

LEVANTAMIENTO GRÁFICO. ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DE LA CLÍNICA FISIOTERAPÉUTICA DE REHABILITACIÓN DEL CENTRO SANITARIO DE SAN FRANCISCO DE BORJA DE FONTILLES

Jorge Francisco Martínez Piqueras¹, Rafael Emilio Marín Tolosa¹, Jorge Llopis Verdú¹, Francisco Hidalgo Delgado¹, Eduardo María Baviera Llópez²

¹ IRP-UPV, Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València.

² Doctorando por la Universitat Politècnica de València.

Autor de contacto: Jorge Francisco Martínez Piqueras, jormarpi@gmail.com

RESUMEN: El centro sanitario de Fontilles está situado en el hermoso paraje de la Vall de Laguard, en la Marina Alta (Alicante). Nace en 1909 como colonia sanitaria para la lucha contra la lepra, y ya desde su origen se proyecta bajo las recomendaciones médicas de la época en donde se buscaban unas condiciones sanitarias de confort y naturaleza para el tratamiento de las personas afectadas. En la actualidad, con una extensión cercana a los 800.000 m² y más de 30 edificios, el centro se dedica a continuar la lucha contra la lepra a nivel mundial, como centro de operaciones en las campañas médicas y envío de ayuda.

Uno de los pabellones que jugaban un gran papel en la lucha de esta terrible enfermedad es el edificio de rehabilitación, lugar donde los pacientes realizaban los ejercicios y actividades físicas necesarias para los tratamientos postoperatorios que debían recibir y así como para mejorar su calidad de vida. Pese al papel importante que jugaba este edificio, se encuentra poco estudiado y con escasas informaciones acerca de esta misma.

Este trabajo recoge todos los procesos que se han llevado a cabo para su levantamiento gráfico mediante técnicas SFM (Structure From Motion) detallando la metodología empleada para garantizar la precisión del levantamiento, donde la propia ubicación del edificio, situado entre bancales, dificultaba un levantamiento convencional, hasta obtener los modelos 3D de dicho edificio que han servido en el análisis de su evolución histórica y compositiva.

Éste está enmarcado en el proyecto I+D+i “El Sanatorio de San Francisco de Borja de Fontilles. Modelo de análisis para la recuperación integral de complejos sanitarias de valor patrimonial” (Programa estatal de investigación, desarrollo e innovación orientada a los retos de la sociedad. Ref. HAR2013- 42060-R)

PALABRAS CLAVE: Fontilles, modelado 3D, fotogrametría, Structure From motion, reverse engineering

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene su origen en el desarrollo de las investigaciones enfocadas en la puesta en valor del Centro Sanitario de San Francisco de Borja de Fontilles, desde el punto de vista patrimonial y de paisaje, dentro del proyecto estatal del programa de investigación, desarrollo e innovación orientada a los retos de la sociedad.

El complejo sanitario de San Francisco de Borja de Fontilles está situado en Vall de Laguar, provincia de Alicante, siendo en la actualidad un centro especializado de referencia en la lucha contra enfermedades asociadas a la pobreza y malnutrición, trabajando en más de 20 proyectos de investigación y de cooperación internacional en 14 países.

Especialmente, dado su origen específico en la lucha contra la lepra en España a principios del siglo XX, Fontilles colabora con diversos programas internacionales para la lucha y tratamiento de la enfermedad de Hansen, comúnmente conocida por la lepra, en el continente africano, americano, asiático y europeo.

El centro sanitario de San Francisco de Borja se inaugura en enero de 1909¹ con el objetivo de tratar a la población enferma de lepra en la comarca de la Marina Alta de la Comunidad Valenciana ya que, en esa época, la enfermedad no tenía cura. En el contexto social y sanitario de la época de su fundación, dicha enfermedad estaba considerada como incurable y altamente

contagiosa. Por ello, tras largas negociaciones y con el apoyo de intelectuales y sanitarios, se logró la construcción de centro sanitario de San Francisco de Borja de Fontilles.

Las condiciones higiénicas y climáticas que debían reunir el entorno y las construcciones, según los expertos en medicina, debían emplazarse en lugares secos, separados del mar y con posibilidad de terrenos de cultivo para su autoabastecimiento, además de disponer de los recursos hídricos suficientes para el abastecimiento del nuevo centro sanitario distribuido en pabellones y con amplios jardines y zona agrícola. Además, según las recomendaciones del Médico fundador de Fontilles, el Dr. González Castellano, se pretendía que Fontilles fuera autosuficiente y, para lograrlo, se debía de proveer al centro de talleres, granjas y terrenos de cultivo para el desempeño de tareas productivas, debiendo distinguirse los usos de los pabellones por género, evitando el contacto entre hombre y mujeres, evitando así la procreación entre enfermos².

Por ello, desde su apertura como Leprosario Regional, se desarrollaron tanto acciones sanitarias, basadas en la higiene, lavado y tratamiento de las heridas, ya que no existía un fármaco eficaz; como acciones sociales y religiosas para consolar las almas de los pobres leprosos.

Durante el siglo XX la medicina para el tratamiento de la lepra y la sociedad fue evolucionando, lo que llevó también a Fontilles a la necesidad de adaptarse a los tiempos venideros, tanto en el ámbito terapéutico como en la adaptación de los usos y construcción de nuevas estructuras para dar servicio en cada momento a las necesidades reales.

Por todo ello, dentro del contexto evolutivo del centro sanitario, el edificio objeto de estudio, el que fuera Clínica Fisioterapéutica de Rehabilitación, fue construido en 1924, durante la segunda fase de evolución de Fontilles, considerada la «etapa de consolidación»³, época en la que se construyeron los edificios de mayor entidad y complejidad constructiva del complejo, ampliándose sustanciosamente la capacidad de enfermos. En 1926, fecha de inauguración del edificio de estudio, la cifra aproximada de afectados de lepra rondaba los 150⁴,

El Pabellón se inauguró en 1926 para albergar la Enfermería para las mujeres enfermas de lepra⁵. Posteriormente, en 1954, se dotó al edificio de un sistema centralizado de calefacción por agua caliente y radiadores⁶. Finalmente, en 1965 dada la necesidad de cambio de uso, se adaptó y equipó el espacio para la Clínica Fisioterapéutica de Rehabilitación⁷.



Fig. 1: Clínica Fisioterapéutica de Rehabilitación⁸



Fig. 2: Vista general de la antigua Clínica Fisioterapéutica de Rehabilitación. Estado actual.

Tras la centralización de los ejercicios de fisioterapia en el Pabellón Principal, la Clínica de Fisioterapia pasó a utilizarse como almacén, uso que mantiene en la actualidad.

El estado de conservación del mismo es muy deficiente, habiéndose detectado importantes fallos estructurales, tanto asentamientos diferenciales como desplomes, gracias al levantamiento realizado en este trabajo de investigación, lo que compromete seriamente la estabilidad del mismo.

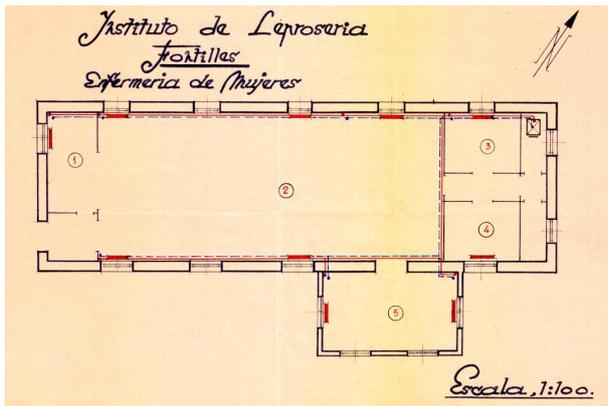


Fig. 3: Plano del de instalación de calefacción por agua caliente. 1956.

2. OBJETIVOS

Los objetivos planteados en el presente trabajo pretenden elaborar una metodología de levantamiento digital que sea ágil, precisa y que a su vez se pueda repetir en el resto de edificios del complejo de Fontilles. A partir de los levantamientos, se ha elaborado información gráfica que ha permitido analizar el edificio existente, así como crear un modelo 3D de su estado actual, partiendo del mismo y de la información histórica existente, volver a su estado original.

Para ello, se ha elegido uno de los edificios del complejo de Fontilles para corroborar esta metodología, la clínica fisioterapéutica de rehabilitación. El edificio se caracteriza por la simplificación de formas, ausencia de ornamento, y sobre todo, una composición de planta y fachada clásica donde proporciones y relaciones geométricas entre las partes constituyen un aspecto importante y preponderante. Además, esta estructura puede considerarse, en parte, una arquitectura orgánica, ya que se adapta a la orografía del valle y se emplearon materiales procedentes de la comarca y del propio territorio.

Dadas sus formas simples pero ubicado entre terrazas de cultivo, con sus fachadas muy próximas a estas y con árboles frutales alrededor, le añadían cierta complejidad a la hora de realizar la toma fotográfica, la cual se preveía desde un principio que iba a ser extensa, siendo

un problema a la hora de gestionar toda la información con un ordenador convencional.

3. METODOLOGÍA

La metodología que se ha empleado para realizar este trabajo ha abarcado diversas fases:

En primer lugar, se ha realizado una consulta del extenso Archivo Histórico de Fontilles (AHF), consultando los fondos bibliográficos y material histórico fotográfico. Estas fuentes han servido para indagar cual fue el estado original del edificio, antes de sufrir las ampliaciones y modificaciones actuales.

En segundo lugar, se ha realizado el levantamiento gráfico del estado actual del exterior del edificio, utilizando sistemas de Structure From Motion (SFM). Dicho levantamiento ha sido fundamental como base de estudio del estado actual del edificio, permitiendo devolver virtualmente al estado original del mismo.

A pesar de tratarse de una planta de formas sencillas, la ubicación del edificio dentro del complejo de Fontilles entre terrazas destinadas al cultivo de árboles frutales, en donde casi no existe espacio para poder moverse, ha sido el motivo por el cual se ha realizado una extensa toma fotográfica, en la que se ha procurado recoger, con máximo detalle, cada una de las partes del edificio, evitando faltas de información y haciendo uso de una pértiga para elevar el punto de la cámara allí donde se ha necesitado.

Dicha toma fotográfica se compone de un total de 1.639 fotografías divididas en tres grupos según la distancia focal que se ha utilizado: 1.019 fotografías a 18mm, recogiendo todos los detalles de la parte inferior del edificio, 451 fotografías a 27 mm, de la zona superior del edificio y 156 fotografías a 50mm para recoger la cubierta oeste aprovechando las diferentes terrazas y desniveles del terreno.

Previa a la toma fotográfica, se han colocado una serie de dianas de 3x3cm, para incluirlas en la toma fotográfica y poderlas emplear como puntos de referencia en las fases siguientes. Se ha optado por el uso de dianas simples, sin codificar, dado que el tamaño necesario que requieren las dianas codificadas es mucho mayor para poder ser interpretadas de una forma correcta por el programa de cálculo empleado (Photoscan), y así conseguir evitar lagunas en el modelo final y faltas importantes en la textura.

La disposición de las dianas se ha efectuado formando pequeños triángulos de unos 80-100cm. de lado, colocando una diana en cada vértice de la edificación, consiguiendo crear el mayor número posible de tomas métricas. Se han repartido por todo el contorno del

edificio, procurando colocar una triangulación de dianas en cada uno de los extremos de cada alzado, repartiéndose el resto por las zonas intermedias.

Posteriormente, se ha realizado la medición de cada uno de los lados del triángulo que los forman, las cuales han servido para poder escalar el modelo y verificar el error residual. En total se han colocado 42 marcadores en 14 triángulos, obteniéndose 42 mediciones directas.

Para minimizar los tiempos de cálculo en la alineación de las imágenes dentro de la aplicación de "Photoscan", dada la potencia del equipo con el que se han realizado (Intel Pentium I7-870 a 2,97 GHz, 16 GB RAM, ATI Radeon 5870 HD), se ha optado por dividir el proyecto en cuatro partes y posteriormente unir cada una de ellas añadiendo marcadores entre las partes comunes de los distintos grupos que forman el modelo completo, quedando formado el trabajo tal y como se indica en la Figura 4.

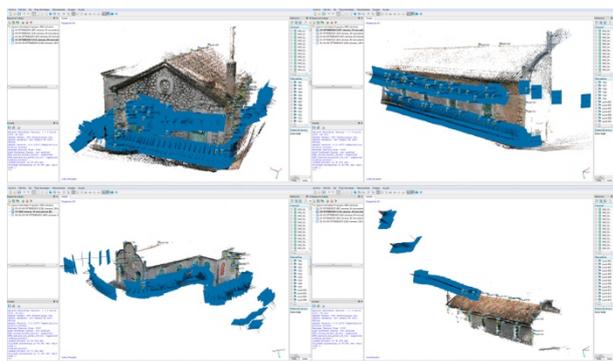


Fig. 4: Alineación de las fotografías de los cuatro grupos.

El Grupo-1 está formado por 634 fotografías y recoge la fachada norte junto con una pequeña porción de las fachadas este y oeste. El Grupo-2 está formado por 497 fotografías y recoge el alzado oeste. El Grupo-3 está formado por 468 fotografías y recoge los alzados este, sur y parte del alzado oeste. Por último, el Grupo-4 está formado por 126 fotografías, y recoge la cubierta oeste y pequeñas porciones de la cubierta este. Hay que indicar que se han duplicado algunas fotografías entre los diferentes grupos para tener una mayor superficie común y poder alinear correctamente los diferentes grupos.

Posteriormente, se han ido alineando uno a uno cada grupo de los resultados del cálculo anterior, colocando 110 marcadores repartidos entre las fotografías de los diferentes grupos que, junto con los 42 marcadores de las dianas, hacen un total de 152 marcadores, lo que supone un total de 5.153 proyecciones referenciadas manualmente entre las 1.639 fotografías.

El resultado final del cálculo de la alineación de las fotografías y unión de todas las partes, como se observa en la Figura 5, ha sido una nube de baja densidad de 6.930.487 de puntos.



Fig. 5: Resultado de la alineación de los cuatro grupos.

Una vez alineados todos los grupos, se ha procedido al cálculo de la nube de puntos densa. Para ello, se ha optado por dividir de nuevo el modelo en cuatro partes. En este caso, se optado en dividir cada una de ellas por alzados, con el objetivo de agilizar de nuevo todo el proceso de cálculo, para posteriormente unificarlos todos en un mismo grupo. Como se observa en la Figura 6, el resultado obtenido es una nube de puntos de una densidad de 83.721.976 puntos.

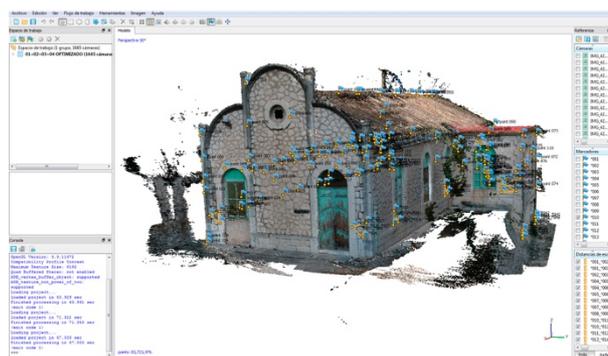


Fig. 6: Resultado de la nube de puntos densa.

La siguiente fase corresponde a la limpieza y conversión de la nube de puntos en malla. Con el objetivo de mejorar la calidad de los resultados, se ha procedido nuevamente a dividir el modelo en partes. De este modo, se ha depurado la nube de puntos borrando aquellas partes que no eran prescindibles para el cálculo así como los errores de interpretación del programa. Además, al realizar piezas de análisis más pequeñas del edificio de estudio, se ha podido asignar un mayor número de polígonos para conseguir obtener una calidad más detallada a un coste menor de recursos de ordenador. No obstante, el modelo final de la unión de todos los grupos se ha decimado a 10 millones de polígonos para poder trabajar cómodamente en las aplicaciones informáticas empleadas.

El siguiente paso ha sido extraer la geometría de la malla (Figura 7), para conseguirlo, se han empleado procesos de "reverse engineering". Mediante la aplicación de "Rapidform XOR3", se han realizado una serie de secciones en el modelo que han posibilitado el

dibujo directamente sobre la malla, permitiendo un mayor control de los elementos representados.

Por último, las secciones y alzados que se han obtenido de la malla, se han importado dentro de la aplicación de modelado "Rhinceros" en donde se han construido los modelos 3D que han permitido analizar al edificio en profundidad.



Fig. 7: Extracción de la geometría de la malla con "Rapidform XOR3"

4. RESULTADOS

El edificio se caracteriza por una planta prácticamente diáfana, donde predomina la utilidad frente a la ornamentación, claramente visible en el mismo. Lo compone una gran sala destinada históricamente a hospedar a las pacientes y, posteriormente, como clínica de fisioterapia, espacio apto y adaptable a diferentes funciones.

A simple vista, destaca la disparidad de las dimensiones de las ventanas de los alzados longitudinales e incluso la colocación de éstos, que no están alineados entre sí. Los huecos de la fachada oeste son más estrechos y pequeños, que recaen al muro de la terraza de cultivo adyacente, no existiendo más vista que este muro. En cambio, los de la fachada este son más altos y anchos con una magnífica vista al valle y al fondo la costa.

Actualmente el edificio consta de dos accesos, uno por la fachada sur, siendo el principal, y otro por la fachada norte destinado al mantenimiento de la caldera. Muy probablemente en su origen la fachada sur dispondría de dos accesos simétricos, ya que así lo indican los huecos preexistentes que se conservan en su fachada, pero a día de hoy y como se puede observar en el plano de instalación de calefacción (figura 3) han cerrado el paso de uno de ellos con plementería de ladrillo, dejando únicamente una ventana.

Como modificaciones importantes destaca la ampliación de un volumen que sobresale de la fachada este. Para su construcción, se ha abierto acceso a través de la cuarta ventana, convirtiéndola en zona de paso. La estructura y muros que lo forman son más contemporáneos e

intentan imitar la materialidad original, como se observa en la figura 8. En el mismo se localizan cuatro ventanas de similares dimensiones que las del alzado al que se une, quedando actualmente una tapiada.

El interior también sufre modificaciones, aunque de menor relevancia, se ensancha el paso de la sala principal a las dependencias de la parte posterior del edificio y se crea un pequeño recinto al lado del acceso principal cerrando el paso por la sala principal de unas particiones ya existentes.

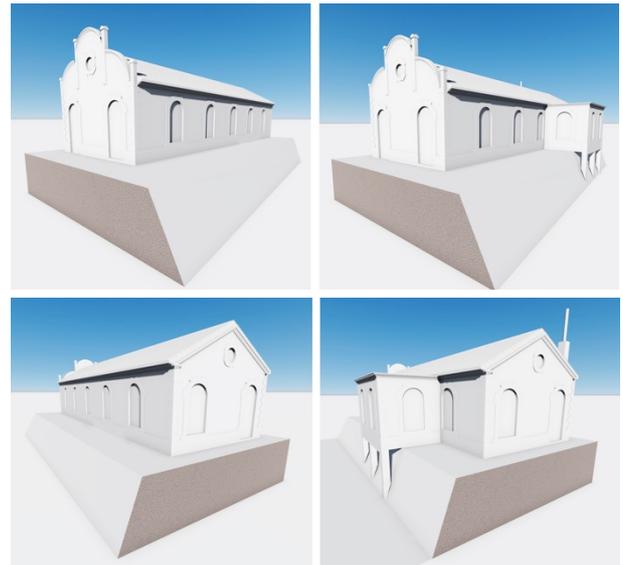


Fig. 8: Izquierda modelado del estado previo de la edificación y a la derecha modelado del estado actual.



Fig. 9: Interior de la Enfermería de Mujeres - primera fase⁹

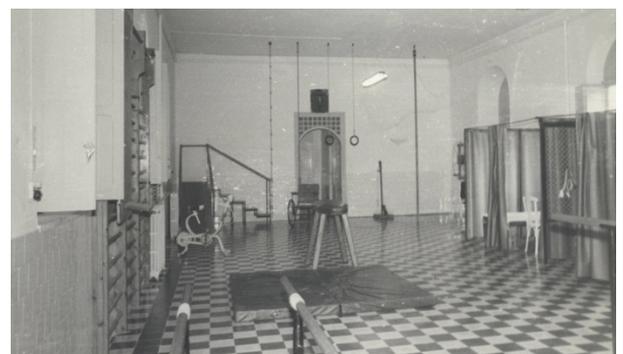


Fig. 10: Interior de la clínica Fisioterapéutica de Rehabilitación - segunda fase¹⁰

5. CONCLUSIONES

Los procesos de SFM “Structure From Motion” nos permiten obtener modelos digitales altamente detallados, los cuales pueden ser aplicados en una gran variedad de aplicaciones. En este caso concreto se ha verificado la viabilidad de la técnica para el levantamiento de los edificios de Fontilles, y aun siendo posible el uso de un ordenador de limitadas características para la realización de los cálculos, viendo el trabajo realizado para dividir el proyecto en diferentes grupos y el posterior trabajo realizado para unirlos, empleando una gran cantidad de tiempo en la colocación de marcadores manuales, sería recomendable el cálculo del proyecto completo, siempre que sea posible, esperando las horas/días que fuesen necesarias hasta que termine el trabajo, que la labor minuciosa de semanas que ha llevado la correcta alineación de cada uno de los grupos.

La rapidez y economía de medios a la hora de obtener la toma de datos resulta una ventaja añadida frente a otros sistemas, así como la gestión de estos modelos por las aplicaciones de modelado inverso que agilizan la obtención de resultados de calidad y precisión.

La obtención de estos modelos no debe quedarse en la mera elaboración de mallas 3D, se deben explotar y sacar el partido que estas técnicas proporcionan. La interactividad que nos permiten a la hora de modelarlos de nuevo, integrándolos en entornos virtuales para su mejor difusión y museización es un factor importante que debe ser explotado.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la Fundación Fontilles y a los trabajadores Sanatorio San Francisco de Borja por facilitar el acceso a la documentación histórica de archivo del complejo, así como a los edificios objeto de estudio.

Al Gobierno de España, que financian las investigaciones que se están llevando a cabo en el complejo mediante programas estatal y autonómico de investigación, desarrollo e innovación orientados a los retos de la sociedad.

Por último agradecer la colaboración del grupo multidisciplinar de profesionales que hacen posibles dichas investigaciones.

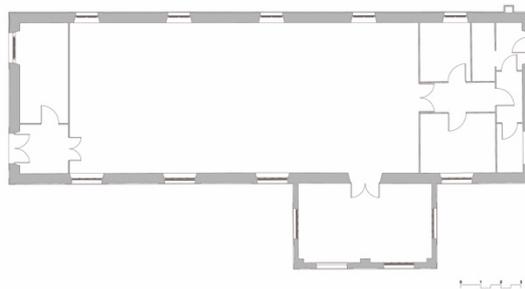


Fig. 11: Planta actual de la Clínica Fisioterapéutica de Rehabilitación - segunda fase.

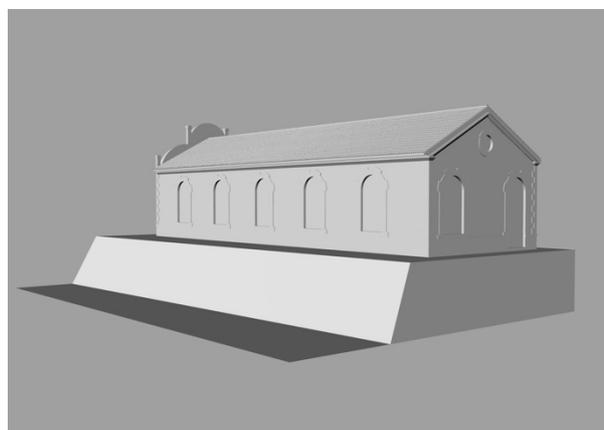


Fig. 12: Clínica Fisioterapéutica de Rehabilitación sin el volumen añadido.

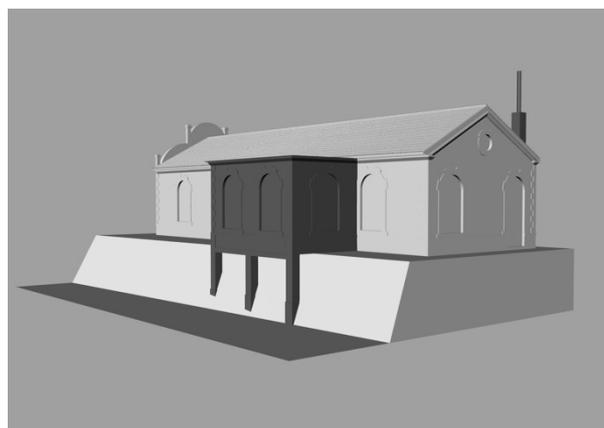


Fig. 13: Clínica Fisioterapéutica de Rehabilitación con el volumen añadido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AA.VV., (2009) *Fontilles 100 años. Trabajando por un mundo sin lepra*. Alicante, Fundación Fontilles.

Archivo Histórico de Fontilles (AHF). Sección fotografías y planos.

Bonilla Musoles, F.J. y Bertolín Sorando M. A., (2010) *Fontilles. El modelo valenciano de colonia sanitaria*. Valencia, Generalitat Valenciana y Fundación Fontilles.

Codina Bas, J. Bta., (2010) *Jaime González Castellano. El médico que soñó Fontilles (Xàbia 1832-1917)*. Xàbia, Ajuntament de Xàbia, Asociación Fontilles e Instituto Médico Valenciano, D.L.

Comes Iglesia, V. E., (2009) *Cuidados y Consuelos. Cien años de Fontilles*. Valencia, Generalitat Valenciana y Asociación Fontilles.

Gimeno, M., (1904) “Colonia-Sanatorio de San Francisco de Borja para los Pobres Leprosos” en *Caridad Heroica*. Valencia.

Hidalgo Delgado, F. (2013) *El Mercado Central de Valencia. Desde su construcción a su rehabilitación*. Valencia, Ed Universitat Politècnica de València, D.L

Marín Tolosa, R. E. (2014) “Sanatorio de San Francisco de Borja, Fontilles. Secuencialización Arquitectónica. Análisis y evolución de sus estructuras y técnicas constructivas” en *EMERGE 2014*. Valencia, Ed. UPV. [En línea]. Valencia, disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/47276>

Pevsner, N., (1979) *Historia de las tipologías arquitectónicas*. Barcelona, Gustavo Gili.

Revista *Fontilles*. Trimestral. Depósito legal V. 418-1958. Antigua Revista *La Lepra*.

Ruiloba Quecedo, C., (2013) *La Arquitectura Terapéutica. El Sanatorio Antituberculoso Pulmonar*. Tesis doctoral. Valladolid, Universidad de Valladolid.

Terencio de las Aguas, J., (1999) *La Lepra. Pasado, presente y futuro*. Valencia, Generalitat Valenciana.

¹ Comes Iglesia, V. E. *Cuidados y Consuelos, ob. cit.*, p. 148.

² Comes Iglesia, V. E. (2009) *Cuidados y consuelos. Cien años de Fontilles*. Valencia, Generalitat Valenciana, p. 102.

³ Comes Iglesia, V. E. *Cuidados y Consuelos, ob. cit.*

⁴ Comes Iglesia, V. E. *Cuidados y Consuelos, ob. cit.*, p. 365.

⁵ AHF. *Revista Fontilles*, abril 1926, p. 69.

⁶ AHF. *Archivador 138. Planos*, carpeta 8-A.

⁷ Comes Iglesia, V. E. *Cuidados y Consuelos, ob. cit.*, p. 319.

⁸ AHF. *Fondos fotográficos*. A-n3

⁹ AHF. *Fondos fotográficos*. A-n5

¹⁰ AHF. *Fondos fotográficos*. A-n5

