

LEVANTAMIENTO GRÁFICO DE PATRIMONIO INDUSTRIAL EN ACTIVIDAD: NUEVA CERÁMICA DE ORIO

GRAPHIC SURVEY OF INDUSTRIAL HERITAGE IN ACTIVITY: NUEVA CERÁMICA DE ORIO

María Senderos Laka, Iñigo Leon Cascante, José Javier Pérez Martínez

doi: 10.4995/ega.2019.11536





1. Fachada norte de Nueva Cerámica de Orio
1. Northern façade of the Nueva Cerámica de Orio

Mediante este trabajo se quiere poner de relieve la dificultad que supone la realización de un levantamiento gráfico en un espacio arquitectónico que es industrial y además está en uso. Frente a la necesidad de elaborar una documentación gráfica de manera precisa y rigurosa, en un ámbito con un alto grado de fragmentación espacial e iluminación natural muy deficiente, la aplicación de las técnicas fotogramétricas y escaneado láser presentan limitaciones importantes. De esta manera, se hace necesario recurrir a herramientas complementarias, en las que el levantamiento gráfico tradicional, mediante el uso combinado de procesos de medición directa, juega un papel fundamental.

Se describe el procedimiento combinado de las distintas técnicas empleadas y algunos resultados comparativos que permiten establecer conclusiones sobre la calidad de la documentación geométrica obtenida.

PALABRAS CLAVE: LEVANTAMIENTO GRÁFICO. FOTOGRAMETRÍA. PATRIMONIO INDUSTRIAL. NUEVA CERÁMICA DE ORIO

The purpose of this study is to emphasise the difficulty of conducting a graphic survey in an industrial architectural space, and especially when this is still in use. Faced with the need to prepare precise and rigorous graphic documentation, in a place

with a high degree of spatial fragmentation and very deficient natural lighting, the application of photogrammetric techniques and laser scanning presents considerable limitations. So, complementary tools must be resorted to, and in this sense, traditional graphic surveys, using a combination of direct measurement processes, play an essential role. A description is given of the combined procedure of the different techniques used, in addition to some comparative results that permit establishing conclusions about the quality of the geometric documentation obtained.

KEYWORDS: GRAPHIC SURVEY. PHOTOGRAMMETRY. INDUSTRIAL HERITAGE. NUEVA CERÁMICA DE ORIO

La importancia de los edificios industriales de Gipuzkoa, protegidos como patrimonio pero con una difícil reutilización, es innegable. Durante el periodo de expansión de la industria guipuzcoana en la primera mitad del siglo xx, las nuevas fábricas se ubicaron en la periferia de los núcleos urbanos, junto a las vías de comunicación y los cauces fluviales. El crecimiento urbano generado durante el desarrollismo acabó integrando estos edificios en el interior de las villas. En la actualidad, la constricción de las tramas urbanas y la presión edificatoria sobre los emplazamientos de estos edificios pone en peligro su conservación.

La Nueva Cerámica de Orio (Fig. 1) es uno de los ejemplos de fábrica más relevantes y con mayor valor simbólico de la provincia. Fue decla-

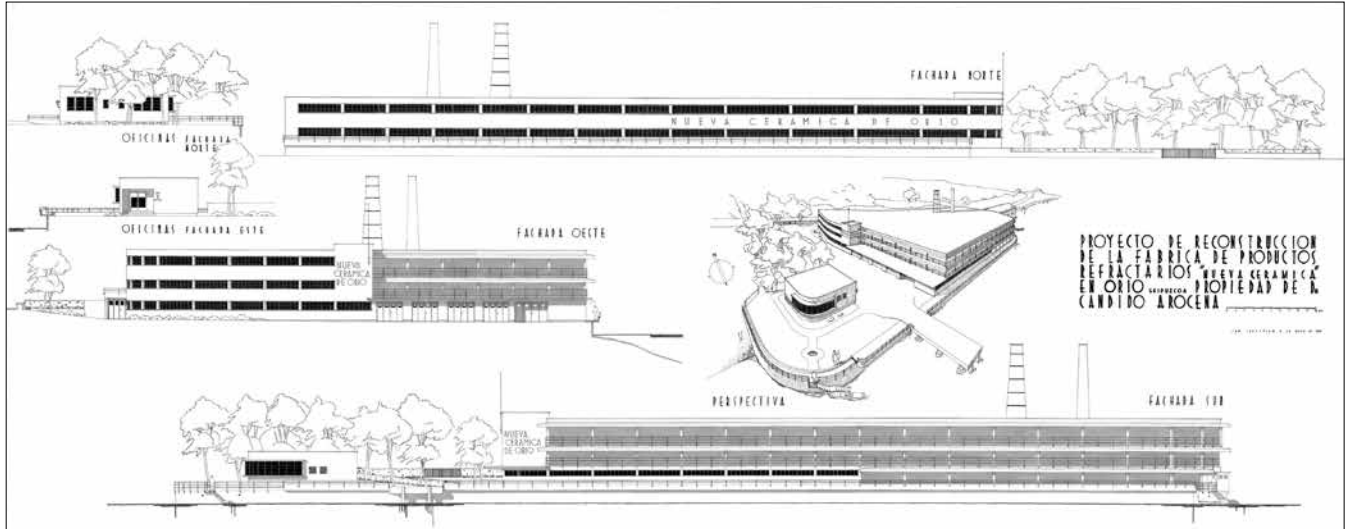
rado patrimonio 1 en 2012, como Conjunto Monumental, en el que se incluyen la nave, el laboratorio y las oficinas. El edificio más interesante y el de mayor relevancia es sin duda la nave, y está incluida en Do.co.mo.mo. Ibérico 2.

El edificio está en uso, razón por la que hasta ahora no se ha podido realizar una investigación en profundidad. El estado de la fábrica es preocupante con una estructura y cerramientos muy degradados, que exigen la puesta en marcha de estrategias de conservación inminentes sin posibilidad de aguardar al cese de la actividad. Es en este contexto en el que se decide realizar un análisis y levantamiento gráfico del edificio que permita entender la importancia de los diferentes elementos que lo componen y su evolución histórica 3.

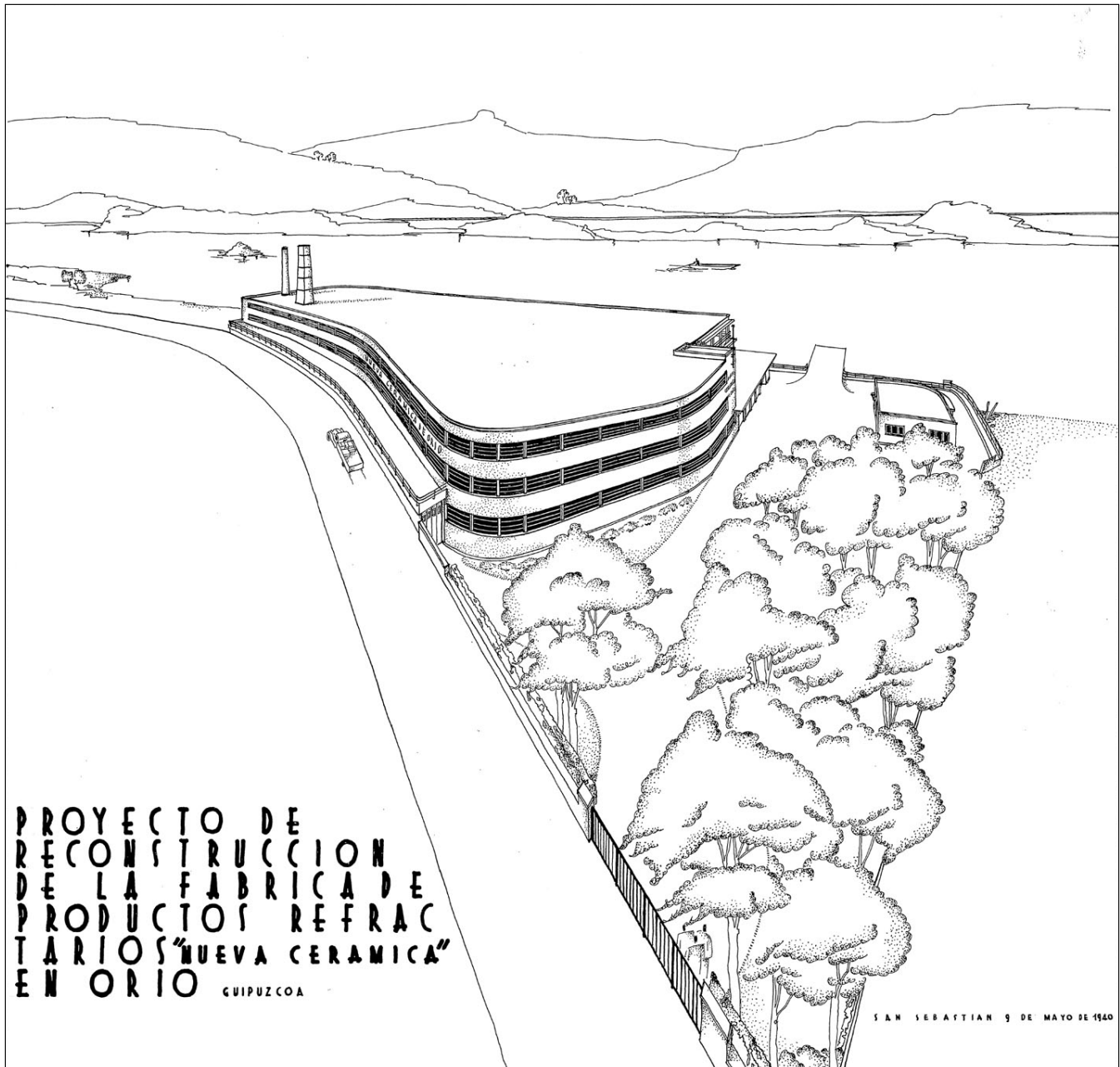
The importance of Gipuzkoa's industrial buildings, protected as heritage but difficult to reuse, is undeniable. Throughout the industrial expansion period in Gipuzkoa during the first half of the 20th century, new factories were located on the periphery of urban areas, near roads and rivers. The urban growth generated during the developmentalism ended up integrating these buildings within the towns. Today, the constriction of the urban fabrics and the building pressure on the location of these buildings, endanger their preservation.

The Nueva Cerámica de Orio (Fig. 1) is one of the most relevant factory examples and it is also the one with greatest symbolic value in the province. It was declared heritage 1 in 2012, as a Monumental Complex, including the warehouse, laboratory and offices. The most interesting building, and the most relevant one, is undoubtedly the warehouse, which is included in the Do.co.mo.mo Iberico 2.

The building is in use, which is why no in-depth research study has been possible until now. The state of the factory is of considerable concern as



2



3



2. Proyecto de NCO, Luis Tolosa, 1940
3. Perspectiva de NCO, Luis Tolosa, 1940

2. NCO Project, Luis Tolosa, 1940
3. NCO Perspective, Luis Tolosa, 1940

Para ello, considerando las recomendaciones del uso integrado de métodos de documentación y medición capaces de obtener una representación correcta (Almagro, 2004), junto con la singularidad de las circunstancias del edificio en cuestión, se ha estimado oportuno ensayar la combinación de diversas técnicas de levantamiento: toma directa, fotogrametría y escáner láser.

La Nueva Cerámica de Orio: edificio industrial moderno

La fábrica tiene su origen en la empresa que crearon en 1897 Schneider y Hostein, que cambió varias veces de dueño, llamándose “La Cerámica Guipuzcoana” y posteriormente “La Nueva Cerámica” (Otamendi-Irizar, 2018). Situada en el municipio de Orio, junto al mar, la trama urbana viene moldeada por el río Oria, que riega grandes superficies de terreno y es caudaloso y navegable hasta seis kilómetros más arriba de la desembocadura (Múgica, 1918). La fábrica se ubicó entre la carretera y la ría, en un solar amplio que le permitía crecer siempre entre estos dos límites. Su fabricación estaba dedicada a ladrillos, baldosines refractarios y objetos de cerámica en general (Zaldua, 2012). Las construcciones que componían la fábrica fueron ampliándose con el transcurrir de los años y así, en 1925, se encargó el proyecto de una nueva zona de secadero al arquitecto Luis Astiazarán, que utilizó una estructura de hormigón armado ligera basada en el sistema Hennebique.

Cuando la empresa pasó a ser propiedad de Cándido Arocena, en 1940, se quiso dar unidad al conglomerado de edificaciones que

existían, con una propuesta ambiciosa que diera una imagen potente y moderna de la fábrica (Figs. 2 y 3). Esto fue posible porque los edificios industriales de principios del siglo xx gozaban de una libertad de la que carecían los edificios residenciales o públicos, y en ellos los arquitectos encontraron un espacio en el que ensayar arquitecturas racionalistas absolutamente vanguardistas. Aunque el proyecto se ha solido atribuir al ingeniero Ignacio Yeregui, parece demostrada la autoría de Luis Tolosa (Azpiri, 2012).

Luis Tolosa, delineante del puerto de Pasajes, fue el autor de algunos de los mejores edificios racionalistas de Gipuzkoa, creando un estilo muy personal en sus planos. Sus obras arquitectónicas y sus dibujos dan muestra de su calidad profesional. Gran dibujante, trazó fantásticas composiciones, muchas de ellas con perspectivas (Fig. 4), y utilizó una tipografía cuidada y estilizada, como recurso para reflejar una imagen de proyecto moderno. En sus perspectivas y acuarelas se observa la exaltación de la industria propia del romanticismo de las vanguardias (Fig. 5), con vistas en las que se encuentran coches, trenes, barcos, y con chimeneas que expulsan humo blanco, muy lejos de la realidad de los núcleos industriales.

En Nueva Cerámica de Orio la marcada horizontalidad del volumen junto con las grandes chimeneas que surgen de la cubierta plana, los ventanales rasgados y las letras moldeadas en la fachada, crean una imagen icónica de arquitectura racionalista. La fachada a la carretera, una gran envolvente continua, sigue la forma curva de la vía, y sus ventanales horizontales tienen una clara

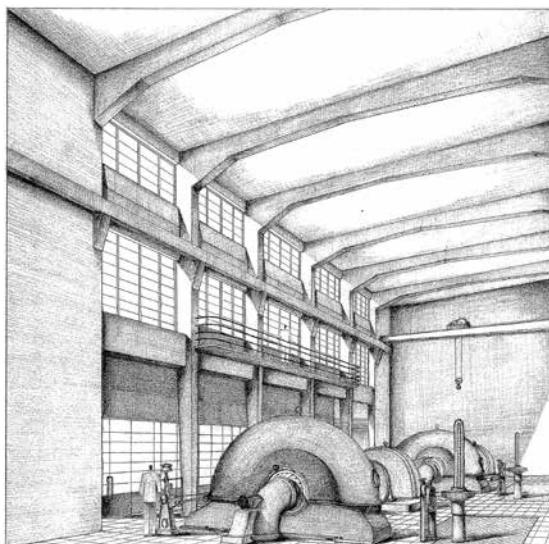
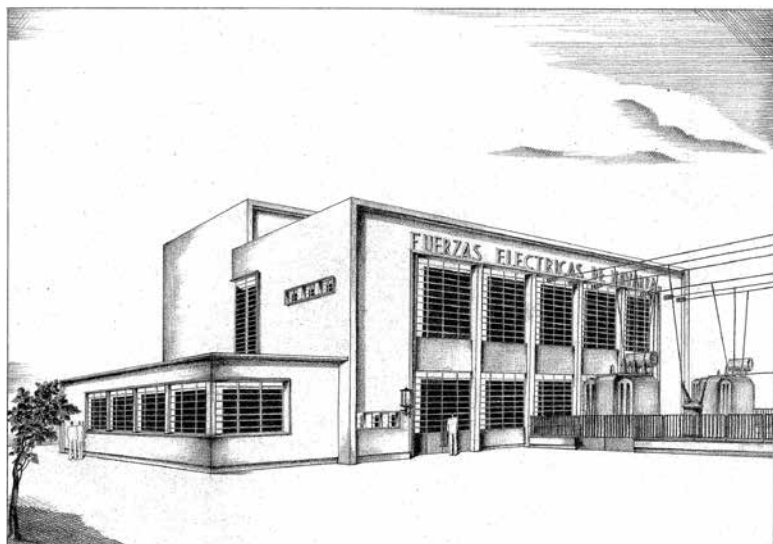
both the structure and the enclosure are highly degraded. This requires starting up imminent preservation strategies, with no possibility of waiting until the cessation of activity. This is the context that led to the decision to conduct an analysis and graphic survey of the building to be able to understand the importance of the different elements that comprise it, and its historical evolution 3.

Thus, considering the recommendations for the integrated use of documentation and measurement methods, capable of obtaining a correct representation (Almagro, 2004), together with the singularity of the circumstances of the building in question, it was considered appropriate to test the combination of different surveying techniques: direct capture, photogrammetry and laser scanning.

The Nueva Cerámica de Orio: modern industrial building

The factory derives from a company created in 1897 by Schneider and Hostein. It changed owners several times, as well as names, firstly being known as “La Ceramica Guipuzcoana” and later “La Nueva Ceramica” (Otamendi-Irizar, 2018). Situated in the municipality of Orio, near the sea, the urban fabric has been moulded by the Oria River, which irrigates large areas of land. This is a large river that is navigable up to six kilometres from the river mouth (Múgica, 1918). The factory was located between the road and the ria, on a large plot of land that enabled it to always grow between these two limits. It mainly engaged in the manufacture of bricks, refractory tiles and ceramic objects in general (Zaldua, 2012). The buildings that composed the factory were extended over the years and thus, in 1925, the architect, Luis Astiazarán, was asked to undertake the project of a new drying area. Astiazarán used a light reinforced concrete structure based on the Hennebique system.

When, in 1940, the ownership of the company passed on to Cándido Arocena, an attempt was made to unify the existing group of buildings, with an ambitious proposal that would give the factory a powerful and modern image (Figs. 2 and 3). This was possible because, at the start of the 20th century, industrial buildings enjoyed a sort of freedom that was lacking in residential or public buildings, and architects found a space there to try out absolutely avant-garde rationalist



4

architectures. Although the project has generally been credited to the engineer, Ignacio Yeregui, the attribution of authorship to Luis Tolosa seems to have been proven (Azpiri, 2012).

Luis Tolosa was a draughtsman at the port of Pasajes, and he was the author of some of the best rationalist buildings in Gipuzkoa, creating a very personal style in his drawings. His architectural works and his drawings are proof of his professional quality. A great draughtsman, he drew fantastic compositions, many of them with perspectives (Fig. 4), using a meticulous and stylish typography, as a resource to reflect a modern project image. The exaltation of industry, characteristic of the romanticism of the vanguards, is observed in his perspectives and water colours (Fig. 5), with views where cars, trains, ships and chimney stacks, puffing out white smoke, can be seen; far removed from the reality of industrial complexes.

In Nueva Cerámica de Orio, the marked horizontality of the volume, together with the large chimney stacks that emerge from the flat roof, the large windows and the moulded letters on the façade, create an iconic image of rationalist architecture. The façade facing the road, a large, continuous envelope, follows the bend in the road, and its horizontal windows are a clear reference to the Linz tobacco factory, by Peter Behrens, which was published by the magazine, *Moderne Bauformen* in July 1936 (Azpiri, 2012).

Survey conducted

Prior to the survey, an investigation and search for pre-existing graphic information were carried out. In this sense, Luis Tolosa's preliminary drawings of the project were located. These were the drawings used on site and also to request the licence. They

referencia en la fábrica de tabaco de Linz (Fig. 6), de Peter Behrens, que fue publicada por la revista *Moderne Bauformen* en su número de julio de 1936 (Azpiri, 2012).

Levantamiento realizado

El paso previo al levantamiento ha consistido en la investigación y búsqueda de información gráfica preexistente. En este sentido, se han localizado los planos preliminares del proyecto de Luis Tolosa, planos que se utilizaron en obra y que sirvieron para la solicitud de licencia. Estos planos son de gran utilidad, pero no se ajustan a la realidad de lo finalmente construido. Se han localizado, además, planos encargados por los dueños actuales de la fábrica, un levantamiento de escasa calidad con errores detectables a simple vista.

Muchos son los factores que han convertido en complejo el levantamiento. Tal como se ha relatado, el edificio ocupa una gran extensión. La iluminación del interior es muy heterogénea, con unas zonas muy oscuras y otras muy iluminadas por los grandes ventanales. El material apilado dificulta la visión del espacio (Fig. 7), que es prácticamente diáfano, aunque se dan complicadas singularidades tanto espaciales

como estructurales en la zona de hornos. En el exterior, el lado norte está limitado por una carretera nacional estrecha con paso continuo de camiones, y el lado sur por un paseo peatonal junto a la ría.

Esta complejidad ha llevado a investigar-ensayar un levantamiento empleando una combinación de métodos, que podrían englobarse en dos etapas: Una primera donde imperan técnicas más tradicionales de captura directa de puntos concretos (con estación total, toma de medidas con distanciómetro láser apoyado en croquis realizados in situ); y una segunda, vinculada a la primera, donde se han probado y comparado técnicas más modernas de captura masiva de puntos.

La etapa de toma de datos directa se ha desarrollado en dos fases. En la primera, se ha utilizado una estación total Leica Geosystems modelo TCR-407 (Fig. 8), que ha permitido trabajar bajo los parámetros de desviación típica (ISO 17123-4) con prisma (IR) 5mm+2ppm. Se ha establecido un itinerario de estaciones desde la que configurar, mediante el método de radiación, una red constituida por 210 puntos de control que han servido de referencia para las mediciones de la segunda fase. En el exterior, se ha procedido a establecer los puntos



4. Proyecto para la Central de Mañeru, Luis Tolosa, 1941

5. Acuarelas del Puerto de Pasajes, Luis Tolosa

6. Interior de la fábrica de tabaco de Linz, Peter Behrens, 1929-1935

4. Project for the Mañeru Power Station, Luis Tolosa, 1941

5. Water colours of the Port of Pasajes, Luis Tolosa

6. Interior of the Linz tobacco factory, Peter Behrens, 1929-1935



5



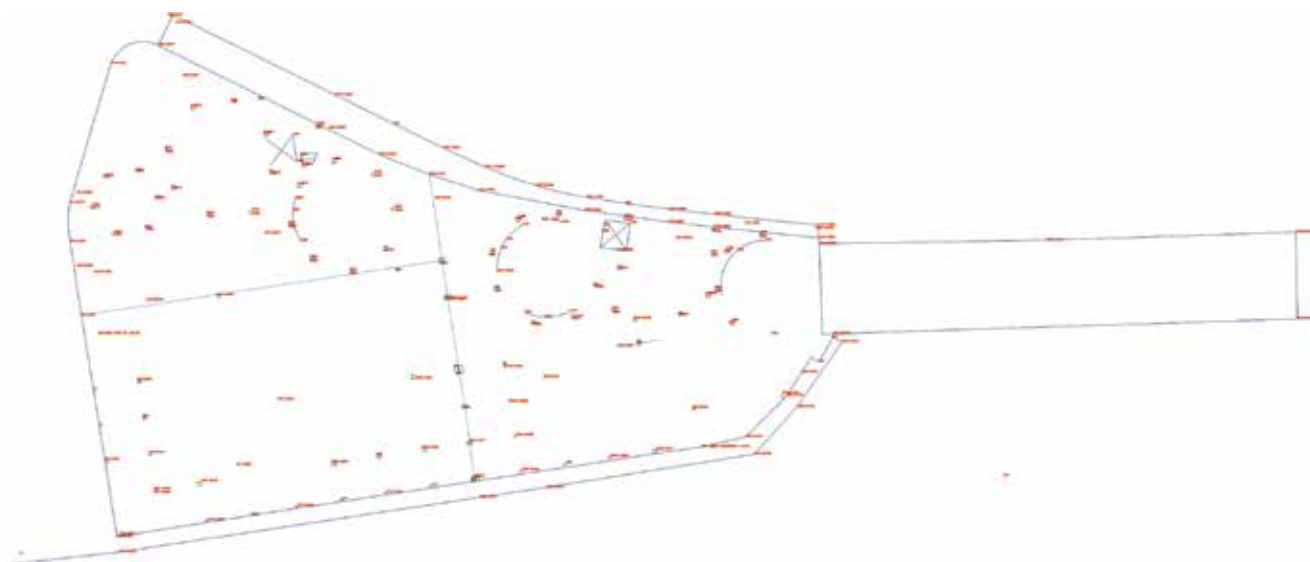
6



7



8



9



7. Interiores de la Nueva Cerámica de Orio
8. Trabajo realizado con la estación total
9. Plano de estaciones y puntos de control

de control en el perímetro exterior de la edificación, determinando la posición de cada uno de ellos en cada cambio de alineación y, en cualquier caso, manteniendo una equidistancia entre puntos inferior a diez metros (Fig. 9). En el interior, el sistema de puntos de control se ha distribuido tratando de abarcar la totalidad del conjunto de la planta, de manera que constituya una red lo más homogénea posible.

De esta manera se ha procurado apoyar la toma de datos de la segunda fase en un sistema triangulado que garantice la precisión de la medición al milímetro más cercano. En esta fase, tomando como base el modelo generado por medio de la estación, se han croquizado los puntos inaccesibles para el prisma, y se han completado dichos puntos por medio de mediciones directas con un distanciómetro láser Leica D2 con una precisión de medición típica $\pm 1,5$ mm a 10 metros.

Aunque el desarrollo de esta primera etapa ha permitido confeccionar una planimetría general en formato CAD (Figs. 10 y 11), la gran amplitud del edificio, el grado de constricción del entorno, encajonado entre el río y la carretera nacional, junto al acopio de material en el interior, ha complicado notablemente el proceso de levantamiento, dificultando el establecimiento de visuales lineales y entorpeciendo el acceso a ciertos puntos. Por ello, se ha considerado necesario ensayar técnicas modernas de captura masiva de puntos y registro geométrico por medio de diferentes herramientas que permiten la obtención de un modelo tridimensional; en concreto, el uso de la fotogrametría a pie de calle y en altura (asistida mediante dron), y el escáner láser 3D.

7. Interior of the Nueva Cerámica de Orio
8. Work carried out with the total station
9. Drawing of stations and control points

El levantamiento fotogramétrico se ha llevado a cabo mediante una cámara digital Nikon D-3400 con un sensor CMOS APS-C (23.5 x 15.6 mm) y objetivo AF 50 mm, y un dron DJI Phantom 4 pro equipado con una cámara digital con sensor CMOS de 1". En el uso de la fotogrametría asistida por dron, se ha valorado de manera positiva el avanzado grado de automatización de las fases de toma y procesamiento de datos, la reducción de la oblicuidad de las tomas exteriores respecto a las realizadas a pie de calle y la posibilidad de eludir los obstáculos en el interior de la edificación (Fig. 12). Por el contrario, se han valorado como aspectos negativos, la laboriosidad de la tramitación de los requisitos necesarios para solicitar a AESA la autorización de vuelo, los impedimentos para sobrevolar la carretera nacional con la que linda la fachada norte, el alto nivel de capacitación para poder pilotar el dron en el interior de la edificación, sin ayudas automáticas como el posicionamiento GPS o los sensores de obstáculos, y los bajos niveles de iluminación natural en dichos espacios interiores.

En cuanto al levantamiento con escáner láser 3D, se ha ensayado la utilización de 2 tipos de aparatos de la marca Leica Geosystems de más reciente incorporación al mercado 4: EL BLK360 y RTC360 (Fig. 13), que a diferencia de modelos anteriores como el P40, generan imágenes esféricas HDR de 360° combinadas con una nube de puntos en color. Los dos modelos permiten etiquetar los elementos de la imagen con anotaciones de texto y fotográficas.

Entre las virtudes del escáner láser *Leica RTC360*, graba automáticamente sus movimientos de una

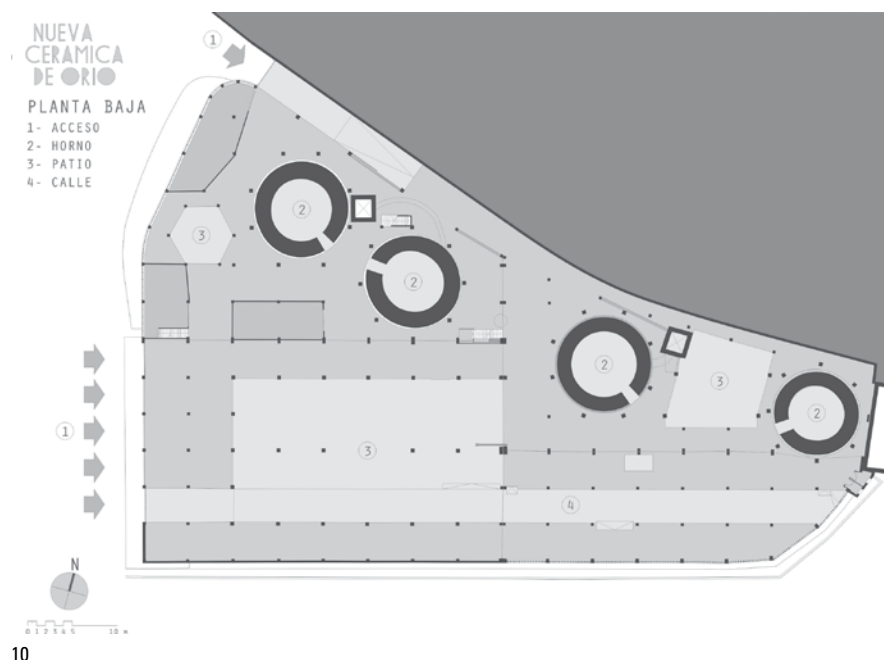
are extremely useful but they do not adapt to the reality of the final construction. Drawings ordered by the current factory owners, a low-quality survey with errors that can be detected at first glance, were also located.

There are many factors that have made this survey complicated. As mentioned above, the building occupies a large extension. The interior lighting is very heterogenous, with some areas that are very dark and others that are well-lit due to the large windows. Stockpiled material makes it difficult to see the space (Fig. 7), which is practically diaphanous, although complicated singularities, both in terms of space and structure, can be found in the furnace area. On the outside, the northern side is bordered by a narrow national road that lorries continuously travel down, and the southern side is bordered by a pedestrian path next to the ria.

This complexity has led to investigating-testing a survey, using a combination of methods that could comprise two stages: a first stage with a prevalence of more traditional direct specific point capture techniques (with total station, measurement with laser distance meter based on croquis carried out on site); and a second, linked to the first, where more modern mass point capture techniques have been tried and compared.

The direct data collection stage was developed in two phases. In the first phase, a Leica Geosystems model TCR-407 (Fig. 8) was used. This permitted working under standard deviation parameters (ISO 17123-4) with (IR) prism 5mm+2ppm. A path of stations was established to configure a network comprised of 210 controls points that would act as reference for the second-phase measurements. The radiation method was used for this purpose. On the outside, the control points were established on the outer perimeter of the building, determining the position of each one of them at each change in alignment, and in any case, maintaining equal distance between points of less than ten metres (Fig. 9). On the inside, the control points system was distributed, trying to cover the entire ground plan ensemble, to form the most homogeneous network possible.

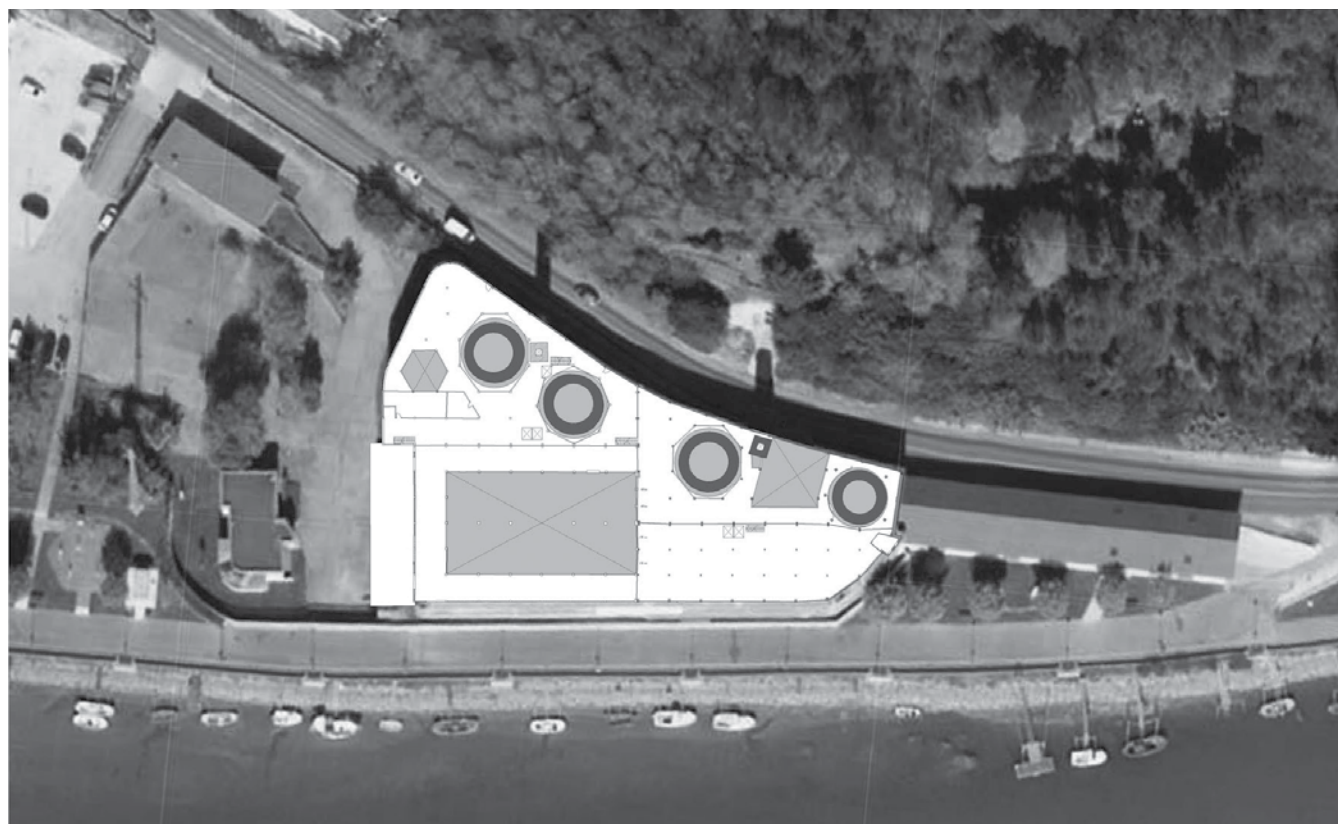
An attempt was thus made to base the second phase data-collection on a triangulated system that would guarantee measurement precision to the nearest millimetre. In this phase, taking as a basis the model generated by means of the station, the points that were inaccessible for the prism were sketched. These points were then



10

10. Planta baja de la nave
11. Planta primera de la nave en NCO
12. Utilización del dron en el interior
13 y 4. Escáneres utilizados

10. Ground floor of the warehouse
11. First floor of the warehouse at NCO
12. Use of the drone on the interior
13 and 14. Scanners used



11

completed by means of direct measurements with a Leica D2 laser distance meter with standard measurement precision $+1.5$ mm at 10 metres.

Although the development of this first stage enabled a general planimetry in CAD format to be drawn up (Figs. 10, 11), the great expanse of the building, the constriction degree of the environment, boxed between the river and the national road, together with the stockpiling

estación a otra, de manera que los escaneos se van pre-registrando en el desplazamiento del escáner sin necesidad de intervención manual alguna, permitiendo el registro de campo automatizado sin diana (basado en tecnología VIS). No requiere una nivelación del aparato, y empleando un dispositivo móvil con la aplica-

ción *Cyclone FIELD 360* se han podido registrar automáticamente los escaneos en tiempo real, realizando la unión de las diferentes nubes en el propio proceso de desplazamiento entre estaciones (Fig. 14).

En cuanto a las virtudes del ensayo con el *BLK360* están el ser muy ligero (1 kg), y manejable.



12

Tiene la posibilidad de conectarse a *ReCap Pro for mobile* de Autodesk que agiliza mucho el flujo de trabajo, pero requiere de una conexión WiFi privada, que en este tipo de edificios no existe.

Entrados en inconvenientes, las características adversas que el edificio presenta, además de no permitir acceder a todos los puntos de interés, requiere infinidad de estacionamientos, donde las nubes de puntos arrastran un excesivo volumen de puntos sin interés arquitectónico (material apilado) (Fig. 15). Las 10 nubes realizadas en el ensayo en unas calidades medias-bajas, unidas in situ a través de la aplicación móvil del software de procesamiento de nubes de puntos *Cyclone* de Leica, han llegado a procesar un archivo .raf de 8GB en pocas horas. El levantamiento completo del edificio durante semanas, requeriría un hardware muy específico, y una labor de post procesado muy concienzuda, incluso con estos escáneres de manejo ágil y muy veloz. Este hándicap, unido al precio de uso de los escáneres ha sido el principal motivo para descartar su empleo generalizado.



13



14

of material on the interior, considerably complicated the survey process, making it difficult to establish linear views, and hindering access to certain points. Consequently, it was considered necessary to test modern mass point capture techniques and geometric recording by means of different tools, to be able to obtain a three-dimensional model; more specifically, using photogrammetry at street level and at height (with the aid of a drone), and the 3D laser scanner.

The photogrammetric survey was carried out with a Nikon D-3400 digital camera and with a CMOS APS-C sensor (23.5 x 15.6 mm) and an AF 50 mm lens. The drone was a DJI Phantom 4 pro equipped with a digital camera with 1" CMOS sensor. In the use of drone-assisted photogrammetry, the advanced degree of automation of the data collection and processing phases, the reduction of obliquity of the exterior shots with respect to those carried out at street level, and the possibility of avoiding obstacles inside the building, have been appreciated (Fig. 12). On the contrary, there were negative aspects, such as the laboriousness in processing the necessary requirements to request flight authorisation from AESA, or the impediments to fly over the national road that borders with the northern façade, the high level of qualifications to be able to pilot the drone inside the building, without automatic aid such as GPS positioning or obstacle sensors, and the low natural lighting levels in these interior spaces. Regarding the survey with 3D laser scanner, the use of 2 types of Leica Geosystems appliances,



recently launched onto the market, was tested 4: the BLK360 and the RTC360 (Fig. 13), which, unlike previous models, such as the P40, generate 360° HDR spherical images, combined with a coloured point cloud. The two models permit labelling the elements of the image with text and photographic notes.

One of the virtues of the *Leica RTC360* laser scanner is that it automatically records movements from one station to another, in such a way that the scans are pre-recorded during the scanner displacement, not requiring any manual intervention, and permitting automated field recording without target (based on VIS technology). No levelling of the appliance is required, and by using a mobile device with the *Cyclone FIELD 360* application, it was possible to automatically record real-time scans, connecting the different clouds in the actual displacement process between stations, (Fig. 14).

The virtues of testing with the *BLK360* include its extreme lightness (1 kg) and its handleability. It can be connected to Autodesk *ReCap Pro for mobile* which considerably speeds up the workflow. However, it requires private WiFi connection, which does not exist in this type of building.

Regarding disadvantages, the adverse characteristics of the building, in addition to the impossibility of accessing all the points of interest, require infinity of stations, where the point clouds draw an excessive volume of points with no architectural interest (stockpiled material) (Fig. 15). The 10 clouds carried out in the test in medium-low qualities, connected on site through the point cloud processing software mobile application, *Cyclone* by Leica, managed to process an 8GB .raf file in a few hours. The complete survey of the building over weeks, would require very specific hardware, and extremely meticulous post-processing work, even with these easy-to-handle and very fast scanners. This handicap, in addition to the price of use of the scanners, was the main reason for rejecting its generalised use.

Results and comparison of the systems used

The direct measurement procedure has permitted drawing up a planimetry of the ground plans of the monumental complex in CAD format, geometrically characterising the main constructive elements; squareness of pillars, stairs, holes in façades, enclosure thicknesses,

- 15. Nube de puntos interior
- 16. Modelo tridimensional texturizado
- 17. Vista ortométrica parcial del alzado oeste
- 18. Malla geométrica triangulada correspondiente a la tipografía del alzado oeste



15



16



17



- 15. Interior point cloud
- 16. Textured three-dimensional model
- 17. Partial orthometric view of the western elevation
- 18. Triangulated geometric mesh corresponding to the typography of the western elevation



18

Resultados y comparativa de los sistemas empleados

El procedimiento de medición directa ha permitido elaborar una planimetría de las plantas del conjunto monumental en formato CAD, caracterizando geoméricamente los principales elementos constructivos; escuadría de pilares, escaleras, huecos de fachada, gruesos de cerramientos, carpinterías, etc. La tolerancia de la precisión obtenida para el conjunto posibilita el acceso a un nivel de documentación de detalle (Almagro, 2004), pudiendo representar plantas generales a escala mínima de 1:100 y planos de detalle a escala mínima de 1:50.

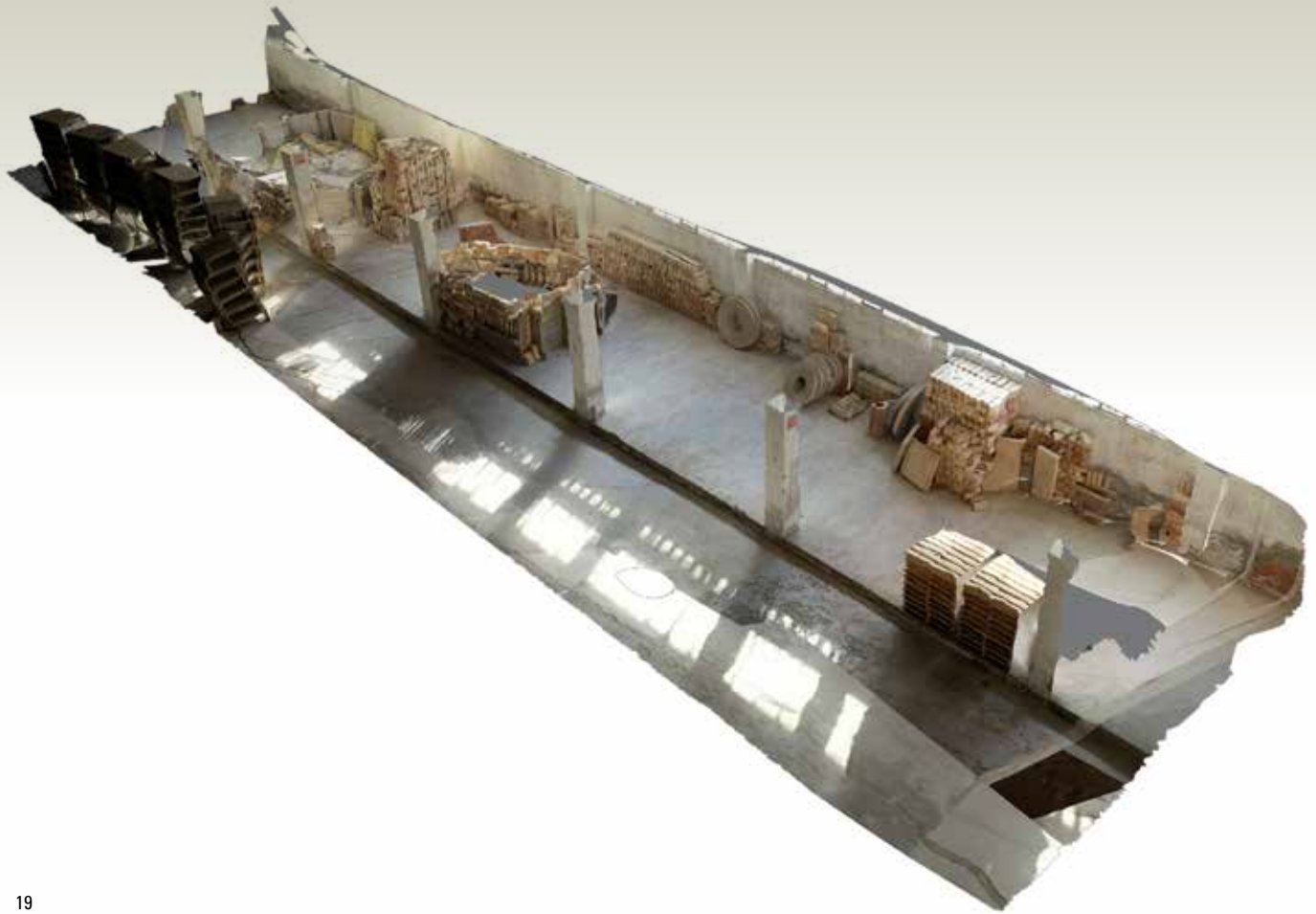
El proceso fotogramétrico ha facilitado la obtención de un modelo tridimensional texturizado (Fig. 16) del que, entre otros formatos, se han extraído ortofotografías de cualidad métrica (Fig. 17). La malla texturizada obtenida y la nube de puntos generada

a partir de dicha malla, han permitido el registro minucioso de todos los alzados, detallando de manera fidedigna las importantes deformaciones y patologías de los paramentos de fachada (Fig. 18). Además, la nube de puntos, por sus propiedades como contenedor de información topológica, permite un análisis multifacético que puede ofrecer evidencias de la evolución histórica de los elementos constructivos (Puche, 2017). Los resultados en el interior han sido menos satisfactorios, logrando únicamente una modelización geométrica parcial, la de aquellos ámbitos con niveles de iluminación aceptables. Con un tamaño de pixel máximo o GSD (Ground Sample Distance) de 2,75 mm, las ortofotografías se han podido representar a una escala de 1:75.

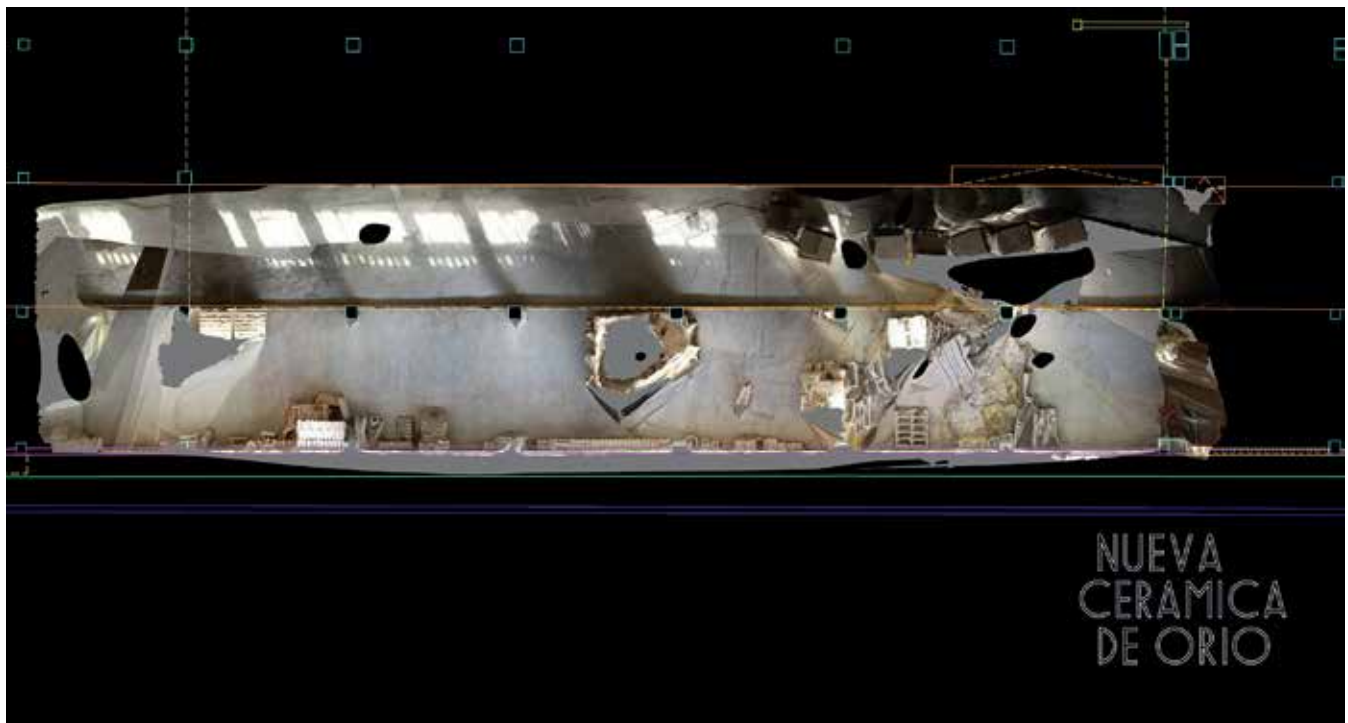
Toda esta información obtenida a través de los distintos métodos empleados se ha fusionado para valorar la correlación de los resul-

carpentry, etc. The precision tolerance obtained for the complex enables access to a detailed documentation level (Almagro, 2004), being able to represent general ground plans at a minimum scale of 1:100 and detail drawings at a minimum scale of 1:50.

The photogrammetric process has made it possible to obtain a textured three-dimensional model (Fig. 15) from which orthophotographs of metric quality (Fig. 17), among other formats, have been extracted. The textured mesh obtained and the point cloud generated from this mesh, have permitted the detailed recording of all the elevations, faithfully describing the important deformations and pathologies of the façade facings (Fig. 18). Moreover, the point cloud, due to its properties as a container of topological information, permits a multi-facet analysis that can offer evidence of the historical evolution of the constructive elements (Puche, 2017). The results on the interior have been less satisfactory, only achieving partial geometric modelling of those areas with acceptable lighting levels. With a maximum pixel size or GSD (Ground Sample Distance) of 2.75 mm, the orthophotographs have been represented at a scale of 1:75. All this information, obtained through the different methods used, was combined to value the results correlation in terms of exactness and precision. Later, after an analysis and edition process, the definite model was generated. To this end, in those interior areas where the generation of a three-dimensional model (Fig. 19) was possible, the textured geometric mesh and the CAD graphic file generated by direct measurement were superimposed (Fig. 20), corroborating the error obtained previously. The procedure of this graphic survey has clearly shown the appropriateness of the integrated use of measurement and geometric capture methods, but also the limitations of the three-dimensional restitution techniques in certain spaces, such as the case of industrial heritage architectures that maintain their activity. The advances in these new tools in terms of automation, simplify the data collection and processing phases, and reduce the qualification and instrument handling requirements, making them more and more accessible. All this may contribute, in the short term, to an increase in the demands for metric rigour of the graphic document. But, we cannot forget that, in certain working conditions, direct data collection



19



20

19. Malla texturizada del interior de la fábrica seccionada a 1,5 metros de altura

20. Superposición entre la planta de CAD y una proyección ortogonal de la malla texturizada

19. Textured mesh of the interior of the factory, sectioned at 1.5 metres high

20. Superimposition between the CAD ground plan and an orthogonal projection of the textured mesh

tados en términos de exactitud y precisión, y generar posteriormente, tras un proceso de análisis y edición, el modelo definitivo. Para ello, en aquellas zonas interiores donde ha sido posible la generación de un modelo tridimensional (Fig. 19), se ha llevado a cabo una superposición de la malla geométrica texturizada y el archivo gráfico de CAD generado por medición directa (Fig. 20), corroborando el error obtenido anteriormente.

El procedimiento de este levantamiento gráfico ha puesto de manifiesto la idoneidad del uso integrado de métodos de medición y captura geométrica pero también las limitaciones de las técnicas de restitución tridimensional en determinados espacios, como el caso de arquitecturas del patrimonio industrial que mantienen su actividad. El avance de estas nuevas herramientas en términos de automatización, simplifica las fases de toma y procesamiento de datos y rebaja los requerimientos de capacitación y manejo de instrumental, haciéndolas cada vez más accesibles. Todo ello puede contribuir, a corto plazo, a incrementar las exigencias del rigor métrico del documento gráfico. Pero no podemos olvidar que, en determinadas condiciones de trabajo, los procedimientos de toma de datos directos van a seguir jugando un papel fundamental, ofreciendo resultados no tan precisos. Los criterios de estandarización y normalización técnica de la documentación gráfica que se desarrollen durante los próximos años, no deberían pasar por alto esta cuestión. ■

de-la-piedra/patrimonio-industrial/orio/-casco-urbano/fichaconsulta/4837
 2 / http://www.docomomoiberico.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=207:nueva-ceramica-de-orio&Itemid=11&vista=1&lang=es
 3 / Investigación financiada por el Gobierno Vasco y la Diputación Foral de Gipuzkoa con el título "Puesta en valor y activación del proceso de reutilización de un conjunto monumental industrial: la Nueva Cerámica de Orio", dirigida por Ana Azpiri Albistegui y en la que participan Irati Otamendi Irizar, Arritokieta Eizaguirre Iribar, Mireia Roca Zeberio, María Senderos Laka, Leticia García Moreno, Teresa Meana Rodríguez, Daniel Carballo Ostolaza, José Javier Pérez Martínez, Iñigo León Cascante, Juan Antonio Barrenechea Bachiller y Ana Isabel Vitoria Ruiz.
 3 / <https://leica-geosystems.com/es-ES/products/laser-scanners/scanners>

Referencias

- ALMAGRO GORBEA, Antonio, 2004. *Levantamiento arquitectónico*, Universidad de Granada, Granada.
- AZPIRI ALBISTEGUI, Ana; ETXEPARE IGIÑIZ, Lauren; GARCÍA MORENO, Leticia; GARCÍA NIETO, Fernando; SÁNCHEZ BELLIDO, David, 2012. *La arquitectura de Luis Tolosa*, San Sebastián.
- MÚGICA ZUFIRIA, Serapio, 1918. *Provincia de Guipúzcoa, Geografía General del País Vasco-Navarro vol. 5*, dirigida por Francisco Carreras y Candi, Barcelona.
- OTAMENDI-IRIZAR, Irati, 2018. "Imbricaciones entre el proceso productivo y la arquitectura industrial: la evolución de la Nueva Cerámica de Orio", Congreso Rehabend 2018 construction pathology, rehabilitation technology and heritage management (7th rehabend congress), Cáceres (España), pp.102-110.
- PUCHE FONTANILLES, Josep M. et al, 2017. *Más allá de la métrica. Las nubes de puntos como expresión gráfica semántica*. EGA Expresión Gráfica Arquitectónica, [S.l.], v. 22, n. 31, p. 228-237.
- ZALDUA GOENA, Josune, 2012. "Nueva Cerámica de Orio", *Patrimonio industrial en el País Vasco*, vol. 1, Colección de Patrimonio Cultural Vasco 6, pp. 336-339.

Procedencia de las ilustraciones

Fig. 1; 7-9; 12-20. Elaboración propia
 Fig. 2-5. Archivo LTA (Luis Tolosa Amilibia)
 Fig. 6. Tabakfabrik Linz. Consultado el 21.02.2019 en <https://tabakfabrik-linz.at/en/2015/08/focusing-on-building-1/>
 Fig. 10-11. Elaboración propia con la colaboración de Teresa Meana y Juan Antonio Barrenechea

Agradecimientos

A Ana Azpiri por facilitarnos el acceso al archivo Luis Tolosa Amilibia.
 A Teresa Meana y Juan Antonio Barrenechea por su colaboración en el levantamiento gráfico tradicional realizado.

procedures are going to continue to play an essential role, offering results that are not so accurate. The standardisation and technical normalisation criteria of graphic documentation that will be developed over the next few years, should not overlook this issue. ■

Notes

- 1 / <http://www.euskadi.eus/app/ondarea/patrimonio-construido/nueva-ceramica-de-orio/fabrica-transformacion-de-la-piedra/patrimonio-industrial/orio/-casco-urbano/fichaconsulta/4837>
- 2 / http://www.docomomoiberico.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=207:nueva-ceramica-de-orio&Itemid=11&vista=1&lang=es
- 3 / Research financed by the Basque Government and the Regional Council of Gipuzkoa, under the title "Puesta en valor y activación del proceso de reutilización de un conjunto monumental industrial: la Nueva Cerámica de Orio", led by Ana Azpiri and with the participation of Irati Otamendi Irizar, Arritokieta Eizaguirre Iribar, Mireia Roca Zeberio, María Senderos Laka, Leticia García Moreno, Teresa Meana Rodríguez, Daniel Carballo Ostolaza, José Javier Pérez Martínez, Iñigo León Cascante, Juan Antonio Barrenechea Bachiller y Ana Isabel Vitoria Ruiz.
- 4 / <https://leica-geosystems.com/es-ES/products/laser-scanners/scanners>

References

- ALMAGRO GORBEA, Antonio, 2004. *Levantamiento arquitectónico*, University of Granada, Granada.
- AZPIRI ALBISTEGUI, Ana; ETXEPARE IGIÑIZ, Lauren; GARCÍA MORENO, Leticia; GARCÍA NIETO, Fernando; SÁNCHEZ BELLIDO, David, 2012. *La arquitectura de Luis Tolosa*, San Sebastián.
- MÚGICA ZUFIRIA, Serapio, 1918. *Provincia de Guipúzcoa, Geografía General del País Vasco-Navarro vol. 5*, managed by Francisco Carreras y Candi, Barcelona.
- OTAMENDI-IRIZAR, Irati, 2018. "Imbricaciones entre el proceso productivo y la arquitectura industrial: la evolución de la Nueva Cerámica de Orio", Rehabend Congress 2018 construction pathology, rehabilitation technology and heritage management (7th Rehabend Congress), Cáceres (Spain), pp.102-110.
- PUCHE FONTANILLES, Josep M. et al, 2017. *Más allá de la métrica. Las nubes de puntos como expresión gráfica semántica*. EGA Expresión Gráfica Arquitectónica, [S.l.], v. 22, n. 31, p. 228-237.
- ZALDUA GOENA, Josune, 2012. "Nueva Cerámica de Orio", *Patrimonio industrial en el País Vasco*, vol. 1, Basque Cultural Heritage Collection 6, pp. 336-339.

Origin of the illustrations

Fig. 1; 7-9; 12-20. The author's own
 Fig. 2-5. LTA Archive (Luis Tolosa Amilibia)
 Fig. 6. Tabakfabrik Linz. Consultado on 21.02.2019 at <https://tabakfabrik-linz.at/en/2015/08/focusing-on-building-1/>
 Fig. 10-11. Author's own with the collaboration of Teresa Meana and Juan Antonio Barrenechea

Acknowledgements

To Ana Azpiri for providing us access to the Luis Tolosa Amilibia archive.
 To Teresa Meana and Juan Antonio Barrenechea for their collaboration in the traditional graphic survey carried out.

Notas

1 / <http://www.euskadi.eus/app/ondarea/patrimonio-construido/nueva-ceramica-de-orio/fabrica-transformacion->