

LA HABITACIÓN DE ESCHER ESCHER'S ROOM

Pedro M. Cabezos Bernal, Juan J. Cisneros Vivó

doi: 10.4995/ega.2018.9806

Este artículo nace como un juego en el que se relacionan arte, geometría, física y matemáticas para desvelar un espacio que permanecía atrapado en forma de reflejo en una de obras más conocidas del fascinante artista neerlandés M. C. Escher, titulada: *Mano con esfera reflejante*. Esta obra es un autorretrato en el que el artista reproduce su propia mano sujetando un globo especular en el que él mismo se ve reflejado sentado en su estudio de Roma. Gracias a la meticulosidad y a la perfección con la que el artista ejecutaba sus obras ha sido posible restituir este espacio a partir de su reflejo, mediante un software diseñado específicamente para la ocasión que transforma el reflejo en un panorama esférico de la escena, en la que podremos sentirnos inmersos junto al desaparecido artista, gracias a las novedosas técnicas y visores de realidad virtual.

PALABRAS CLAVE: ESCHER. PANORAMA ESFÉRICO. EQUIRECTANGULAR. TRANSFORMACIÓN PROYECTIVA

This article is born as a game in which art, geometry, physics and mathematics are related to reveal a space that remained trapped in the form of a reflection in one of the best-known works of the fascinating Dutch artist M. C. Escher, entitled: Hand with reflecting sphere. This work is a self-portrait in which the artist reproduces his own hand holding a specular globe in which he himself is reflected sitting in his Rome studio. Thanks to the meticulousness and perfection with which the artist executed his works, it has been possible to restore this space from his reflection, using software designed specifically for the occasion that transforms the reflection into a spherical panorama of the scene, in which we can feel immersed together with the disappeared artist, thanks to the novel techniques and visors of virtual reality.

KEYWORDS: ESCHER, SPHERICAL PANORAMA. EQUIRECTANGULAR. PROJECTIVE TRANSFORMATION



La obra del artista neerlandés Maurits Cornelis Escher (1898-1972) genera gran admiración entre el público en general, además de cautivar la atención de matemáticos y geómetras por la complejidad, originalidad y rigurosidad geométrica presente en la mayoría de sus obras. Escher no sólo es un artista virtuoso de la técnica del grabado, sino que sus obras desprenden un aura personal e irrepetible fruto de la conjunción del talento imaginativo del artista con un profundo conocimiento geométrico aplicado con gran rigor científico y técnico. Su dominio de las leyes de la perspectiva cónica le permiten jugar con la percepción del espectador en sus conocidos espacios imposibles. También su interés por la geometría, sobre todo por la partición periódica del plano, le lleva a investigar y desarrollar sus fascinantes teselaciones y metamorfosis.

Esa admiración por su obra es la que nos llevó a realizar la investigación que recoge este artículo, que nace como un juego alrededor de su conocido autorretrato titulado: *Mano con esfera reflejante*, realizado en 1935, en el que el artista representa su mano sujetando una aparente esfera especular sobre la que se refleja el propio artista sentado en su estudio de Roma (Fig. 1). Se trata por tanto de la representación de un espacio real que, aunque distorsionado por el efecto del globo reflectante, abarca la práctica totalidad de la escena, a excepción de la pequeña área oculta tras la superficie reflejante.

Dado que el reflejo proporciona prácticamente la información de toda la sala, el reto planteado fue restituir este espacio de modo que pudiera ser visualizado sin distorsiones y de forma inmersiva

mediante un panorama esférico, a través del cual se pudieran deducir también las proporciones e incluso las medidas aproximadas de la sala. Para ello bastaría con conocer la posición del observador y la forma de la superficie reflectante, pues aplicando las leyes de la reflexión de la luz podríamos establecer la relación entre los puntos del reflejo y su posición en el espacio, por ejemplo, proyectados sobre una esfera que envuelva al espectador, lo que nos daría automáticamente el panorama esférico buscado.

Por lo que respecta a la forma del objeto en el que se refleja la escena, en todas las referencias bibliográficas consultadas se asume que el globo especular utilizado por Escher es una esfera, pero el detenido análisis del material recopilado revela que, en realidad, el objeto reflectante es una especie de globo parecido a un recipiente con cuello de botella cuyo cuerpo es un esferoide oblato, es decir, un elipsoide de revolución en el que un eje es de menor longitud que el resto.

Tal como afirma el propio Escher (1991:13), se trata del mismo globo representado en su obra: *Naturaleza muerta con esfera reflejante*, de 1934 (Fig. 2). La equivocada alusión a la esfera resulta comprensible, pues al contemplar la obra objeto del estudio cualquiera puede presuponer que se trata de una esfera y no de un recipiente esferoidal, ya que cuando se centra la vista este objeto, mirando en la dirección de su eje de revolución, desde el lado opuesto al cuello, éste puede percibirse como una superficie esférica, dado que su contorno aparente es el mismo y el cuello queda oculto en la parte trasera.

Este globo debió ser uno de los objetos más preciados de Escher,

The work of the Dutch artist Maurits Cornelis Escher (1898-1972) generates great admiration among the general public, as well as captivating the attention of mathematicians and geometers for the complexity, originality and geometric rigour present in most of his works. Escher is not only a virtuoso artist of the technique of engraving, but his works give off a personal and unrepeatable aura, the result of the conjunction of the artist's imaginative talent with a deep geometric knowledge applied with great scientific and technical rigour. His mastery of the laws of perspective allows him to play with the viewer's perception in his well-known impossible spaces. His interest in geometry, especially in the periodic partitioning of the plane, also led him to investigate and develop his fascinating tilings and metamorphoses. This admiration for his work is what led us to carry out the research included in this article, which is born as a game around his well-known self-portrait entitled: *Hand with reflecting sphere*, made in 1935, in which the artist represents his hand holding an apparent specular sphere on which the artist himself, seated in his Rome studio, is reflected (Fig. 1). It is therefore a representation of a real space that, although distorted by the effect of the reflective globe, covers practically the entire scene, with the exception of the small area hidden behind the reflecting surface. Since the reflection provides practically all the information in the room, the challenge was to restore this space so that it could be visualized without distortions and immersively through a spherical panorama, through which the proportions and even the approximate measurements of the room could also be deduced. To do this, it would suffice to know the position of the observer and the shape of the reflective surface, because by applying the laws of light reflection we could establish the relationship between the points of the reflection and its position in space, for example, projected on a sphere that encompasses the spectator, which would automatically give us the spherical panorama sought. Regarding the shape of the object in which the scene is reflected, all bibliographical references consulted assume that the specular globe used by Escher is a sphere, but the careful analysis of the material collected reveals that the reflective object is in fact



a kind of globe resembling a sort of vessel with neck of bottle whose body is an oblate spheroid, i. e. a revolution ellipsoid in which one axis is smaller than the other.

As Escher himself affirms (1991:13), it is the same globe represented in his work:

Still life with Reflecting Sphere, 1934 (Fig. 2). The erroneous allusion to the sphere is understandable, because when contemplating the work object of the study, anyone can assume that it is a sphere and not a spheroidal vessel, since when the view of this object is centred, looking in the direction of its axis of revolution, from the side opposite to the neck, it can be perceived as a spherical surface, since its apparent contour is the same and the neck is hidden in the back part.

This globe must have been one of Escher's most precious objects, as he was fascinated by the way in which the spectator, regardless of his position, was inexorably reflected in its centre (Fig. 3), in fact, Escher kept it as a decorative piece on his desk for a long time (Fig. 4). In these photographs, it is clearly shown that the globe is not fully spherical, but matches the spheroid described above. To

1. M.C. Escher, *Mano con esfera reflejante* (1935)
2. M.C. Escher, *Naturaleza muerta con esfera reflejante* (1934)

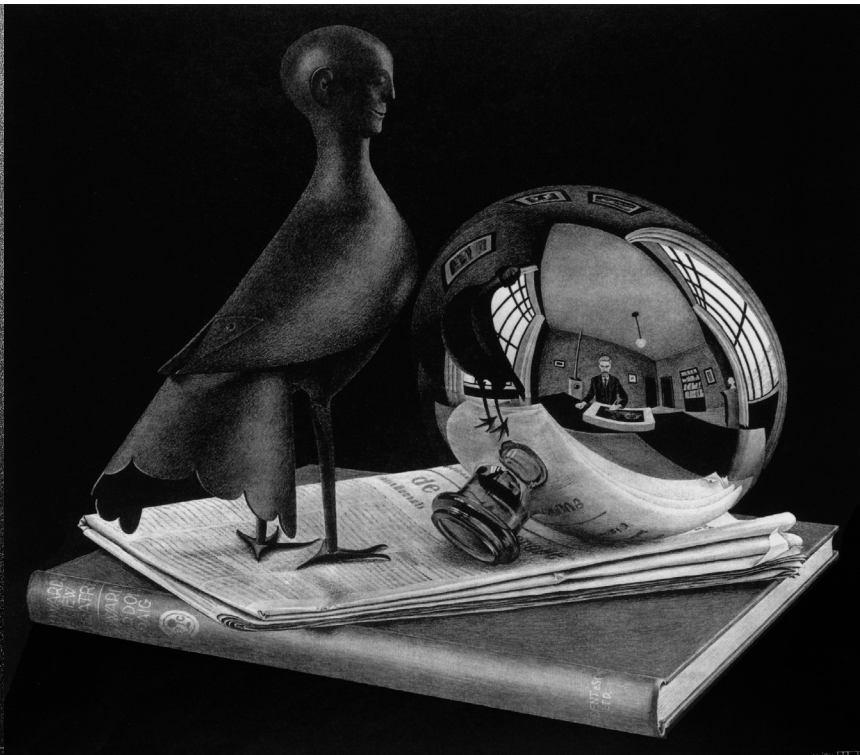
1. M. C. Escher, *Hand with reflecting sphere* (1935)
2. M. C. Escher, *Still life with Reflecting Sphere* (1934)

pues le fascinaba la manera en la que el espectador, independientemente de su posición, quedaba inexorablemente reflejado siempre en su centro (Fig. 3), de hecho, Escher lo mantuvo como pieza decorativa sobre su mesa de trabajo durante largo tiempo (Fig. 4).

En estas fotografías se comprueba claramente que el globo no es completamente esférico, sino que responde al esferoide descrito anteriormente. Para llegar a conocer las proporciones de este elipsoide se ha realizado un estudio geométrico sobre la fotografía aplicando la perspectiva de forma inversa 1 (Fig. 5), del que se deduce que el eje achatado del esferoide oblató se reduce aproximadamente un 10% en relación a los otros ejes. Para estimar el tamaño del globo, se ha establecido una relación antropométrica para comparar el tamaño

de la mano representada con los ejes mayores del esferoide oblató. Si nos fijamos en la posición de los dedos que sujetan el globo y consideramos el tamaño de la mano de un adulto medio en la misma posición, podemos estimar que los ejes mayores del esferoide medirían aproximadamente unos 19 cm, por lo tanto, el eje menor mediría unos 17 cm (90%).

Para conocer la posición del observador en relación al globo se ha realizado una serie de tanteos iniciales dentro de un rango de distancias físicamente posibles en relación a la forma en la que el artista sujeta el globo. En el tanteo inicial supusimos una distancia de 50 centímetros entre el punto de observación y el centro del globo reflectante, más tarde fuimos afinando esta distancia a tenor de los resultados obtenidos, tal como veremos más





3. Escher reflejado en su globo reflectante (Hazeu, 1998)

3. Escher reflected on his reflective globe (Hazeu, 1998)

4. Globo reflectante sobre su mesa de trabajo

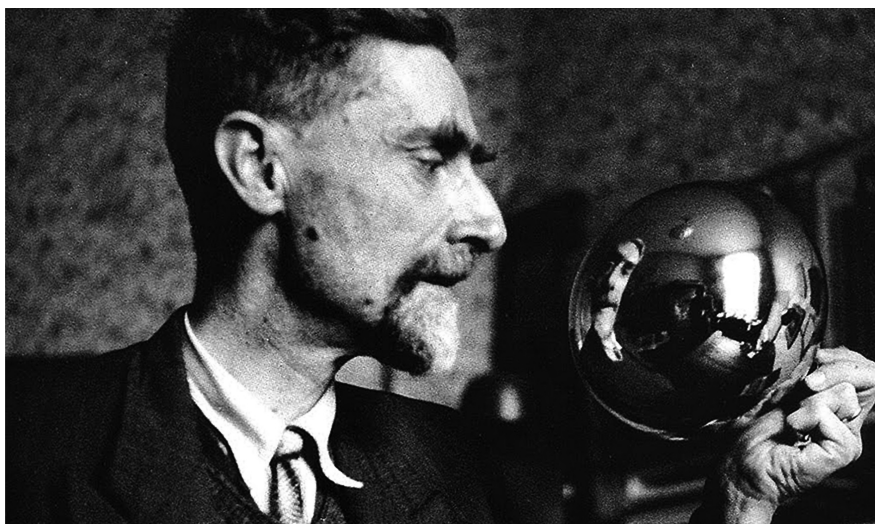
4. Reflective globe on his desk

adelante. La recta que une el punto de vista y el centro del elipsoide contiene al eje menor de éste, para que al mirar en esta dirección el contorno aparente sea equivalente al de una esfera.

Dadas las hipótesis de partida, definición del tamaño del elipsoide y posición del punto de vista en relación a éste, bastaba diseñar un algoritmo matemático que calculara la posición en el espacio de cada punto del reflejo. Para resolver el problema matemático basta aplicar las leyes de la reflexión de la luz sobre una superficie especular: la primera ley establece que el rayo incidente en un punto, el rayo reflejado y el vector normal en ese punto, se encuentran en un mismo plano, mientras que la segunda ley afirma que el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión.

Considerando estas leyes, el algoritmo desarrollado recorre los puntos del reflejo, que han sido discretizados en forma de píxeles correspondientes a una imagen bitmap de alta resolución, de modo que, a cada pixel, le corresponde un pixel homólogo en el espacio, es decir en la esfera concéntrica al elipsoide que engloba la esfera y define el panorama esférico resultante.

En la figura 6 se explica gráficamente el funcionamiento del algoritmo, también puede verse una animación explicativa del proceso accediendo al link: <https://youtu.be/iTo4kHWyVns>, o bien, utilizando el código QR que aparece en la figura desde cualquier dispositivo móvil. En primer lugar, se trataba de definir la escena tridimensional mediante la concretización matemática de las figuras geométricas, por un lado, el esferoide oblató S sobre el que se proyecta la imagen



3



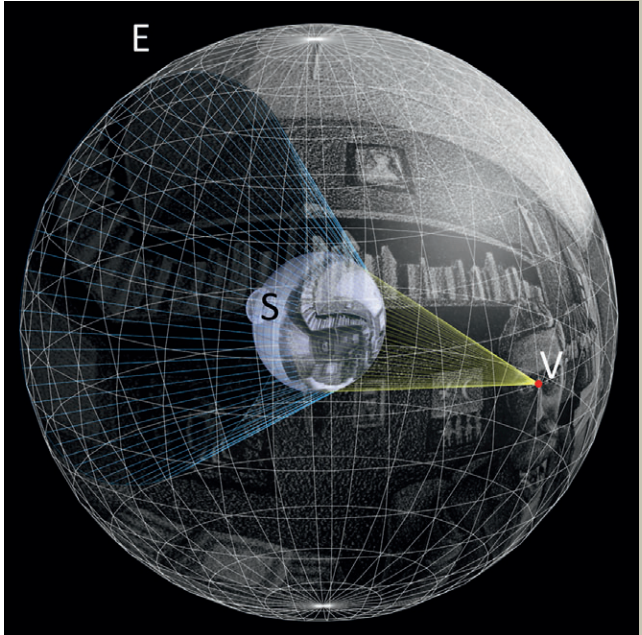
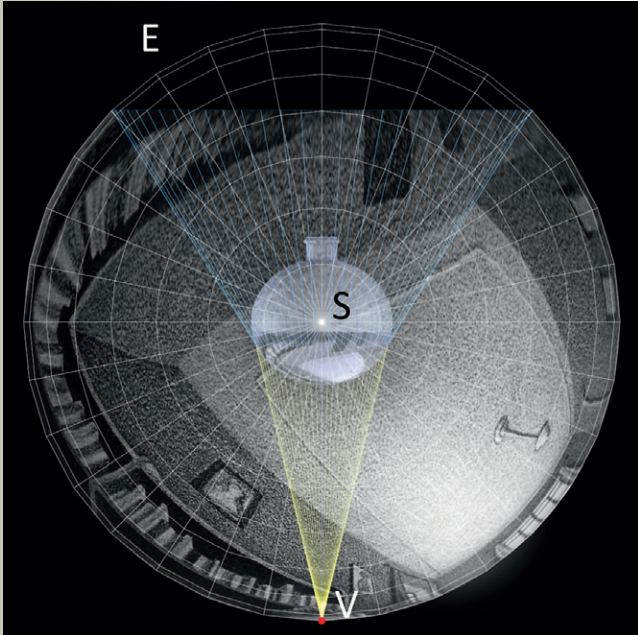
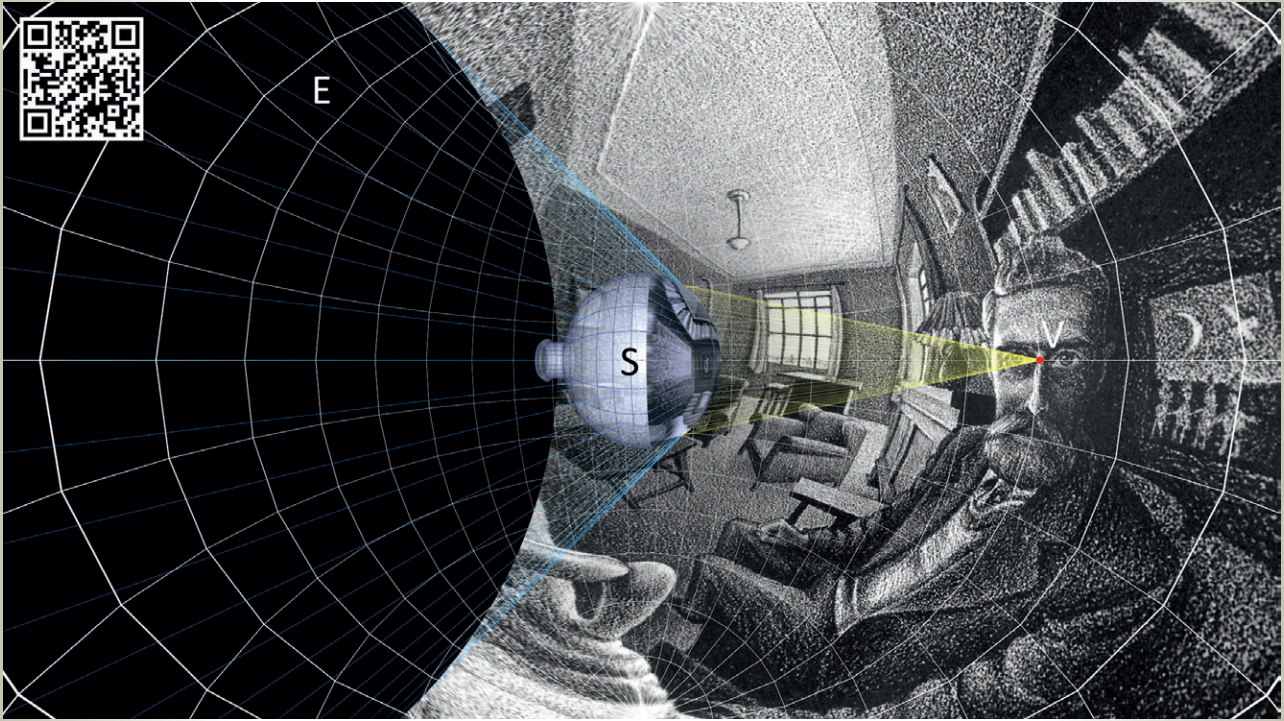
4

del reflejo desde el punto de vista V y, por otro lado, la esfera E, concéntrica con el elipsoide, que configura el panorama esférico. El algoritmo lanza rayos visuales desde el punto de vista V que intersecan con el elipsoide. En sentido inverso estos rayos representan los rayos reflejados por el elipsoide que llegan

get to know the proportions of this ellipsoid, a geometric study has been carried out on this photography, applying the perspective in an inverse way 1 (Fig. 5), from which it follows that the flattened axis of the oblate spheroid is reduced by approximately 10% with respect to the other axes. To estimate the globe size, an anthropometric relationship has been established to compare the hand size represented with the major axes of the



5



6



5. Restitución de las proporciones del esferoide oblató a partir de la fotografía

6. Ejemplificación gráfica del proceso de creación del panorama esférico según las leyes de la reflexión. Puede verse una animación a través del siguiente link: <https://youtu.be/iTo4kHWyVns>, o bien, leyendo el código QR con un dispositivo móvil

5. Restitution of the proportions of the oblate spheroid from the photograph

6. Graphical example of the process of creating the spherical panorama according to the laws of reflection. An animation can be viewed through the following link: <https://youtu.be/iTo4kHWyVns>, or by reading the QR code with a mobile device

al observador. A continuación, el algoritmo calcula los vectores normales al elipsoide en cada punto de intersección. Luego, aplicando la ley de reflexión el programa halla la dirección de los rayos incidentes y, finalmente, determina los puntos sobre la esfera, homólogos de los puntos sobre el reflejo, mediante la intersección de los rayos incidentes con la superficie esférica.

Debido a la doble simetría que plantea el problema, basta con barrer iterativamente solo un cuarto de la porción vista del elipsoide, para establecer las relaciones entre los puntos sobre el reflejo y los puntos sobre la esfera. El panorama esférico resultante queda definido mediante una imagen equirrectangular (Fig. 7), que no es más que la proyección cilíndrica equidistante de los puntos hallados sobre la esfera. Para la programación de este algoritmo se empleó el software de programación matemática MatLab, cuyo lenguaje resulta muy potente y versátil, sobre todo en el procesado de imágenes ráster.

Para acabar de afinar alguna de las hipótesis de partida como la distancia de observación, se realizó un proceso de ida y vuelta, tomando nue-

vamente de referencia un parámetro antropométrico como la distancia interpupilar de Escher en el panorama resultante, que podríamos asimilar a la distancia interpupilar media de un adulto, unos 64 mm 2.

La comprobación se llevó a cabo considerando que el panorama se proyecta sobre una esfera concéntrica al elipsoide, de radio igual a la distancia de observación inicial (50 cm) y por tanto el ecuador pasa por los ojos del espectador. Si se escala la imagen equirrectangular de forma que su lado inferior sea igual al desarrollo del ecuador de esta esfera ($2\pi r = 100\pi$), la distancia interpupilar de Escher medida sobre ésta debería estar a escala natural. En el primer intento resultó ser ligeramente diferente a la distancia interpupilar media, pero repitiendo el proceso con una distancia de observación de 52 cm se obtuvo una separación óptima.

En la imagen equirrectangular resultante aparecen en blanco las zonas de la escena que quedaron ocultas a la vista de Escher tras el globo reflectante. Para poder realizar una visualización inmersiva del panorama resultante se utilizó el entorno de programación del visor *krpano*, que permite integrar información adicional para enriquecer la experiencia a través de nodos interactivos, también denominados *hotspots*. Este visor tiene la ventaja que permite una visualización muy fluida en cualquier plataforma, ya sean ordenadores o dispositivos móviles, permitiendo en este último caso el uso de visores personales de realidad virtual como *Google Cardboard*, para ofrecer una experiencia todavía más inmersiva.

Se puede acceder a la visualización interactiva del panorama desde el siguiente link: [oblate spheroid. If we look at the position of the fingers that hold the balloon and consider the size of the hand of an average adult in the same position, we can estimate that the major axes of the spheroid would measure approximately 19 cm, therefore, the minor axis would measure approximately 17 cm \(90%\).](https://pca-</p>
</div>
<div data-bbox=)

To know the position of the observer with respect to the globe, a series of initial tests have been carried out within a range of physically feasible distances in relation to the way in which the artist holds the globe. In the initial guess we assumed a distance of 50 centimetres between the observation point and the centre of the reflective globe, later we were refining this distance based on the results obtained, as we will see later. The straight line joining the point of view and the ellipsoid's centre contains the minor axis of the ellipsoid, so that when looking in this direction the apparent contour is equivalent to that of a sphere.

Given the starting hypotheses, definition of the size of the ellipsoid and position of the point of view in relation to it, it suffices with designing a mathematical algorithm that would calculate the position in the space of each point of the reflection. To solve the mathematical problem, it is enough to apply the laws of light reflection on a specular surface: the first law establishes that the incident ray at one point, the reflected ray and the normal vector at that point, are in the same plane, while the second law states that the angle of incidence is equal to the angle of reflection.

Considering these laws, the algorithm developed runs through the points of the reflection, which have been discretized in the form of pixels corresponding to a high resolution bitmap image, so that each pixel corresponds to one pixel in the space, i.e. in the concentric sphere to the ellipsoid that encompasses the sphere and defines the resulting spherical panorama.

Figure 6 graphically explains the operation of the algorithm, an explanatory animation of the process can also be seen by accessing the link: <https://youtu.be/iTo4kHWyVns>, or by using the QR code shown in the figure from any mobile device. First of all, it was a question of defining the three-dimensional scene by concretizing mathematically the geometric shapes, on the one hand, the



7

oblate spheroid S on which the image of the reflection is projected from the point of view V and, on the other hand, the sphere E , concentric with the ellipsoid, which shapes the spherical panorama. The algorithm traces visual rays from the V point of view that intersect with the ellipsoid. Conversely, these rays represent the rays reflected by the ellipsoid that reach the observer. The algorithm then calculates the normal vectors to the ellipsoid at each point of intersection. Then, applying the law of reflection, the program finds the direction of the incident rays and, finally, determines the points on the sphere, counterparts of the points on the reflection, by means of the intersection of the

bezos.webs.upv.es/escher/escher.html o mediante la lectura con un dispositivo móvil del código QR presente en la figura 7. Se han incluido una serie de nodos interactivos con información adicional de algunos detalles y enseres presentes en la escena, tal como se describen en Escher (2017).

El resultado denota la precisión cuasi fotográfica con la que Escher reprodujo el reflejo. Sólo se aprecian deformaciones en las zonas del panorama correspondientes a las

zonas del reflejo próximas al contorno aparente del globo, que aparecen tan comprimidas por efecto de la curvatura del globo mostrada en escorzo, que cualquier pequeña desviación en la copia al natural resulta amplificada notablemente al llevarse a cabo la transformación.

El espacio restituído sobre la esfera resulta simétrico al espacio real, no por el efecto de inversión del reflejo, sino por la inversión producida en el proceso de impresión del grabado. De hecho, Escher,



7. Panorama esférico obtenido con el algoritmo desarrollado. Puede verse de forma interactiva e inmersiva siguiendo el siguiente link: <https://pcabezos.webs.upv.es/escher/escher.html>, o bien, leyendo el código QR de la figura con un dispositivo móvil

7. Spherical view obtained with the developed algorithm. It can be viewed in an interactive and immersive way by following this link: <https://pcabezos.webs.upv.es/escher/escher.html>, or by reading the QR code in the figure with a mobile device

al ser zurdo, debió sujetar el globo con su mano derecha para dejar libre la izquierda que es con la que dibujaba. Por ello el panorama resultante se ha invertido lateralmente para que se correspondiera con la realidad.

Este espacio arquitectónico se conserva todavía y pertenece a una villa de Roma situada en la *Via Alessandro Poerio, 122*, que fue el domicilio de Escher entre los años 1925 y 1935. Este estudio estaba situado en el ático y allí se encerra-

ba el artista durante largas horas de trabajo, como menciona George Escher, hijo mayor del artista, en una entrevista ³ en la que narra el trascurso de su niñez en esta residencia a la que denomina la casa de los cuatro vientos, por la excelente orientación y las vistas que ofrecía sobre la ciudad. Esta vivienda es actualmente una propiedad privada y no está abierta al público.

En la figura 8 se muestra una fotografía del interior del estudio en la que aparece Jetta Umiker,

incident rays with the spherical surface. Due to the double symmetry of the problem, it is enough to sweep iteratively only a quarter of the ellipsoid's view portion to establish the relations between the points on the reflection and the points on the sphere. The resulting spherical panorama is defined by an equirectangular image (Fig. 7), which is no more than the equidistant cylindrical projection of the points found on the sphere. MatLab mathematical programming software was used to program this algorithm. MatLab is a powerful and versatile language, especially in raster image processing. To finish refining some of the starting hypotheses such as the observation distance, a roundtrip process was carried out, taking again as reference an anthropometric parameter such as Escher's interpupillary distance in the resulting panorama, which we could assimilate to the average interpupillary distance of an adult, about 64 mm ².

The verification was carried out considering that the panorama is projected on a sphere, concentric to the ellipsoid, with a radius equal to the initial observation distance (50 cm) and therefore the equator passes through the eyes of the viewer. If the equirectangular image is scaled so that its lower side is equal to the development of the equator of this sphere ($2\pi r = 100\pi$), the interpupillary distance of Escher measured on this sphere should be on a natural scale. In the first attempt it turned out to be slightly different from the mean interpupillary distance, but repeating the process with an observation distance of 52 cm resulted in optimal separation. In the resulting equirectangular image, the areas of the scene that were hidden from Escher's view behind the reflective globe appear in white. The programming



8

environment of the image viewer *Krpano* was used to make an immersive visualization of the resulting panorama. This environment features the integration of additional information to enrich the experience through interactive nodes, also called *hotspots*. This viewer has the advantage that it allows a very fluid visualization on any platform, whether computers or mobile devices. Allowing the use in mobile devices of personal virtual reality viewers such as *Google Cardboard*, to offer an even more immersive experience. The interactive visualization of the panorama can be accessed from the following link: <https://pcabazos.webs.upv.es/escher/escher.html> or by scanning the QR code present in figure 7 with a mobile device. A series of interactive nodes have been included with additional information on some of the details and personal objects present in the scene, as described in Escher (2017).

The result denotes the quasi-photographic precision with which Escher reproduced the reflection. Deformations can only be observed in the panorama areas corresponding to the areas of the reflection close to the apparent contour of the globe, which are so compressed by the effect of the globe's curvature shown in foreshortening, that any small deviation in the natural copy is amplified notably when the transformation takes place.

The space restored on the sphere is symmetrical to the real space, not because of the mirror's inversion effect, but because of the inversion produced in the printing process of the engraving. In fact, Escher, being left-handed, must have held the globe with his right hand to free the left hand he was drawing with. For this reason, the resulting panorama has been reversed laterally so that it corresponds to reality.

primera esposa del artista, sentada en el mismo lugar en la que aparece Escher en el autorretrato. Además, puede verse otra fotografía del exterior en la que se reconocen perfectamente las dos ventanas del estudio que dan al exterior en la última planta de la villa.

Conclusiones

El resultado de la investigación nos permite contemplar esta obra de Escher desde un nuevo punto de vista y de forma totalmente inmersiva e interactiva, reafirmando todavía más si cabe el increíble talento del artista al comprobar la exactitud y meticulosidad de su trabajo. Al visualizar el panorama restituido nos sentimos inmersos en el estudio de Escher, que nos sujeta ingravidos sobre su mano, pues con la transformación proyectiva el punto de vista del observador queda posicionado en el centro del esferoide reflectante. A partir del panorama ha sido posible hacer incluso una estimación de las proporciones y medidas de la estancia a partir de la obtención de proyecciones parciales ortogonales a los cerramientos (Fig. 9). Tomando como única referencia métrica las estimaciones antropométricas aplicadas sobre el autorretrato del artista, resulta que la planta de este espacio rectan-

gular debería tener unas medidas aproximadas de 3.8 m x 4.9 m y una altura libre de unos 3 metros. Para poder contrastar estos resultados con las medidas reales del inmueble hemos escrito a los propietarios actuales y estamos esperando su respuesta, si bien, el objetivo primordial de la investigación no era una restitución métrica precisa, sino recrear el espacio encerrado en el globo reflectante para su visualización interactiva. ■

Notas

- 1 / Para conocer el proceso de restitución de los elementos de la perspectiva cónica véase Cabezos & Cisneros (2012).
- 2 / Véase Dogson (2004).
- 3 / Puede verse la entrevista mencionada a través del siguiente link: <https://vimeo.com/142037451>

Referencias

- CABEZOS BERNAL, P. M. & CISNEROS VIVÓ, J. J., 2012. La proyección cónica aplicada a la restitución 3D de elementos arquitectónicos a partir de fotografías, *XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación*, pp.897-908.
- DODGSON, N.A., 2004. Variation & extrema of human interpupillary distance, *Proceedings of SPIE 2004*, pp. 36-46.
- ESCHER, M. C., 2017. *M.C. Escher. Madrid Palacio Gaviria*. Catálogo de Exposición. Bolzano : Maurits.
- ESCHER, M. C., 1991. *Estampas y Dibujos*. Baarn : Taschen.
- ESCHER, M. C., 1988. *The world of M.C. Escher*, New York : Abradale Press.
- HAZEU, W., 1998. *M.C. Escher Een Biografie*. Amsterdam: Meulenhoff.



8. Vista interior del estudio con Jetta Umiker, primera esposa del artista, y vista exterior del estudio en la última planta

9. Vistas parciales del panorama esférico frontales a las paredes para la estimación de las proporciones y de las dimensiones aproximadas de la sala

8. Interior view of the studio including Jetta Umiker, the artist's first wife, and exterior view of the studio on the top floor

9. Partial views of the spherical panorama in front of the walls in order to estimate the proportions and approximate dimensions of the room

This architectural space is still preserved and belongs to a house in Rome located on *Via Alessandro Poerio*, 122, which was Escher's residence between 1925 and 1935. This studio was located in the attic and the artist shut himself in there for long hours of work, as George Escher, the artist's eldest son, mentions in an interview **3** in which he recounts the passage of his childhood in this residence, which he calls the house of the four winds, due to its excellent orientation and the views it offered over the city. This house is currently a private property and is not open to the public.

Figure 8 shows a photograph of the interior of the studio including Jetta Umiker, the artist's first wife, sitting in the same place

where Escher appears in the self-portrait. In addition, you can also see another photograph of the exterior in which the two windows of the studio that face the exterior on the top floor of the house are clearly recognizable.

Conclusions

The result of the research allows us to contemplate Escher's work from a new point of view and in a totally immersive and interactive way, reaffirming even more the incredible talent of the artist when verifying the accuracy and meticulousness of his work. When visualizing the restored panorama, we feel immersed in Escher's studio, which holds us weightlessly on his hand, because with the projective transformation the point of view of the observer is placed in the center of the reflective spheroid. Using the panorama it has even been possible to make an estimation of the proportions and measurements of the room, by obtaining partial projections orthogonal to the building enclosures (Fig. 9). Taking as the only metric reference the anthropometric estimations applied on the artist's self-portrait, it turns out that the floor plan of this rectangular space should have an approximate size of 3.8 m x 4.9 m and a free height of about 3 meters. In order to contrast

these results with the real measurements of the property, we have written to the current owners and we are waiting for their answer, although the primary objective of the research was not a precise metric restitution, but to recreate the space enclosed in the reflective globe for its interactive visualization. ■

Notes

- 1 / For information on the process of restitution of the elements of the conical perspective see Cabezos & Cisneros (2012).
- 2 / See Dogson (2004).
- 3 / The interview can be viewed at the following link: <https://vimeo.com/142037451>

References

- CABEZOS BERNAL, P. M. & CISNEROS VIVÓ, J. J., 2012. La proyección cónica aplicada a la restitución 3D de elementos arquitectónicos a partir de fotografías, *XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación*, pp.897-908.
- DODGSON, N.A., 2004. Variation & extrema of human interpupillary distance, *Proceedings of SPIE 2004*, pp. 36-46.
- ESCHER, M. C., 2017. *M.C. Escher. Madrid Palacio Gaviña*. Catálogo de Exposición. Bolzano: Maurits.
- ESCHER, M. C., 1991. *Estampas y Dibujos*. Baarn : Taschen.
- ESCHER, M. C., 1988. *The world of M.C. Escher*, New York : Abradale Press.
- HAZEU, W., 1998. *M.C. Escher Een Biografie* Amsterdam : Meulenhoff.

