

# Formwork Produced Using Additive Manufacturing

A twenty-first-century process is applied to a historic restoration project

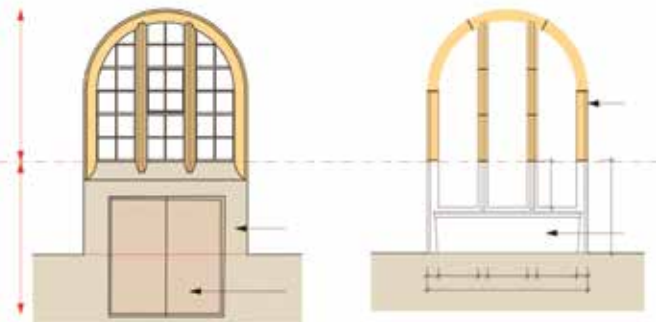
**B**uilding restorations can create challenges. Geiger Group found itself facing such challenges as it approached the conversion of the Allgäuer Brauhaus, a historic brewery in Kempten, Bavaria, Germany, into an office and events space. Geiger Group, founded in 1923 and based in Oberstdorf, specializes in property development, construction, and civil engineering. The brewery project created a challenge: the need to replace five large stone window frames while retaining the original aesthetic of the historic façade.

The traditional method for such a project would be to reconstruct the frames using stone masonry. While such construction can produce great results, it is time-intensive, requires highly skilled workers, and is costly. Another, more economical option would be to reconstruct the frames using concrete elements produced using resin-coated formwork milled from blocks of expanded polystyrene foam. However, the depth of the frames on this project meant that it would not be possible to mill the formwork from a single piece of foam. Therefore, several pieces would have to be milled, resulting in increased costs and time to completion.

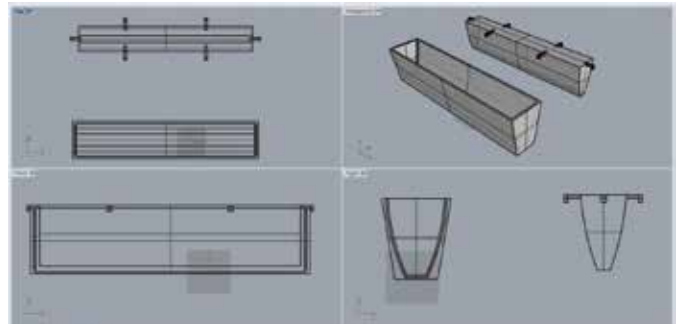
Because the project was on a tight schedule, Geiger reached out to BigRep GmbH to explore a third option. BigRep is a producer of industrial large-format three-dimensional (3-D) printers and printing materials. BigRep's team of experts works to create custom industrial application solutions using cutting-edge production methods and processes such as additive manufacturing. As a key player in the research sphere, BigRep's research and consultancy team is leading the quest to discover the future of industrial manufacturing and products.

After discussing the possibilities, BigRep and Geiger agreed to collaborate on the window frames, and they produced concrete frame elements through the following process:

- Geiger provided BigRep with computer-aided design (CAD) files specifying the geometry of the window frames;
- BigRep worked from these files to generate a digital pattern (G-code) for the formwork components using 3-D printing slicing software;
- BigRep printed formwork for the brewery on a BigRep ONE printer, taking advantage of its 1 m<sup>3</sup> (1.3 yd<sup>3</sup>) build

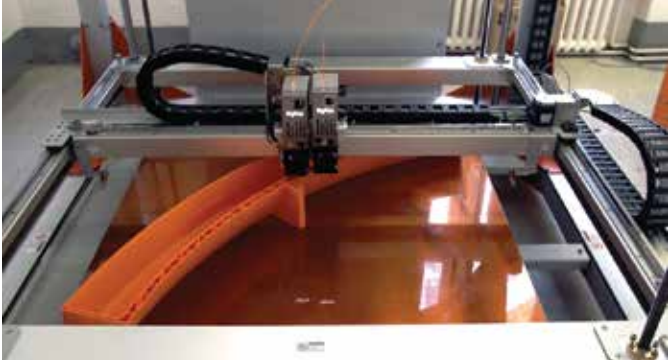


The restoration of the historic brewery required replacement of large elements of five window frames



3-D models of formwork elements were generated for the custom window frame elements

# Products & Practice *Spotlight*



A formwork element takes shape within a 3-D printer



Concrete elements were assembled and installed at the project site



The window frames near completion. After the joints were mortared, the frames were painted to complete the façade restoration



Production of a window frame element

volume and using BigRep's biodegradable polylactic acid (PLA) printer filament material;

- The forms were shipped to a concrete producer to cast window frame elements; and
- The frame elements were shipped to the construction site, where the various sections were assembled and installed.

Although the client provided CAD files for this project, it should be noted that BigRep can alternatively produce CAD files and formwork using 3-D scans of template pieces. Geiger estimates that the window frame elements produced using BigRep's process cost 50% less than they would have from a stonemason, with a 45% shorter production time than if Geiger had opted for the resin-coated foam formwork option. Geiger was also able to considerably reduce staff resources needed for the project. Combined with a high-quality finish, the process was the perfect solution for Geiger.

—Geiger Unternehmensgruppe, [www.geigergruppe.de](http://www.geigergruppe.de)

—BigRep, [www.bigrep.com](http://www.bigrep.com)

Selected for reader interest by the editors.

# Encofrado producido usando manufactura aditiva

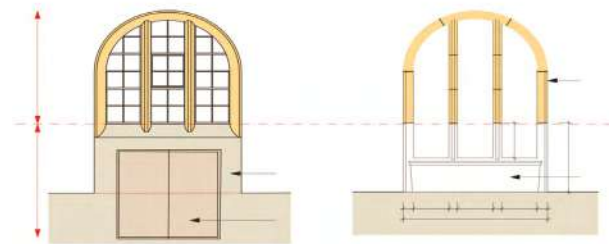
## Aplicación de un proceso del siglo XXI a un proyecto de restauración histórica

Las restauraciones de edificios pueden ser un desafío. Geiger Group se enfrentó a tales retos cuando tuvo a cargo la conversión de Allgäuer Brauhaus, una cervecería histórica en Kempten, Baviera, Alemania, en un espacio de oficinas y eventos. Geiger Group, fundado en 1923 y con sede en Oberstdorf, se especializa en el desarrollo inmobiliario, la construcción y la ingeniería civil. El proyecto de la cervecería creó un desafío: la necesidad de reemplazar cinco grandes marcos de ventanas de piedra conservando la estética original de la fachada histórica.

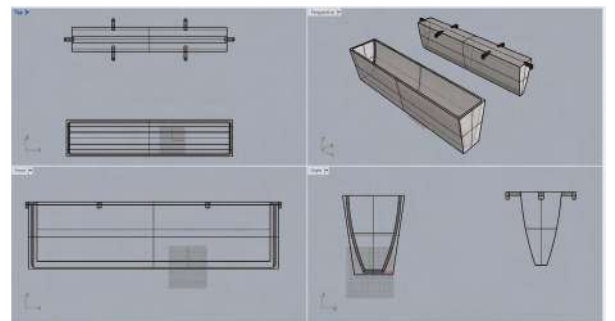
El método tradicional para tal proyecto sería reconstruir los marcos utilizando mampostería de piedra. Si bien dicha construcción puede producir excelentes resultados, requiere mucho tiempo, trabajadores altamente calificados y es costosa. Otra opción más económica sería reconstruir los marcos utilizando elementos de hormigón usando encofrado revestido de resina fabricados a partir de bloques de espuma de poliestireno expandido. Sin embargo, la profundidad de los marcos en este proyecto significó que no sería posible realizar el encofrado a partir de una sola pieza de espuma. Por lo tanto, se tendrían que producir varias piezas, lo que aumentaría los costos y el tiempo de terminación.

Debido a que el proyecto tenía un cronograma ajustado, Geiger se acercó a BigRep GmbH para explorar una tercera opción. BigRep es un productor de impresoras y materiales de impresión industriales de gran formato tridimensionales (3-D).

El equipo de expertos de BigRep trabaja para crear soluciones de aplicaciones industriales personalizadas utilizando métodos y procesos de producción de vanguardia, como la manufactura aditiva. Como actor clave en la esfera de la investigación, el equipo de investigación y consultoría de BigRep está liderando la búsqueda para descubrir el futuro de la fabricación industrial y productos.

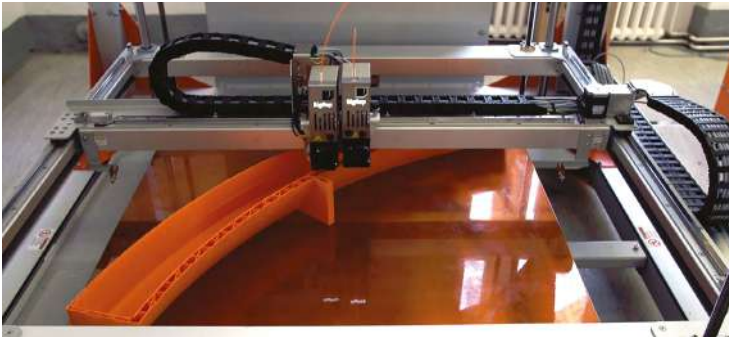


La restauración de la histórica cervecería requirió el reemplazo de elementos grandes de cinco marcos de ventanas.



“Modelos 3D del encofrado fueron generados para los elementos personalizados del marco de la ventana”

Después de discutir las posibilidades, BigRep y Geiger acordaron colaborar en los marcos de las ventanas y elaboraron elementos de marco de hormigón a través del siguiente proceso:



Un elemento de encofrado toma forma dentro de una impresora 3-D.



Producción de un elemento de marco de ventana.



Elementos de hormigón se ensamblaron e instalaron en el sitio del proyecto.



Los marcos de las ventanas casi terminados. Después de que se aplicaron morteros a las juntas, los marcos fueron pintados para completar la restauración de la fachada.

- Geiger proporcionó a BigRep archivos de diseño asistido por computadora (CAD) que especificaban la geometría de los marcos de las ventanas;
- BigRep trabajó a partir de estos archivos para generar un patrón digital (código G) para los componentes del encofrado utilizando un software de corte de impresión 3D;
- BigRep imprimió el encofrado para la cervecería en una impresora BigRep ONE, tomando ventaja de su volumen de producción de  $1\text{m}^3$  ( $1.3\text{yd}^3$ ) y utilizando el filamento biodegradable de ácido poliláctico (PLA) de BigRep como material de impresión.”
- Los encofrados se enviaron a un productor de concreto para moldear los elementos del marco de la ventana; y

- Los elementos del marco se enviaron al sitio de construcción, donde se ensamblaron e instalaron las distintas secciones. Aunque el cliente proporcionó archivos CAD para este proyecto, debe tenerse en cuenta que BigRep puede producir alternativamente archivos CAD y encofrados utilizando escaneos 3D de piezas de plantilla.
  - Geiger estima que los elementos del marco de la ventana producidos mediante el proceso de BigRep cuestan un 50% menos de lo que costarían de un albañil, con un tiempo de producción un 45% más corto que si Geiger hubiera optado por la opción de encofrado de espuma recubierta. Geiger también pudo reducir considerablemente los recursos de personal necesarios para el proyecto. Combinado con un acabado de alta calidad, el proceso fue la solución perfecta para Geiger.
- Geiger Unternehmensgruppe,  
**www.geigergruppe.de**
- BigRep, **www.bigrep.com**

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo Ecuador Centro y Sur

*Título: Encofrado producido usando manufactura aditiva*



*Traductor y Revisor Técnico:  
Ing. Santiago Velez  
Guayasamin, MSc DIC.*