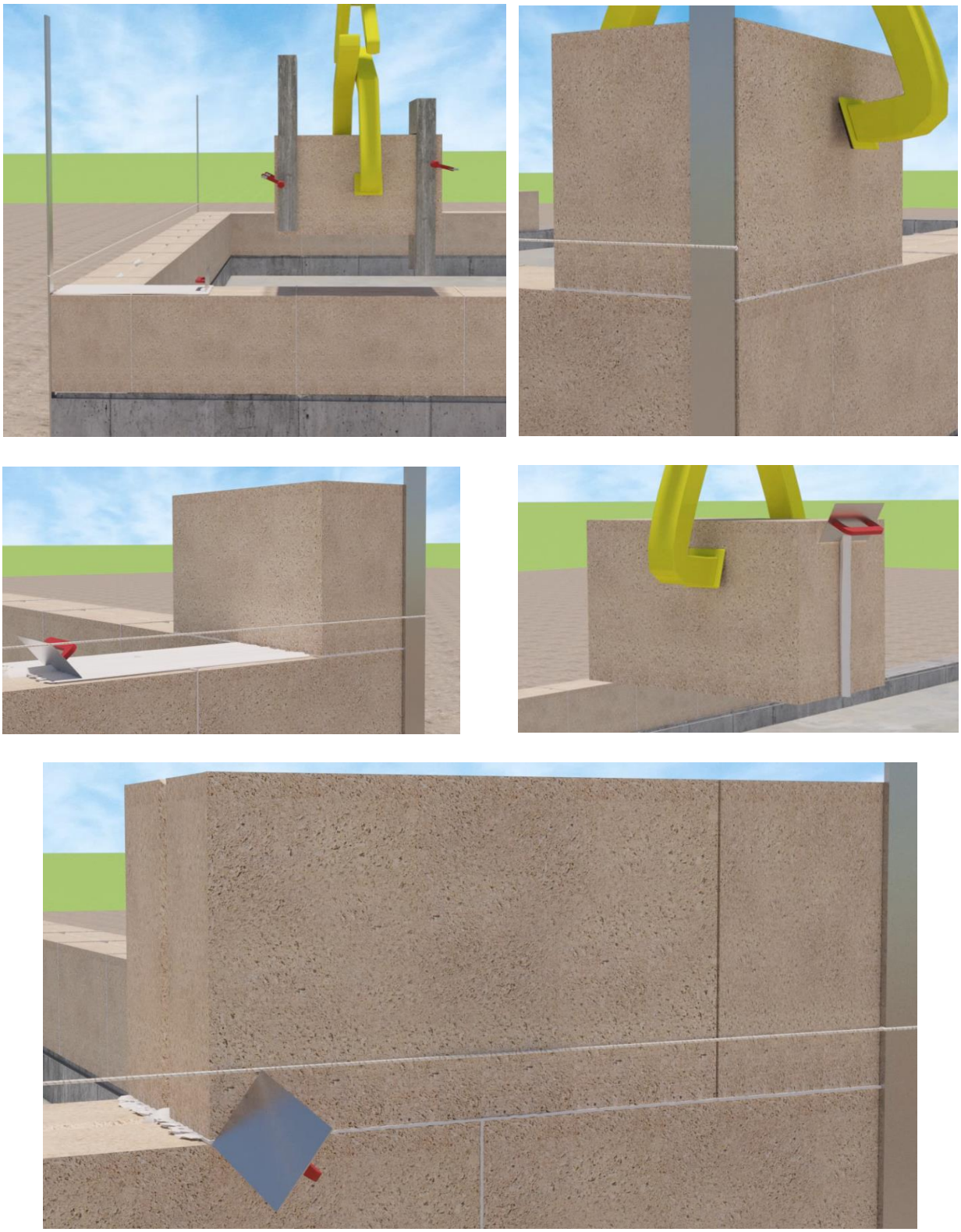
Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

4.4 Colocación de las hileras restantes de los muros de sillería

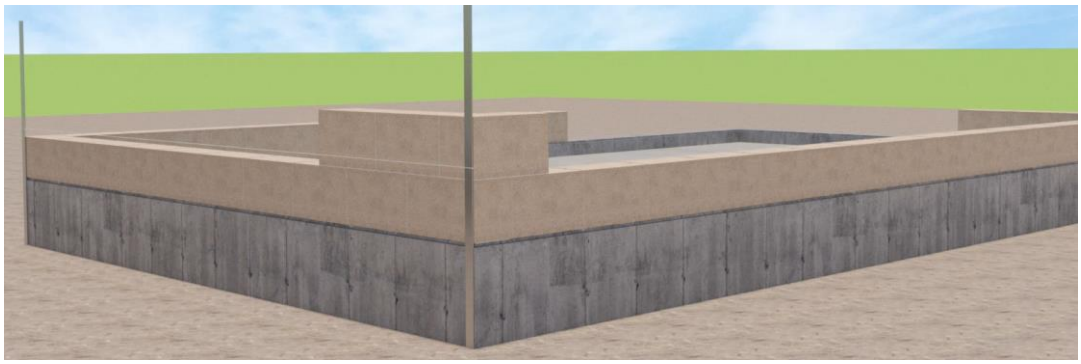
Al igual que en la primera línea, se colocan el resto de las filas de sillares de piedra natural, empezando siempre por las piezas de esquina.

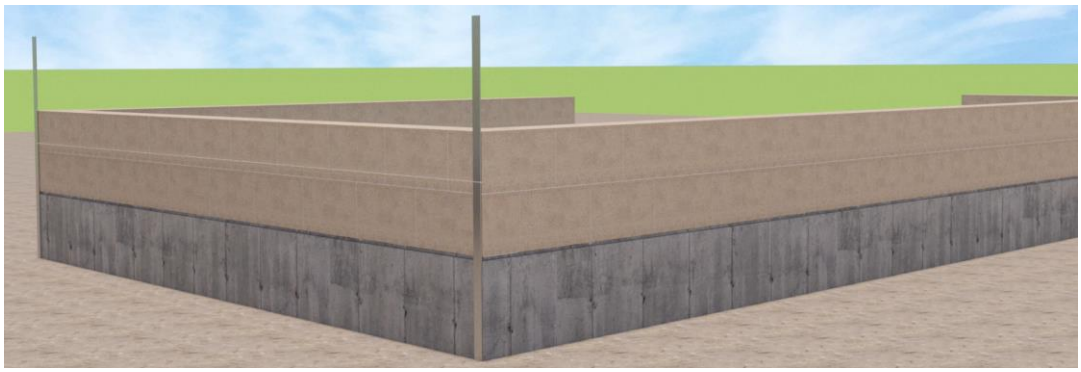
La aplicación del mortero adhesivo garantiza la fijación de los sillares. En la misma línea de la primera fila, se debe eliminar el exceso de adhesivo con la ayuda de una llana.

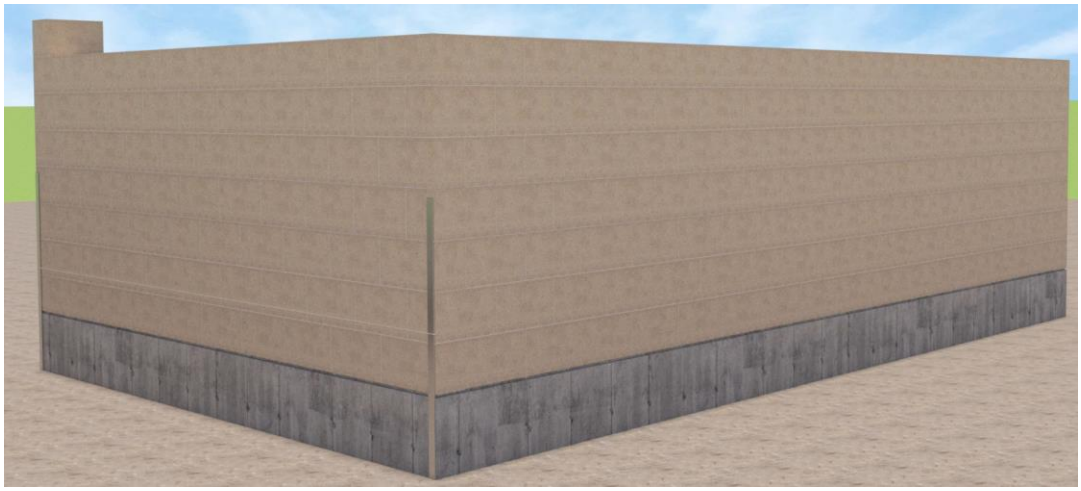
Consortium members: Deutscher Naturwerkstein-Verband E.V (DNV), Asociatia Romania Green Building Council (RoGBC), Colegio Oficial de Arquitectos de la Región de Murcia (COAMU), Asociación Empresarial de Investigación Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales (CTM), Klesarska Skola Pucisca (KLESARSKA)



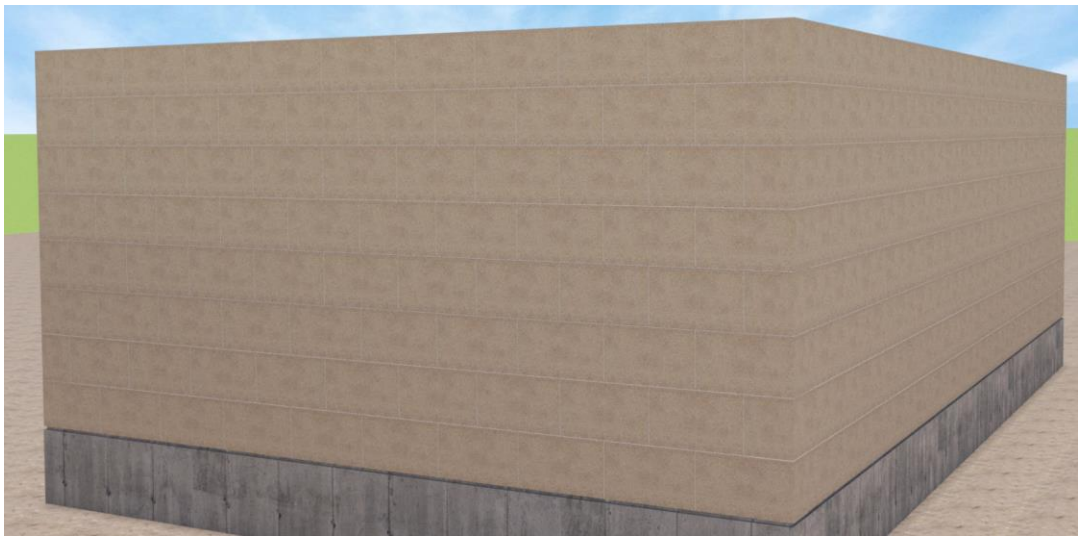
Fuente: Website del Proyecto BIMstone.







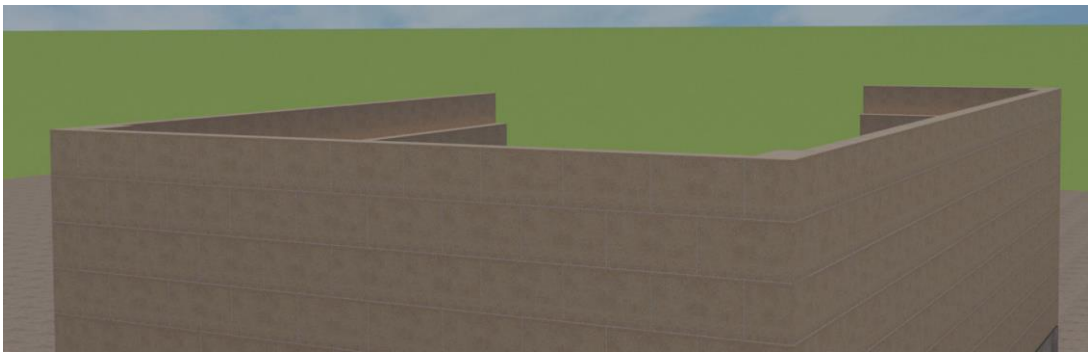
Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

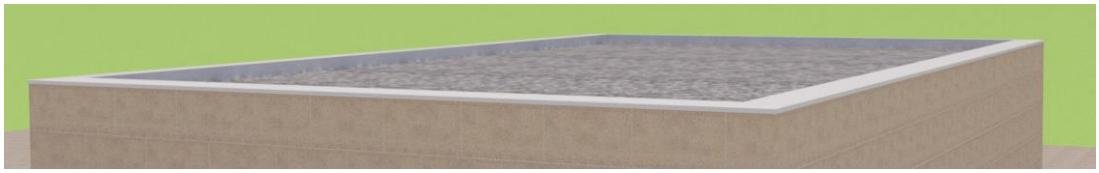


Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

4.5 Colocación de la última fila para la ejecución del tejado

Para completar la construcción de la fachada, se termina la última hilera del muro de la fachada, siguiendo el mismo procedimiento, para posteriormente construir la cubierta.





Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

Fuente: Website del Proyecto BIMstone.

5. RESUMEN. PASOS A SEGUIR EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO

A continuación se resumen los procesos de construcción de una fachada de piedra natural de gran formato:

1. Colocación de las guías.
2. Disposición de la primera hilera de sillares de piedra natural.
3. Levantamiento de la cuerda guía para la colocación de las sucesivas hileras de sillares.
4. Colocación de las restantes hileras de los muros de sillería.
5. Colocación de la última hilada para la ejecución de la cubierta.

6. REFERENCIAS

1. Website del Proyecto BIMstone. www.bimstoneproject.eu/bimstone-products

2. *Jura Limestone façade panels and wall cladding. Franken-Schotter GmbH & Co. KG. Environmental Product Declaration. IBU – Institut Bauen und Umwelt e.V.* https://epd-online.com/EmbeddedEpdList/Download/10098

3. Video “08. Large-format ashlar façade” del Proyecto BIMstone. https://youtu.be/3vK9A8fvBAI