

¿Y POR QUÉ NO CONSTRUIMOS HOSPITALES DE MADERA?

Estudio sobre la viabilidad de las estructuras de madera en edificios hospitalarios
como herramienta de humanización

AUTORA: Olatz Izagirre Iturregi

TUTORES: Maite Crespo de Antonio, Rafa Zuza Elozegi



MASTER EN ESTRUCTURAS,
CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO
EN MADERA

ENERO 2024



RESUMEN

Los hospitales de nuestro entorno tienen un aspecto muy próximo al de los laboratorios científicos, alejado del ámbito humano, y no resultan especialmente acogedores. Es por ello que con este Trabajo Fin de Máster se pretende investigar el papel que pueda ejercer la madera en el proceso de humanización de la arquitectura hospitalaria y estudiar cómo hacerlo posible. Para ello se hace una revisión bibliográfica de la literatura publicada sobre el tema estudiando sus convenientes e inconvenientes, haciendo especial hincapié en lo que se refiere al comportamiento higiénico de la madera debido a la importancia de éste en un entorno hospitalario. De la misma manera, se dedica un apartado especial al estudio de los requerimientos técnicos a cumplir por el material en cuanto al fuego y las opciones que para ello nos ofrece el mercado actualmente. Para cerrar el apartado más teórico del trabajo, se hace una recopilación de referentes que han usado en mayor o menor medida la madera en el ámbito hospitalario en los últimos años. A modo de conclusión, se vuelca todo lo investigado mediante la resolución práctica de un caso teórico, el proyecto de la estructura realizada en madera de la ampliación del hospital San Eloy de Barakaldo.

PALABRAS CLAVE: Madera, Hospital, Humanización, Ampliación

Gure inguruko ospitaleek zientzia laborategien antz handia dute, giza eremutik urrun, eta ez dira bereziki erosoak. Hori dela eta, Master Amaierako Lan honek zurak ospitale arkitekturaren humanizazio prozesuan eduki dezakeen eragina ikertzea eta berau nola gauzatu aztertzea du helburu. Horretarako, gaiari buruz argitaratutako literaturaren berrikuspen bibliografikoa egin da abantailak eta desabantailak aztertuz, zuraren portaera higienikoari arreta berezia eskainiz honek osasungintzan duen garrantzia dela eta. Era berean, materialak suari dagokionean bete beharreko eskakizun teknikoak eta horiek bete ahal izateko merkatuak eskaintzen dituen aukerei atal berezia dedikatu zaie. Lanaren arlo teorikoena bukatzeko, azken urteetan zura neurri handiago edo txikiagoan erabili duten osasungintza arloko erreferentzien bilduma jaso da. Ondorio gisa, aurretik ikertutako guztia kasu teoriko baten ebazpen praktikoaren bidez borobiltzen da, Barakaldoko San Eloy ospitalearen handipenaren zurezko egituraren proiektua.

HITZ GAKOAK: Zura, Ospitalea, Humanizazio, Handipena

Hospitals around us look very much like science laboratories, far from human ambit, and they are not particularly welcoming. That is the reason why this Master's Thesis aims to investigate the role timber could play in the process of hospital architecture humanisation and how to formalize it. To this end, a bibliographical review of the published literature is made, studying its advantages and disadvantages with special emphasis on the hygienic behaviour of wood due to its importance in a hospital environment. In the same way, a special section is dedicated to technical requirements wood needs to fulfil in terms of fire and the solutions the market currently offers. To close the more theoretical portion of the document, a compilation of hospital architecture references that have used timber to a greater or lesser extent in recent years. As a conclusion, all the research previously done is presented through the practical resolution of a theoretical case, San Eloy Hospital's ampliation's timber structure project.

KEY WORDS: Timber, Hospital, Humanisation, Ampliation



<u>INTRODUCCIÓN</u>	4
<u>DESARROLLO TEÓRICO</u>	5
ANTECEDENTES	6
<i>EVIDENCIAS QUE JUSTIFICAN EL USO DE LA MADERA EN ESPACIOS SANITARIOS</i>	6
<i>RETOS A LOS QUE SE ENFRENTA EL USO DE LA MADERA EN ESPACIOS SANITARIOS</i>	8
REQUERIMIENTOS FRENTE AL FUEGO	8
REQUERIMIENTOS HIGIÉNICOS.....	9
REFERENCIAS CONSTRUIDAS	10
<i>NORTH BAY REGIONAL HEALTH CENTRE, NORTH BAY (CANADÁ) – 2010</i>	10
<i>DYSON CENTRE FOR NEONATAL CARE, BATH (REINO UNIDO) – 2011</i>	11
REFERENCIAS FUTURAS	12
<i>VELINDRE CANCER CENTRE, CARDIFF (REINO UNIDO) – 2026</i>	12
<i>NEW SURGICAL WARD, LVIV (UCRANIA) –</i>	12
PRIMERAS CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	13
<u>DESARROLLO PRÁCTICO</u>	14
PRESENTACIÓN DEL EDIFICIO BASE	15
DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	17
COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE	19
METODOLOGÍA DE CÁLCULO	20
PRIMERAS HIPÓTESIS	20
RESOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA	21
<i>VIGA</i>	21
<i>CERCHA</i>	23
<i>PÓRTICO</i>	24
<i>FORJADO</i>	27
<i>ARRIOSTRAMIENTO</i>	31
CONCLUSIONES DERIVADAS DEL CÁLCULO	32
<u>CONCLUSIONES FINALES</u>	34
<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	35
<u>APÉNDICE 1</u>	36
<u>ANEXO 1 - IRUFIRE REAL & INTEGRAL B-s1, d0 PUR</u>	38
<u>ANEXO 2 - GUÍA DE PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA EN EL MEDIO HOSPITALARIO</u>	40
<u>ANEXO 3 – MEMORIAS DE CÁLCULO PROYECTOS 1972 Y 1989</u>	71
<u>ANEXO 4 – DOCUMENTACIÓN GRÁFICA</u>	79



INTRODUCCIÓN

Los hospitales que hoy en día disponemos en nuestro entorno responden a condiciones y directrices de diseño anteriores, muy diferentes de las que disponemos hoy en día; la mayoría de ellos siendo concebidas como máquinas para curar. Como resultado nuestros hospitales tienen un aspecto muy próximo al de los laboratorios científicos, alejado del ámbito humano, y la sensación que transmiten es fría. Teniendo en cuenta que los usuarios de estos edificios se encuentran en una situación de vulnerabilidad como es el estar enfermo y que muchos de ellos deben pasar largas temporadas de recuperación en ellos, el espacio que los rodea debiera poder proporcionar la calidez y acogida necesarias para contribuir positivamente en dicho proceso.

Es por ello que en las últimas décadas estamos viendo como proliferan las reformas de espacios sanitarios con el objetivo de humanizarlos. Estos trabajos suelen centrarse en mejorar tanto la iluminación como la privacidad, haciendo uso para ello de materiales y colores más habituales en el ámbito doméstico que en el sanitario.

Aparte de lo mencionado, es un hecho que vivimos en una sociedad cada vez más longeva y envejecida; por lo que es lógico pensar que cada vez será mayor la cantidad de pacientes que estos edificios tendrán que acoger en un futuro. Para poder hacer frente a este aumento de demanda, los hospitales de los que hoy en día disponemos tendrán que someterse a sendas ampliaciones, con todas las complicaciones que una obra de esas características realizada con sistemas constructivos tradicionales conlleva en edificios tan sensibles como lo son los hospitales: ruido, plazos de ejecución extensos, imposibilidad de clausura mientras duren los trabajos, gran exigencia de limpieza ante el riesgo de contaminar espacios estériles...

Y todo ello con la crisis climática como telón de fondo y siendo el sector de la construcción una de las grandes responsables de la emisión de gases efecto invernadero que la provocan. Como consecuencia directa, nuevos y no tan nuevos sistemas constructivos sostenibles están beneficiándose de la necesidad de cambio; entre ellos la madera, que ha pasado de ser un material tradicional y obsoleto a uno con un gran desarrollo tecnológico.

Una vez conocidos los antecedentes que nos atañen y partiendo de la afirmación basada en estudios “La madera tiene efectos psicológicos en las personas y un efecto reductor del estrés similar al de la naturaleza” pronunciada por Marjut Wallenius, docente y doctora en psicología de la Universidad de Tampere, no parece descabellado pensar que la construcción en madera podría casar perfectamente con la arquitectura hospitalaria del presente y del futuro. Como toda gran revolución, los comienzos no serán fáciles y habrá ciertos obstáculos a los que hacer frente (normativa no preparada, productos auxiliares no desarrollados...). Pero a pesar de todo, parece que hay razones más que de peso para indagar en este tipo de aplicaciones; ya sea por el posible beneficio que el uso de la madera pueda reportar a los pacientes, por la idoneidad que un sistema de construcción en seco presenta para trabajos de construcción realizados en este tipo de edificios, por la necesidad de fomentar por parte de las administraciones el uso de materiales de construcción sostenibles o por todas las anteriores a la vez.

¿Y por qué no construimos hospitales de madera?



MASTER EN ESTRUCTURAS,
CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO
EN MADERA

DESARROLLO TEÓRICO



ANTECEDENTES

EVIDENCIAS QUE JUSTIFICAN EL USO DE LA MADERA EN ESPACIOS SANITARIOS

La creación de entornos construidos que favorezcan el bienestar y el confort desempeña un papel crucial para el proceso de curación. Es una poderosa herramienta muy eficaz para apoyar la compleja recuperación del organismo humano y por ende para acortar las estancias en los centros sanitarios (1). Pero por mucho que parezca obvio, no fue hasta 1984 cuando se publicó el primer estudio que confirmaba la sospecha de que el entorno jugaba un papel importante en el proceso de recuperación del paciente. Se estudió el proceso de recuperación de 46 pacientes que fueron sometidos a una colecistectomía durante 1972 y 1981; la mitad de ellos lo hicieron en habitaciones con vistas a la naturaleza y la otra mitad con vistas a un muro del edificio. Según quedó reflejado, los 23 pacientes quirúrgicos que se hospedaron en habitaciones con vistas a un entorno natural tuvieron estancias postoperatorias más cortas, recibieron menos comentarios evaluativos negativos por parte de las enfermeras y tomaron menos analgésicos potentes que los otros 23 a los que se les asignó habitaciones con vistas a un muro de ladrillo (2).

La explicación a este fenómeno podría encontrarse en la hipótesis formulada y popularizada en 1984 por el biólogo Edward Osborne Wilson en su libro homónimo *Biophilia*. Según la misma, dado que los seres humanos hemos evolucionado en entornos naturales, tenemos una afinidad innata hacia la naturaleza y otras entidades vivas (3).

Pero no solo lo que se ve a través de estas habitaciones influye sobre los pacientes, ya que, según un estudio llevado a cabo entre diciembre de 2012 y enero de 2014 en el que se interrogó a 187 pacientes sobre su percepción acerca de la habitación en la que se recuperaron después de una cirugía ortopédica, los elementos presentes en las habitaciones juegan un papel importante en reducir el estrés de los pacientes, dependiendo sobre todo de su habilidad para promover apoyo social y distracción positiva (4).

Después de los hallazgos publicados y teniendo en cuenta que el entorno exterior de los hospitales no es algo que sea tan fácilmente controlable, es lógico pensar en reproducir el entorno natural en el interior con el fin de obtener los mismos resultados. Y para cumplir con este cometido, hacer uso de materiales de construcción naturales en interiores, tales como la madera, posibilitaría la introducción de elementos naturales en entornos en los que hay limitaciones respecto al uso de plantas (en el entorno sanitario, por ejemplo) (5). Las múltiples investigaciones llevadas a cabo con el objetivo de comprobar que las conclusiones obtenidas respecto a la interacción con un entorno natural exterior son extrapolables al entorno interior han arrojado que en definitiva los efectos son los mismos en ambos casos. Es por ello que puede asegurarse que tal y como ocurre con el entorno natural, los entornos construidos en los que predominan los materiales naturales en general, y la madera en particular, tienen una afección positiva sobre el sistema nervioso del usuario que los habita, contribuyen a procesar el estrés y podrían contribuir por ello a acortar los tratamientos de los pacientes hospitalizados (6). Y es que el contacto visual con la madera estimula una sensación placentera en nuestros cerebros (6) e influye en el sistema nervioso mostrando un cerebro más calmado y con menor estrés (6).



Es a raíz de esta revelación que la construcción de espacios sanitarios en madera cobra más sentido ya que los componentes estructurales de madera, en caso de dejarlos expuestos, podrían servir simultáneamente dos propósitos: uno funcional y otro biofílico (7).

Aparte de ser capaz de atenuar los niveles de estrés, parece que la madera también es capaz de influir sobre los espacios térmicamente. Según un estudio publicado en 2008, después de redecorar una habitación de hospital con paneles de madera y comparar las estancias de los pacientes con las estancias de otros pacientes en una habitación idéntica sin redecorar, se pudo comprobar que el ambiente térmico en la primera era mejor contribuyendo a su vez a mantener la temperatura corporal de los pacientes que la habitaron a niveles más deseables (8). Esto se debe en parte a las propiedades físicas del material, ya que cuenta con un coeficiente de conductividad térmica realmente bajo ($0,13 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$). En relación con lo anterior, parece que no solo el material influye a la hora de alcanzar el deseado confort térmico ya que cuanto más rugosa sea una superficie mayor confort térmico puede obtenerse mediante interacción directa con las misma (1); con lo que el uso de la madera al natural sería más que beneficioso en ese sentido.

Además, el uso de la madera en espacios sanitarios no beneficiaría únicamente a los pacientes, ya que la mejora del entorno laboral influye directamente en el estado de ánimo del trabajador, con la consecuente mejora del rendimiento profesional de los trabajadores que eso conlleva. Gracias a ello el servicio y los cuidados brindados a los pacientes podrían ser de mayor calidad y contribuir a que las recuperaciones fuesen más cortas (5).

Para concluir, diferentes indicadores analizados en distintos casos en los que se puso el uso de la madera en práctica también muestran resultados positivos. El primero de ellos, la concentración de Compuestos Orgánicos Volátiles, fue estudiado en una investigación llevada a cabo entre agosto de 2009 y marzo de 2011. Se compararon tres habitaciones del mismo hospital noruego (una sin presencia de madera y las otras dos con paneles de distintas especies cada una) y según se recoge no se encontraron diferencias significativas respecto a concentraciones de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) en aire entre las tres habitaciones, por lo que se podría asegurar que el uso de paneles de madera en habitaciones de hospital no tiene efecto ninguno en la cantidad de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) en el ambiente interior de este tipo de habitaciones (9). Otro de los indicadores con relación al anterior es la calidad microbiana del aire. En un estudio publicado en 2012 se recoge que 4 y 7 meses después de haber reformado la sala de espera del Instituto Oncológico Nacional de Bratislava, el mismo parámetro mejoró notablemente en comparación con el estado anterior a la reforma (6). Este mismo estudio también registró las reacciones que los usuarios presentaban ante el espacio reformado durante una estancia de 20 minutos y se descubrió que las mismas eran mayoritariamente satisfactorias, un 46% de todas las reacciones detectadas, seguidas de las reacciones neutrales que fueron un 42% (6).



RETOS A LOS QUE SE ENFRENTA EL USO DE LA MADERA EN ESPACIOS SANITARIOS

REQUERIMIENTOS FRENTE AL FUEGO

El Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico SI (Seguridad en caso de Incendio) recoge las exigencias a cumplir de los materiales de construcción en lo referente a la resistencia y la reacción frente al fuego. Estas exigencias varían mayoritariamente dependiendo del uso del edificio en el que se encuentran dichos materiales, siendo el uso hospitalario uno de los más exigentes. La primera propiedad afecta a los elementos estructurales y hace referencia a la capacidad de un elemento para mantener durante un periodo determinado su función portante. La siguiente tabla muestra la clase a alcanzar, que representa el tiempo en minutos a resistir, por dichas piezas para el uso que nos acontece:

BAJO RASANTE		SOBRE RASANTE		
≤ 28 m	> 28 m	≤ 15 m	≤ 28 m	> 28 m
R 120	R 180	R 90	R 120	R 180

Tabla 1. Resistencias a fuego

Pese a que estos valores son importantes y pudieran parecer limitantes para el caso de la madera, lo cierto es que la resistencia no es una propiedad inherente al material y proviene del dimensionamiento de las piezas. Es por ello que el material no debería suponer ningún problema para cumplimentar lo exigido, bastando en este caso concreto con aplicar el sobredimensionado pertinente derivado de aplicar el método de la sección reducida que tendremos que asumir desde el principio en el proyecto.

Sin embargo, la reacción al fuego sí que es una propiedad característica del material ya que consiste en la capacidad que tiene el mismo a que un incendio se desarrolle. La clasificación que se hace de la misma se compone de un primer carácter que puede ser desde A1 (la mejor) hasta F (la peor) que define la reacción al fuego del material como tal. Se completa con un segundo que determina la producción de humo, comprendido desde s1 hasta s3, y con un posible tercero que se refiere a la proyección de gotas en llamas, que abarca desde d0 hasta d2. La siguiente tabla muestra la clase a alcanzar por los materiales que comprenden el revestimiento de un recinto perteneciente al uso hospitalario:

TECHO / PAREDES	SUELOS
B-s1, d0	C _{FL} -s1

Tabla 2. Reacciones al fuego

Teniendo en cuenta que la madera estructural está clasificada como D-s2, d0 según el Real Decreto 842/2013, es evidente que en el caso en el que se pretenda dejar la misma a la vista va a ser necesario aplicar algún tratamiento ignifugante con el que alcanzar la clasificación requerida. Hoy por hoy, en el mercado existen varios productos que prometen ser capaces de obtener la mejora requerida gracias a su aplicación. Uno de ellos sería *IRUFIRE REAL & INTEGRAL B-s1, d0 PUR* de Irurena Group. Según la ficha técnica del producto (Anexo 1), aplicando este producto sobre un sustrato con clasificación D-s2, d0 y densidad mínima de 510 kg/m³ se obtendría la mejora en la clasificación requerida para nuestro caso; consiguiendo el sustrato la nueva clasificación B-s1, d0. Estos resultados son extrapolables gracias a que el producto fue ensayado sobre un sustrato normalizado según lo recogido en la Norma EN 13238. En caso de que nuestro sustrato no cumpliera alguna de las condiciones anteriormente mencionada, sería necesario volver a ensayar el producto según la Norma EN 13823 sobre nuestro sustrato.

REQUERIMIENTOS HIGIÉNICOS

La limpieza de los espacios sanitarios es un aspecto fundamental para mantener la higiene de los mismos con el fin de evitar problemas de salud sobrevenidos tanto de los pacientes como de los propios profesionales. Estos esfuerzos son especialmente notables en las habitaciones, ya que suelen ser los espacios con mayor carga microbiana por ser dónde más tiempo pasan los pacientes durante su ingreso. Según lo recogido en la “Guía de procedimientos de limpieza en el medio hospitalario” publicado por el Servizo Galego de Saúde (Anexo 2), las unidades de hospitalización se clasifican dentro de las áreas con riesgo de infección medio. A la hora de higienizar estas áreas, la misma guía distingue 4 tipos de procesos: la limpieza de rutina, la general, la terminal y la especial. La primera sería la que se realiza aplicando las técnicas básicas de limpieza: limpieza de superficies mediante paño húmedo, barrido húmedo y fregado mediante método de doble cubo. La limpieza general es la que se realiza en profundidad y según una frecuencia predeterminada. La terminal es la que se realiza cuando finaliza un proceso (al final de la programación de un área quirúrgica, alta de un paciente...). La última sería la limpieza a realizar en situaciones especiales. La siguiente tabla recoge la periodicidad a cumplir por los diferentes tipos de limpieza para los elementos constructivos principales en el caso que nos acontece.

	LIMPIEZA DE RUTINA	LIMPIEZA GENERAL
SUELO	Mañana	Mensual
PAREDES	Siempre que existan manchas visibles	Mensual
TECHO	-	Semestral

Tabla 3. Periodicidad de limpieza

Dado que este tipo de protocolos están diseñados para los espacios hospitalarios existentes, contruidos con materiales usados habitualmente y tradicionales; puede que no se adecuen a los que se pretenden analizar, los conformados por grandes superficies de madera expuesta. Y es que, aunque pudiera parecer lo contrario, algunas investigaciones han demostrado que la madera sin tratar tiene propiedades antimicrobianas contra una gran variedad de patógenos responsables de infecciones asociadas con la atención sanitaria (10). Esto sería causado por varias de sus propiedades físicas y químicas. Para empezar su porosidad, ya que los microorganismos más comunes sobreviven menos en materiales porosos en comparación con los materiales no porosos. Esta diferencia principalmente se debe a que las superficies no porosas retienen humedad superficial durante más tiempo (10). La capacidad higroscópica de la madera también contribuye a controlar la humedad superficial, haciendo muy difícil la supervivencia de microbios en el material en ambientes interiores en los que la humedad relativa es baja (10). Por último, la acidez debido a la presencia de grupos funcionales ácidos en los polímeros y extractos de la madera. Este entorno ácido puede suponer un reto para el crecimiento microbiano en comparación con las superficies de materiales inertes (10).

No siendo suficiente todo lo anterior, las mismas investigaciones concluyeron que la facilidad para limpiar la madera no es menor que la de otros materiales tales como el plástico, el vidrio o el acero. (10) y que la limpieza con toallitas desinfectantes puede ser suficiente para reducir el número de microbios en las superficies de madera (10). Lamentablemente, en nuestra sociedad occidental no sirve con que algo esté limpio; sobre todo tiene que parecer que lo está. Lo cierto es que cuanto más rugosa sea la superficie, más difícil es mantenerla visualmente limpia (1), por mucho que gracias a la limpieza química con etanol y una limpieza mecánica regular (tanto cepillado como arenado) es posible mantener unos estándares de higiene aceptables y renovar a su vez las propiedades antimicrobianas de la madera (6).



REFERENCIAS CONSTRUIDAS

NORTH BAY REGIONAL HEALTH CENTRE, NORTH BAY (CANADÁ) – 2010

Este centro asistencial es obra del estudio canadiense EBHW Architecture y se trata del primer edificio con ocupación B-2 (cuidado y tratamiento) construido con madera estructural regulado por el Código de Edificación de Ontario. El complejo en total cuenta con 70.171 m² y lo componen dos instituciones sanitarias: el hospital del distrito (District Hospital), de 3 plantas y 275 camas, y el centro de salud mental regional (Regional Mental Health Centre), de 2 plantas y 113 camas. La estructura del edificio es un híbrido entre hormigón, acero estructural y entramado pesado de madera y para ello hicieron falta 1.581 m³ de madera local. Para facilitar la limpieza y el control de infecciones de los elementos de madera expuestos se optó por cubrir las piezas con uretano a base de agua.



Ilustración 1. Vista interior North Bay Regional Health Centre



Ilustración 2. Vista interior North Bay Regional Health Centre

Dado que según el código regulatorio las estructuras de los edificios con tipos de uso similares al que nos atañe deben ser incombustibles, las soluciones que se adoptaron en este caso fueron consensuadas con el departamento de bomberos. Una de ellas fue la de dividir el complejo en edificios más pequeños mediante cortafuegos resistentes durante 2 horas.

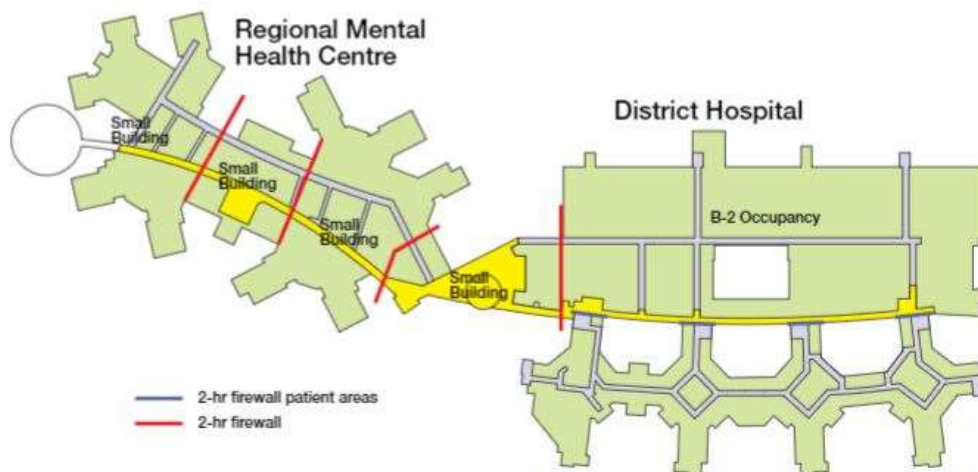


Ilustración 3. Sistema cortafuegos North Bay Regional Health Centre



DYSON CENTRE FOR NEONATAL CARE, BATH (REINO UNIDO) – 2011

Esta unidad neonatal, obra del estudio británico FCBStudios y premio RIBA National Award en 2012 entre otros, es la mejor defensa posible que se puede hacer del uso de madera estructural en el ámbito sanitario. El edificio de 850 m² y de una sola planta, cuenta con 21 cunas y atiende alrededor de 500 pacientes al año. La construcción del mismo se realizó mediante paneles de madera contralaminada y se dejó expuesta en interiores al máximo de lo que fuese posible, habiendo confirmado previamente con el equipo de control de infecciones del hospital el cumplimiento de los estándares clínicos. Esta decisión permitió una obra rápida, limpia y silenciosa en beneficio del paritorio adyacente y que en combinación con la luz natural se creará un ambiente calmado en el interior que ayuda a reducir los niveles de estrés tanto de trabajadores como de padres.



Ilustración 4. Vista interior Dyson Centre for Neonatal Care



Ilustración 5. Vista interior Dyson Centre for Neonatal Care

Al tratarse de una reubicación de una unidad existente, el centro sirve también como oportunidad para cuantificar el impacto de la nueva edificación. Los resultados arrojados por el estudio llevado a cabo en el que se analizó la comparativa entre los datos anteriores a la obra y los posteriores fueron muy positivos. Según los mismos, la nueva unidad es 8db más silenciosa que la anterior, las enfermeras pasan de media el doble de tiempo cuidando de los pacientes, el 90% de los bebés son amamantados cuando reciben el alta a diferencia del 64% previo, los padres visitan el centro 30 minutos más al día de media y los pacientes obtienen un 20% más de sueño con todo lo que ello conlleva para el crecimiento, el desarrollo y las posibilidades de supervivencia.

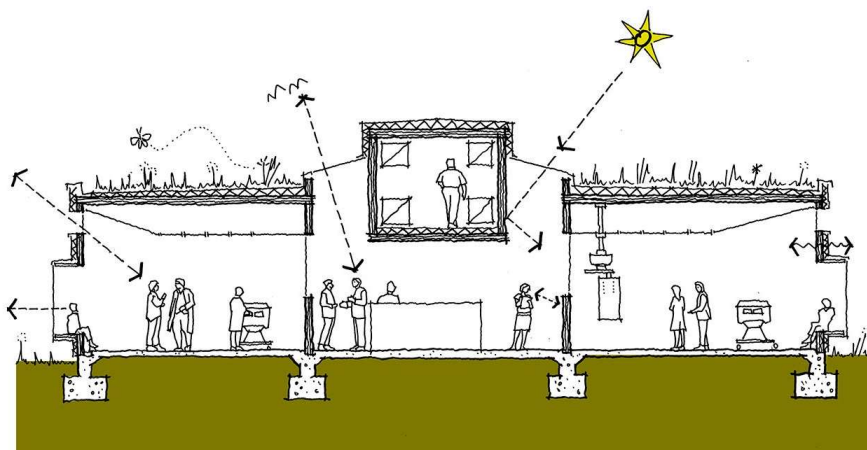


Ilustración 6. Sección Dyson Centre for Neonatal Care



REFERENCIAS FUTURAS

VELINDRE CANCER CENTRE, CARDIFF (REINO UNIDO) – 2026

El proyecto ganador, anunciado en julio del 2022, del concurso llevado a cabo para determinar el nuevo centro oncológico es trabajo del estudio escandinavo White Arkitekter y premio European Healthcare Design en 2023. Se espera que su construcción comience en 2024 y que las obras se extiendan hasta 2026. La estructura del edificio de 32.000 m² será parcialmente de madera, centrandó su uso en zonas públicas (el vestíbulo y las salas de espera) y en el departamento de radiación.



Ilustración 7. Vista interior Velindre Cancer Centre



Ilustración 8. Vista interior Velindre Cancer Centre

NEW SURGICAL WARD, LVIV (UCRANIA) –

A finales de junio de 2023 se dio a conocer la propuesta de ampliación del hospital más grande de Ucrania ideada en conjunto por el internacionalmente aclamado estudio japonés Shigeru Ban y el estudio ucraniano AMBK. El edificio, de 6 plantas y 25.000 m² aproximadamente, contará con estructura de madera contralaminada expuesta y uniones de inspiración tradicional. Se espera que los trabajos de construcción empiecen a principios del 2024.



Ilustración 9. Vista exterior New Surgical Ward

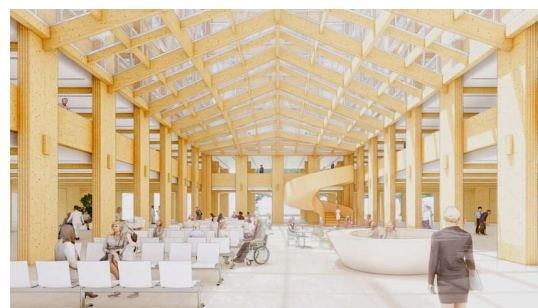


Ilustración 10. Vista interior New Surgical Ward



PRIMERAS CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Tal y como ha quedado recogido, existen no pocas evidencias que justifican una hipotética y futura construcción de hospitales de madera: tiempos de recuperación más cortos, menores niveles de estrés, mayor confort térmico... Además, los ejemplos ya construidos y los que están por construir demuestran que la mejora de los centros asistenciales es una preocupación global y que hacer uso de la madera para tal fin es una posibilidad válida y viable.

Pero de la misma manera que son innegables los beneficios intrínsecos al uso de la madera en espacios hospitalarios, también es cierto que por aspectos normativos hoy por hoy no es posible dejarla al natural teniendo que aplicar algún tipo de tratamiento que mejore la reacción al fuego del material. Esto supone un cambio de paradigma, ya que con un acabado químico se pierden muchos de los beneficios de la madera y otros materiales naturales en cuanto a generación de microclima saludable (1). Además, recubrir la madera puede disminuir o reducir la higroscopicidad de la superficie, influyendo así en la adhesión y supervivencia de los microbios (10). No siendo todo esto suficiente, los productos que actualmente se encuentran disponibles en el mercado no han sido desarrollados específicamente para el ámbito sanitario; con lo cual se desconoce la durabilidad y las recomendaciones para el mantenimiento de los mismos frente a los estrictos procedimientos de limpieza. De esta manera, se observa la necesidad de abrir una línea de investigación futura por parte de fabricantes que tenga como objetivo final desarrollar productos específicos, asegurando su resistencia a los productos de limpieza y con un plan de mantenimiento que asegure su eficacia.

Es por todo lo anterior que se deduce que la mejor opción para poder integrar la madera en la habitación hospitalaria, aprovechando sus beneficios y evitando sus inconvenientes al mismo tiempo, es como estructura de techo vista. De esta manera, se sortea cualquier problema derivado de la limpieza por ser una superficie que rara vez necesita ser lavada a la vez que se actúa sobre la superficie más influyente para el paciente respetando los límites de lo aceptable (los trabajadores prefieren habitaciones para pacientes con un nivel intermedio de madera (5) y la gente decía sentirse más cómoda cuando el 45% de las superficies estaban cubiertas de madera (7)). Porque cuando se trata de habitaciones hospitalarias deberíamos tener siempre presentes las declaraciones de Alvar Aalto en referencia al sanatorio antituberculoso de Paimio (1929-1933), “el cuarto ordinario es un cuarto para gente de pie; un cuarto para pacientes es un cuarto para gente horizontal y los colores, la iluminación, calefacción debe estar diseñado con esto en la mente”.

¿Y por qué no construimos hospitales de madera?



MASTER EN ESTRUCTURAS,
CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO
EN MADERA

DESARROLLO PRÁCTICO



PRESENTACIÓN DEL EDIFICIO BASE

Para ampliar de manera práctica todo el análisis desarrollado anteriormente, se propone estudiar la estructura de una posible ampliación en madera del Hospital San Eloy situado en Barakaldo, Bizkaia. Este centro está integrado dentro de la red de Osakidetza desde 1988 y se trata del hospital comarcal de referencia para la población de Barakaldo y Sestao, por lo que tiene una población adscrita de unas 135.000 personas actualmente y cuenta con 112 camas.

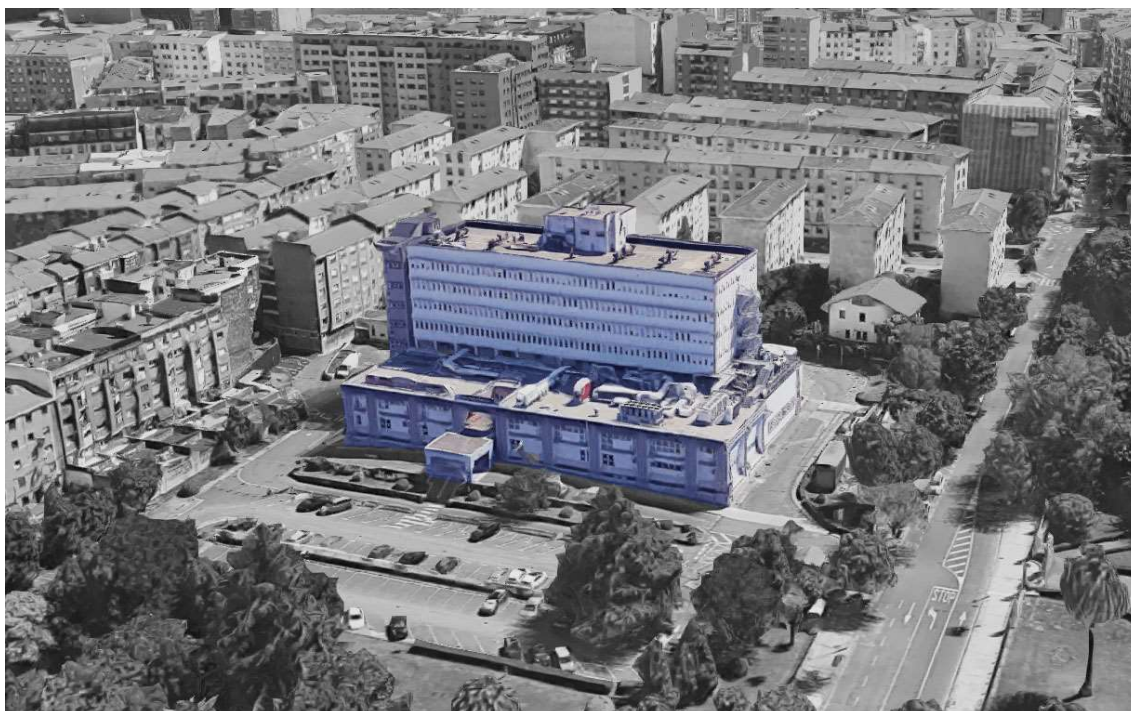


Ilustración 11. Vista exterior del Hospital San Eloy

La historia del hospital está estrechamente ligada a la historia de Bizkaia, y más concretamente al desarrollo industrial que se vivió a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Aunque el edificio actual date de una fecha posterior, el emplazamiento lleva ofreciendo servicio asistencial desde 1911; fecha en la que se inauguró el Sanatorio Quirúrgico de Altos Hornos de Vizcaya. Esta institución estaba mayoritariamente dedicada a atender accidentes laborales de los empleados del mayor motor industrial del País Vasco del siglo XX.

El edificio principal está compuesto por dos volúmenes rectangulares de 60X16m aproximadamente dispuestos en sentido paralelo al eje este-oeste. El primero, construido en 1972, consta de seis plantas sobre rasante y dos plantas de sótano y el segundo, que se trata de la posterior ampliación aneja construida en 1989, se comprende de dos plantas sobre rasante y una planta de sótano. La estructura del primero está compuesta por pilares de acero laminado S235 JR UPN 280 dobles y por losas bidireccionales aligeradas de hormigón armado en forjados. La estructura del segundo en cambio se compone en su totalidad por hormigón armado, siendo el forjado unidireccional en este caso. La cimentación está formada en ambos casos por zapatas aisladas junto con muros de sótano perimetrales.

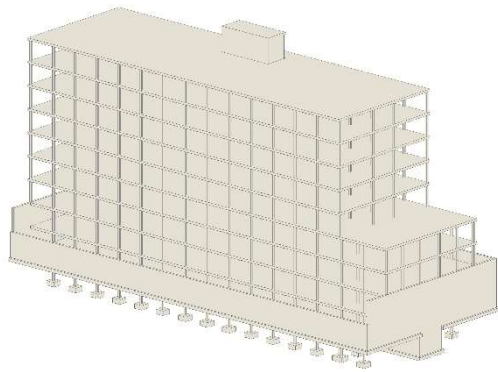


Ilustración 12. Estructura 1972

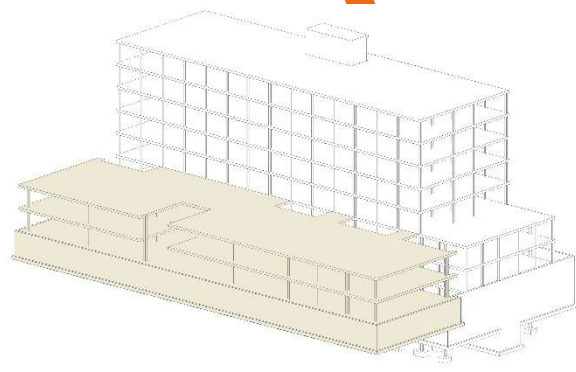


Ilustración 13. Estructura 1989

El hospital hoy por hoy se organiza en la manera descrita en las siguientes líneas. En el sótano -2 se sitúan los servicios complementarios del edificio. Las plantas -1 y baja albergan las diferentes consultas médicas y los servicios de urgencias. La planta 1 acoge todos los quirófanos, sus respectivos espacios anejos y varias salas de tratamiento. En la planta 2 se encuentran los diferentes despachos del área administrativa. La planta 3 aloja en su mayoría despachos médicos. Las plantas 4, 5 y 6 están dedicadas íntegramente a albergar habitaciones hospitalarias.

En cuanto a las plantas de hospitalización se refiere, responden a una distribución tradicional: dos alas habitacionales divididas por un núcleo central, compuesto por el Control de Enfermería y el núcleo de comunicaciones, y formadas con habitaciones dispuestas una tras otra a ambos lados de un pasillo longitudinal. Cada planta cuenta con 18 habitaciones en total que a su vez también siguen el mismo patrón clásico: cuarto de baño a un lado nada más entrar, seguido de dos camas en posición perpendicular a la pared y ventanas en el muro frente a la puerta. La mitad de los cuartos están orientados al sur mientras que la otra mitad lo están al norte y ninguno de ellos cuenta con espacio exterior.

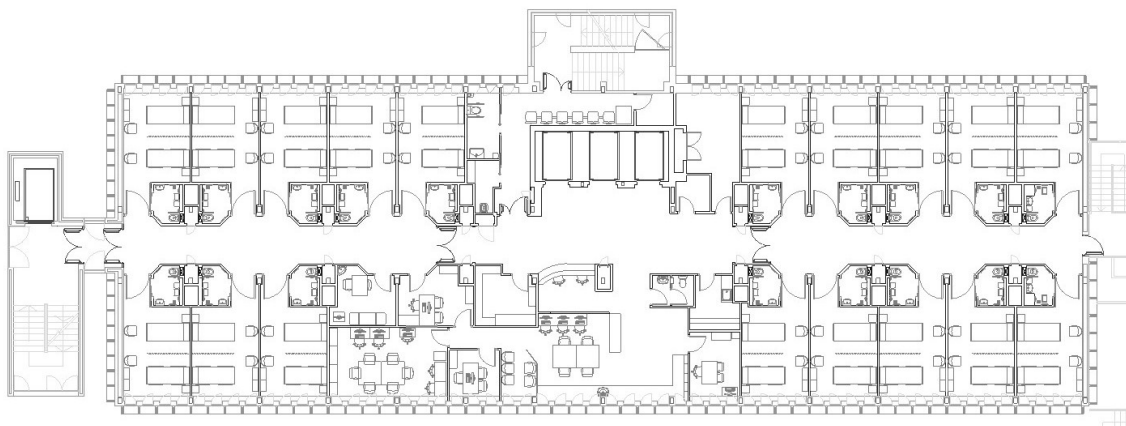


Ilustración 14. Planta de hospitalización



DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta de ampliación consiste en un levante de dos plantas sobre la cubierta del edificio base. Mientras que la superficie de la nueva primera planta es igual a la inmediatamente inferior (833,60 m²), la extensión cubierta de la nueva segunda planta abarca casi la mitad (359,9 m²) dejando el resto sin cubrir en forma de cubierta plana y con función técnica. La comunicación accesible entre las dos plantas se resuelve mediante una rampa en la fachada norte que se desarrolla por toda la extensión de la misma. Todo ello suma una superficie construida añadida de 1.294,55m².

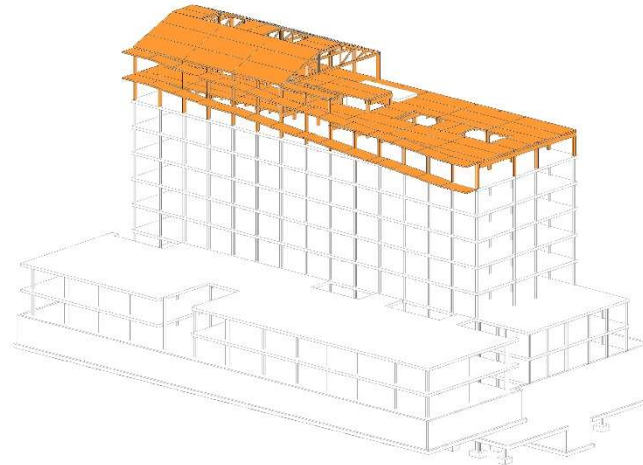


Ilustración 15. Propuesta sobre estructura actual

La distinción en superficies también se ve reflejada en lo que a usos se refiere: la nueva primera planta es una planta habitacional más y la nueva segunda planta tiene un carácter altamente social gracias a la cafetería y la sala de estar que alberga. Aunque la primera pudiera tener una organización convencional replicando las plantas ya existentes, el objetivo principal de la propuesta es mejorar el modelo hospitalario actual y es por ello que recoge una distribución de las habitaciones de los pacientes atípica para este tipo de entornos. Manteniendo el núcleo central formado por el Control de Enfermería y el núcleo de comunicaciones, los dormitorios se disponen alrededor de una serie de patios y cada ala habitacional es rodeada por un anillo circulatorio. Gracias a la introducción de estos patios que ofrecen zonas controladas y privadas al aire libre a los pacientes y a sus familiares, se consigue paliar la carencia que hay en ese sentido. Además, al orientar las habitaciones al interior de los patios, se logra mejorar sustancialmente la calidad de las mismas haciéndolas más silenciosas y con vistas de mejor calidad (espacio cubierto de madera frente a cubiertas de los edificios anexos y aparcamiento). De la misma manera, al trasladar las circulaciones a fachada, se consigue iluminar estos espacios naturalmente haciéndolos más agradables y fomentando así la actividad física de los pacientes que tan importante puede resultar en un proceso de recuperación. En total la nueva planta aloja 8 habitaciones de las mismas características que las antiguas, dobles y con baño incorporado, pero que gracias a la nueva disposición es el muro frente a las camas el que contiene las ventanas. Así, se consigue una mayor superficie acristalada por ser el eje largo del rectángulo y que ambos pacientes tengan el exterior visible desde su propia cama. La segunda planta abandona la organización de los espacios en torno a los patios y lo hace dividiendo la planta en bandas: la cafetería en la banda servida sur, banda servidora central que recoge los patios y los servicios y la sala de estar en la banda servida norte. Estas zonas sirven para cubrir la falta que hoy en día tiene el hospital en este aspecto ya que no existen en todo el edificio espacios en los que poder recibir visitas y disfrutar de su compañía.

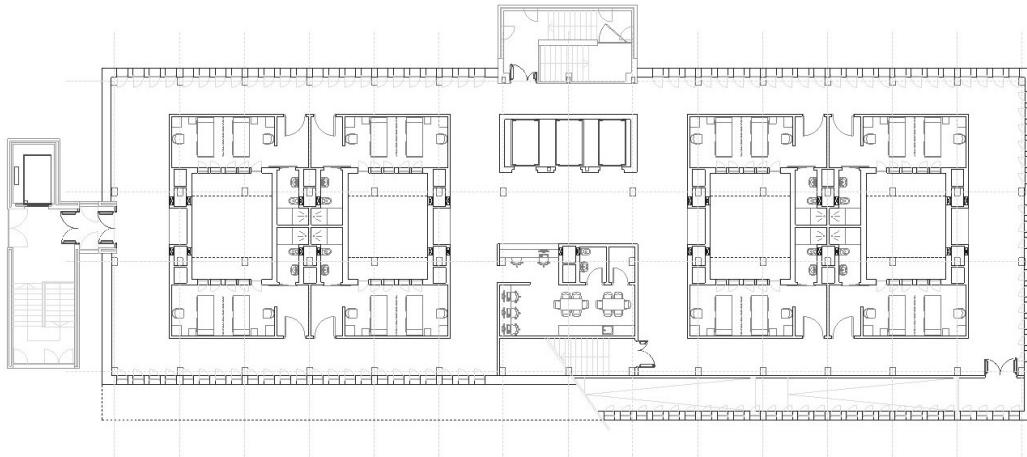


Ilustración 16. Primera planta propuesta

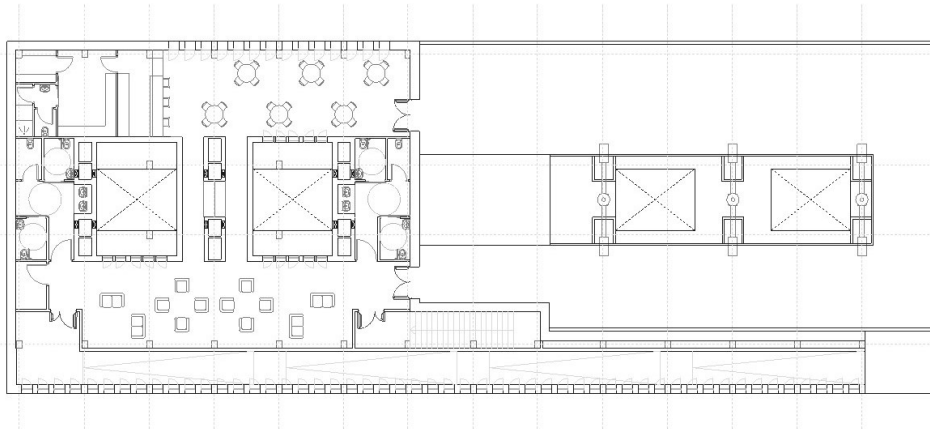


Ilustración 17. Segunda planta propuesta

La estructura de la ampliación sigue el ritmo estructural del edificio base: 4 líneas de pilares paralelas a fachada principal, con las centrales a 3,7m entre ellas y a 6,25m de distancia de las perimetrales, y líneas de pilares perpendiculares a las anteriores cada 3,6m. Se resuelve por medio de pórticos compuestos por vigas dobles y pilares de madera laminada, forjados realizados mediante paneles de madera contralaminada y cerchas de cubierta con barras de madera laminada. Los pórticos se conforman siguiendo las marcadas líneas verticales heredadas, siendo la luz máxima a salvar por las vigas de 6,25m mientras que la de los paneles de forjado es de 3,6m.



COMPROBACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE

La resistencia de la estructura existente frente al incremento de las cargas a soportar que supone la propuesta de ampliación se comprueba verificando que la capacidad portante máxima a compresión simple tanto de los pilares como de la cimentación y el terreno no es superada por la tensión producida por las nuevas cargas gravitatorias. Para ello el primer paso a realizar es seleccionar el pilar más desfavorable y determinar el valor de las acciones que actúan sobre el mismo, cuantificando el peso propio de los diferentes elementos constructivos y la sobrecarga de uso de cada una de las zonas tal y como se recoge en el Apéndice 1. Las siguientes tablas muestran en resumen la suma de las cargas para cada planta tanto de la estructura original como de la nueva.

PLANTA	PESO PROPIO (kg/m ²)	SOBRECARGA DE USO (kg/m ²)	TABIQUERÍA (kg/m ²)	ÁREA TRIBUTARIA (m ²)	CARGA MAYORADA (kg)	CARGA SOPORTADA (kg)
CUBIERTA	650	100	-	17,9	18.392,25	-
PLANTA 6	400	200	100		18.392,25	
PLANTA 5					36.113,25	
PLANTA 4					53.834,25	
PLANTA 3					71.555,25	
PLANTA 2					89.276,25	
PLANTA 1					106.997,25	
PLANTA 0					124.718,25	
SÓTANO 1					142.439,25	
CIMENTOS					-	-

Tabla 4. Bajada de cargas estado actual

PLANTA	PESO PROPIO (kg/m ²)	SOBRECARGA DE USO (kg/m ²)	TABIQUERÍA (kg/m ²)	ÁREA TRIBUTARIA (m ²)	CARGA MAYORADA (kg)	CARGA SOPORTADA (kg)
CUBIERTA	300	100	-	17,9	9.934,5	-
PLANTA 8	220	300	100		16.056,3	9.934,5
PLANTA 7	400	200			25.990,8	
PLANTA 6					43.711,8	
PLANTA 5					61.432,8	
PLANTA 4					79.153,8	
PLANTA 3					96.874,8	
PLANTA 2					114.595,8	
PLANTA 1					132.316,8	
PLANTA 0					150.037,8	
SÓTANO 1					167.758,8	
CIMENTOS	-	-	-	-	185.479,8	

Tabla 5. Bajada de cargas propuesta

Tal y como se muestra, la propuesta de ampliación supone un alza del 15% de las cargas a resistir. Conocido el dato, lo siguiente para determinar la viabilidad de dicho incremento es conocer las propiedades mecánicas de los materiales que componen la estructura. La siguiente tabla recoge las características principales de los elementos a comprobar según definidos en la memoria de cálculo del edificio original (Anexo 3).



ELEMENTO	MATERIAL	SECCIÓN	RESISTENCIA
PILAR	ACERO S235 JR	2 X UPN 280	2350 kg/cm ²
CIMENTACIÓN	ARCILLOSO DURO	2,5 X 2,5m	3 kg/cm ²

Tabla 6. Propiedades estructurales edificio base

Partiendo de esta base, obtenemos los siguientes valores de cargas máximas admisibles para cada elemento estructural.

ELEMENTO	ÁREA	COEFICIENTE	CARGA ADMISIBLE
PILAR	106,6 cm ²	1,05	238,6 T
CIMENTACIÓN	62.500 cm ²	-	187,5 T

Tabla 7. Cargas máximas admisibles

Se puede observar que en este caso el punto más delicado es la cimentación pero que en ningún caso se ven superadas las capacidades de la misma, ya que la configuración original soporta hasta 187,5 T y el nuevo total de las cargas a soportar suma solamente 185,5 T. Por lo tanto, se estima que la propuesta de ampliación es estructuralmente viable.

METODOLOGÍA DE CÁLCULO

La estructura se ha resuelto partiendo de un pórtico base, seleccionado por carecer de singularidades y ser una representación modelo de la misma, para luego extrapolar los resultados obtenidos al resto y acabar comprobando la estabilidad global. Para dimensionar el pórtico modelo se ha hecho uso del principio de superposición, calculando primero los elementos estructurales de forma aislada para luego comprobar la integridad del conjunto. El desarrollo del pórtico principal ha consistido en un proceso iterativo comenzando por el cálculo de la viga de forjado, seguido por el de la cercha de cubierta para finalizar resolviendo los pilares gracias a las reacciones obtenidas en el proceso; repitiendo cuantas veces hiciera falta hasta conseguir unas secciones óptimas. Mientras que el predimensionamiento de las diferentes piezas se ha realizado mediante métodos manuales (hojas Excel, prontuarios de fabricantes...), para el cálculo detallado se ha empleado software especializado (Dlubal RFEM junto con varios de sus módulos adicionales, RF-TIMBER Pro y RF LAMINATE entre ellos).

PRIMERAS HIPÓTESIS

La propuesta pretende tener el mínimo impacto posible en la estructura existente para evitar cualquier problema posible. Para ello la estructura se sostendrá sobre apoyos articulados con el fin de transmitir únicamente esfuerzos horizontales y verticales, delegando la hiperestaticidad a las uniones entre vigas y pilares y resolviendo estas últimas mediante coronas de pernos. Los pilares y las vigas compartirán sección, adoptando la mayor de las dos, con el fin de preservar la armonía visual entre los elementos y facilitar su montaje. Los paneles de forjado serán triapoyados y de 7,2m X 2,5m máximo para aprovechar al máximo la capacidad de transporte ordinario y las características del material. Las cerchas de cubierta seguirán el esquema clásico con un apoyo articulado en un extremo y un apoyo simple en el otro para garantizar su isostaticidad. Se hará frente a los empujes horizontales por medio del arriostamiento transversal, solventado por cruces de San Andrés de acero y colocado en los segundos vanos estructurales de cada extremo al completo. Toda la estructura será R120.



RESOLUCIÓN DE LA ESTRUCTURA

VIGA

El primer paso para definir la sección del elemento ha sido estimar el canto en base a la luz máxima a salvar, tal y como queda recogido en las tablas para el predimensionado de vigas de madera laminada del libro “Estructuras de madera. Diseño y cálculo” (11). En este caso, con una luz de 6,2m y teniendo en cuenta las dimensiones estándares de los fabricantes, el resultado que se obtiene es 440 mm. Partiendo de este punto, la dimensión restante se deduce de la comprobación más restrictiva entre la flecha de apariencia y los índices de agotamiento de los estados límite últimos a flexión, a cortante y en caso de incendio. Concretamente para esta ocasión se determina la anchura por la verificación a fuego, consiguiendo una sección final de 320 mm X 440 mm. Para esta aproximación se toma únicamente el mayor vano a cubrir y se considera que la viga se trata de una pieza biapoyada porque, aunque la unión en principio vaya a resolverse mediante una corona de pernos, el empotramiento nunca va a poder considerarse total. De esta forma, al tratarse de una situación más crítica por ser los esfuerzos a soportar por el elemento mayores que si se considerase biempotrado, se consigue una sección algo sobredimensionada pero válida que se podrá ajustar más adelante.

Una vez conocidas las dimensiones que sirvan de punto de partida, se procede a modelar y a calcular detalladamente la viga en toda su longitud, cubriendo todos los vanos. Esta vez, al considerar la viga como elemento continuo de tres tramos, los esfuerzos a resistir se vuelven menores y más homogéneos en toda su longitud permitiendo optimizar la sección mínimamente hasta 280 mm X 440 mm. Una vez más la comprobación más restrictiva es la resistencia al fuego, quedando la sección al borde de sus capacidades con un índice de agotamiento del 96%. Para el resto de situaciones la pieza se queda entre un 30% y un 40% de rendimiento. Como todavía la rigidez de las uniones sigue siendo desconocida, se sigue la misma estrategia descrita anteriormente en cuanto a los apoyos.

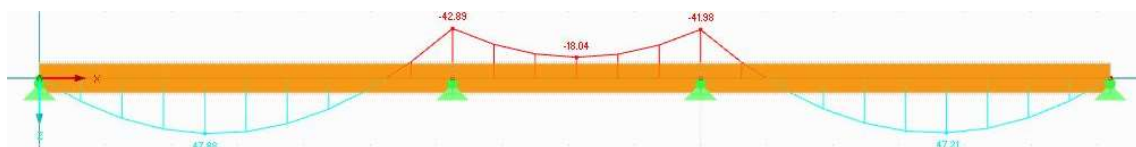


Ilustración 18. Diagrama de momentos



Ilustración 19. Diagrama de cortantes

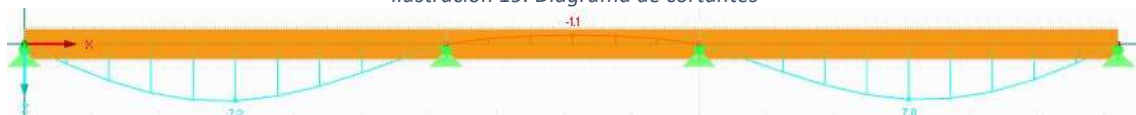


Ilustración 20. Flecha de apariencia

CR1	1.35*CC1/p	1	6.250	0.33	≤ 1	111)	Resistencia de la sección - Cortante debido al esfuerzo cortante Vz :	PT	Permanent
CR2	1.35*CC1/p + 1.5*CC2/p	1	6.250	0.41	≤ 1	111)	Resistencia de la sección - Cortante debido al esfuerzo cortante Vz :	PT	Media
Comprobación en estado límite de servicio									
CR4	ELS - Característica - Integri	1	3.125	0.31	≤ 1	401)	Comportamiento en servicio - Situación de proyecto característica 1	SC1	Media
CR5	ELS - Característica - Confo	1	3.125	0.12	≤ 1	402)	Comportamiento en servicio - Situación de proyecto característica 2	SC2	Media
CR6	ELS - Cuasipermanente - A	1	3.125	0.35	≤ 1	403)	Comportamiento en servicio - Situación de proyecto cuasipermanen	SQ	Media
Comprobación de resistencia al fuego									
CR7	ELU (STR/GEO) - Accident	1	2.500	0.96	≤ 1	811)	Resistencia al fuego - Barra de flexión sin esfuerzo de compresión s		Media

Max: 0.96 ≤ 1

Ilustración 21. Comprobación RF-TIMBER Pro

Una vez comprobada la aptitud de la pieza para gran parte de la estructura, siguiendo el mismo proceso se estudia la conveniencia para la parte restante y sus condicionantes. Otra vez más, aunque la resistencia y la estabilidad se resuelvan sin problema (entre 80% y 70% de sus capacidades estructurales respectivamente), no se cumplen los requisitos mínimos en lo que a la estabilidad frente al fuego se refiere superando su capacidad en un 88%. Visto que la mayor pérdida de sección proviene de tener los dos laterales expuestos al fuego, se decide aumentar el ancho de la pieza para poder compensar la reducción derivada de la situación de incendio; pasando así de una viga de 280 mm de espesor a una de 320 mm. Gracias al cambio la nueva pieza actúa al 85% de su potencial en caso de fuego, mientras que para el resto se aprecia una mínima mejoría(70% de agotamiento en cuanto a la resistencia frente a las acciones y 65% en lo que a deformaciones se refiere).

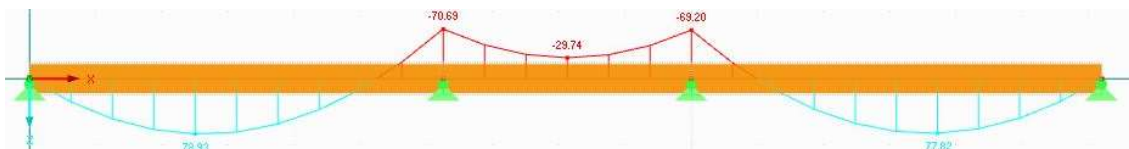


Ilustración 24. Diagrama de momentos



Ilustración 25. Diagrama de cortantes

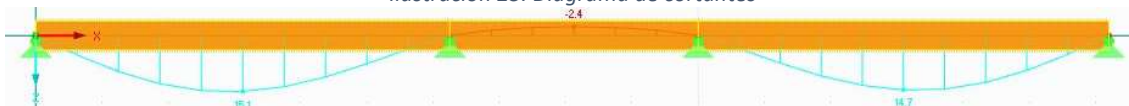


Ilustración 26. Flecha de apariencia

CR1	1.35*CC1/p	1	6.250	0.79	≤ 1	11
CR2	1.35*CC1/p + 1.5*CC2/p	1	6.250	0.59	≤ 1	11
CR8	1.35*CC1/p + 1.5*CC3/p	1	6.250	0.59	≤ 1	11
Comprobación en estado límite de servicio						
CR4	ELS - Característica - Integri	1	3.125	0.43	≤ 1	40
CR5	ELS - Característica - Confo	1	3.125	0.06	≤ 1	40
CR6	ELS - Cuasipermanente - A	1	3.125	0.72	≤ 1	40
Comprobación de resistencia al fuego						
CR7	ELU (STR/GEO) - Accident	1	2.500	1.88	> 1	81

Max: 1.88 > 1

Ilustración 22. Comprobación RF-TIMBER Pro

CR1	1.35*CC1/p	1	6.250	0.69	≤ 1	11
CR2	1.35*CC1/p + 1.5*CC2/p	1	6.250	0.52	≤ 1	11
CR8	1.35*CC1/p + 1.5*CC3/p	1	6.250	0.52	≤ 1	11
Comprobación en estado límite de servicio						
CR4	ELS - Característica - Integri	1	3.125	0.38	≤ 1	40
CR5	ELS - Característica - Confo	1	3.125	0.05	≤ 1	40
CR6	ELS - Cuasipermanente - A	1	3.125	0.64	≤ 1	40
Comprobación de resistencia al fuego						
CR7	ELU (STR/GEO) - Accident	1	2.500	0.85	≤ 1	81

Max: 0.85 ≤ 1

Ilustración 23. Comprobación RF-TIMBER Pro

CERCHA

Dado que la estructura es isostática, con el fin de determinar los esfuerzos y poder predimensionar la celosía, se resuelve la estructura mediante el método de los nodos suponiendo que las cargas actúan sobre los nudos y que las barras trabajan solo axialmente. De esta manera, se obtienen los distintos esfuerzos máximos a soportar por la estructura: un esfuerzo de compresión máximo de 45,8 T en el cordón superior y un esfuerzo de tracción máximo de 43,8 T en el cordón inferior. Partiendo de estos valores, se predimensionan las piezas a tracción simple logrando una sección de 200 mm X 240 mm. Una vez conocidas las dimensiones preliminares, se comprueba la posibilidad de pandeo lateral del cordón superior y se detecta la obligación de incorporar correas al diseño para evitar el mismo. Se repite el mismo proceso para las barras del alma, las cuales deben soportar un esfuerzo máximo de 10,9 T a compresión, y el resultado es 200 mm X 200 mm. Aunque las dimensiones resulten excesivas para las solicitaciones, se ha optado por mantener el espesor del elemento estructural para facilitar las uniones entre las piezas.

Basado en las dimensiones derivadas de esta primera aproximación, se procede a verificar la cercha mediante software de cálculo. Gracias a la misma se descubre que si bien la simplificación hecha resulta válida para la gran mayoría de situaciones a comprobar, cuando las únicas cargas presentes son las mayores cargas gravitatorias (peso propio y sobrecarga de uso) los momentos flectores dejan de ser despreciables y las dimensiones obtenidas comprobando únicamente la capacidad estructural del elemento a compresión dejan de ser aptas tal y como lo demuestra el índice de agotamiento al 131%. Debido a esta razón y con el fin de mantener coherencia con el resto de la estructura, se decide ampliar la sección de todas las piezas hasta 280 mm X 280 mm. Si bien de esta manera tanto los esfuerzos como las deformaciones quedan resueltos, como viene siendo habitual la estabilidad frente al fuego se ve comprometida al superar las capacidades de las distintas piezas en un 145%. Para solventar esta situación se opta por sustituir las barras por unas piezas de 320 mm X 320 mm, alcanzando así un índice de agotamiento válido en condiciones de incendio (máximo 96%) mientras que para el resto de la estructura rinde holgadamente, entre al 60% y al 40% de sus capacidades para ser más exactos.

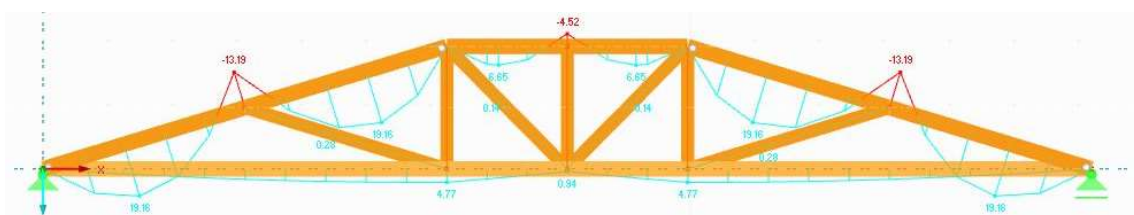


Ilustración 27. Diagrama de momentos

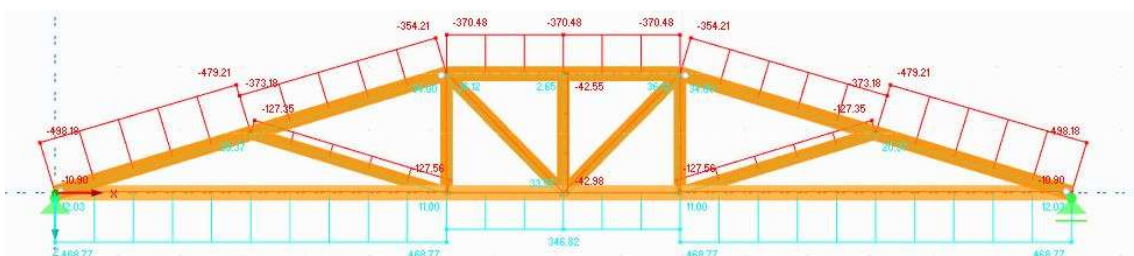


Ilustración 28. Diagrama de axiles

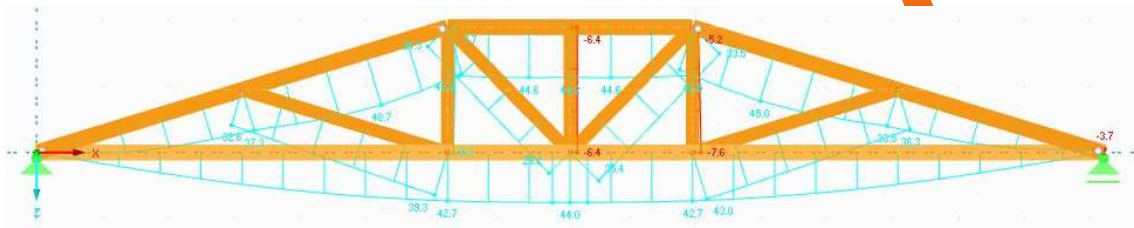


Ilustración 32. Flecha de apariencia

CR1	1.35°CC1/p	1	1.304	1.31	>1
CR2	1.35°CC1/p + 1.5°CC2/p	1	1.304	1.17	>1

Ilustración 29. Comprobación RF-TIMBER Pro

Comprobación de resistencia a fuego					
CR105	CC1/p	1	1.304	2.41	>1 82'
CR106	CC1/p + 0.2°CC3/p	1	1.304	2.45	>1 82'
CR107	CC1/p + 0.2°CC4/p	1	1.304	2.44	>1 82'
CR108	CC1/p + 0.2°CC5/p	6	1.956	2.44	>1 82'
CR109	CC1/p + 0.2°CC6/p	6	1.956	2.33	>1 82'
CR110	CC1/p + 0.2°CC7/p	1	1.304	2.43	>1 82'
CR111	CC1/p + 0.2°CC8/p	1	1.304	2.14	>1 82'

Max: 2.45 >1

Ilustración 31. Comprobación RF-TIMBER Pro

Comprobación en estado límite último					
CR1	1.35°CC1/p	1	1.304	0.59	≤1 32'
Comprobación en estado límite de servicio					
CR115	ELS - Cuasipermanente - A	10	1.861	0.40	≤1 40'
Comprobación de resistencia al fuego					
CR105	CC1/p	12	1.248	0.94	≤1 66'
CR106	CC1/p + 0.2°CC3/p	12	1.248	0.96	≤1 66'
CR107	CC1/p + 0.2°CC4/p	12	1.248	0.95	≤1 66'
CR108	CC1/p + 0.2°CC5/p	8	4.992	0.95	≤1 66'
CR109	CC1/p + 0.2°CC6/p	12	1.872	0.91	≤1 66'
CR110	CC1/p + 0.2°CC7/p	12	1.248	0.95	≤1 66'
CR111	CC1/p + 0.2°CC8/p	12	1.872	0.84	≤1 66'

Max: 0.96 ≤1

Ilustración 30. Comprobación RF-TIMBER Pro

PÓRTICO

Llegados a este punto en el que las dimensiones de la viga principal y las reacciones transmitidas por la cercha son conocidas, se procede a resolver el pórtico principal en su totalidad. Para ello se parte por diseñar la corona de pernos que une la viga con el pilar y calcular su rigidez a la rotación. Según las dimensiones que se disponen (cantos de 440mm para ambos viga y pilar) y considerando que estará compuesta por pernos de 16 mm de diámetro, la unión máxima permitida estaría compuesta por dos circunferencias: una exterior de 130 mm de radio y 8 pernos y otra exterior de 50 mm de radio y 3 pernos. Una vez hecha la definición, se obtiene el coeficiente de rigidez correspondiente a dicha disposición y se aplica en el modelo. Debido a las reducidas dimensiones de las piezas de madera a unir, el número de pernos geoméricamente permitidos son pocos y en consecuencia la rigidez de la unión resulta realmente baja. Todo ello deriva en una doble problemática: deformaciones excesivas (213,6 mm de máxima, 6 veces más de lo permitido) y esfuerzos a soportar por cada perno excesivos (llegando al 370% de sus capacidades en el peor de los casos). La única forma de resolver ambas cuestiones sería incrementando el número de pernos y así lograr una unión más rígida. Para conseguirlo sería imprescindible aumentar los cantos de los elementos a unir, hasta los 560 mm como mínimo hasta conseguir que las deformaciones máximas supongan el 93% de lo permitido y que cada perno trabaje al 92% de sus capacidades. En consecuencia, la estructura terminaría completamente sobredimensionada, no alcanzando el 30% de la resistencia de la madera en ninguno de los casos y comprometiendo la altura libre del espacio inferior sin razón justificada; claras manifestaciones de un mal diseño estructural.

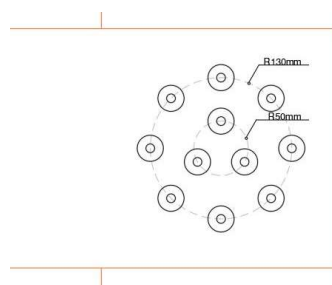


Ilustración 33. Unión tipo corona

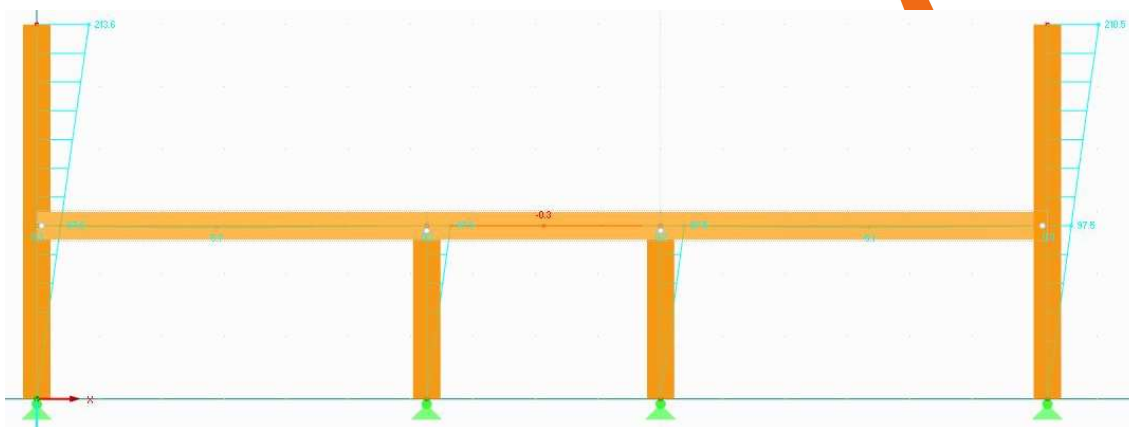


Ilustración 34. Flecha de integridad

Configuración clavijas		Max	Esfuerzos cálculo en el pilar	
∅ Pernos (mm)	16		F_M (kNm)	114,32
r_1	130	132	$F_{O,P}$ (kN)	36,39
n_1	8	8,51	$F_{N,P}$ (kN)	151,5
r_2	50	50	Esfuerzos sobre cada perno	
n_2	3	3,27	F_M (kNm)	104,15
$f_{u,k}$	800		$F_{O,P}$ (kN)	3,31
$M_{y,k}$	324.282,26		$F_{N,P}$ (kN)	13,77
k_{90}	1,59			
Esfuerzo máximo sobre perno (kN)			108,33	
Resistencia máxima de un perno				
Ángulo del pilar (°)	82,70		$f_{h,0,k}$ (N/mm ²)	16,78
Ángulo de la viga (°)	7,30		$f_{h,0,k}$ (N/mm ²)	26,27
			β	1,57
Ecuaciones de johansen				
1	117,68			
2	37,59			
3	45,30			
4	20,98			
Mínimo	20,98	x2 planos	41,95	Resistencia de cálculo
				29,04
				NO CUMPLE
				373%

Tabla 8. Comprobación corona de pernos

Es por ello que, por mucho que uno de los principales objetivos fuese afectar lo mínimo posible en la estructura original, se toma la decisión de modificar el diseño estructural del pórtico, convirtiendo los apoyos de los pilares en empotramientos (se resolverán mediante herrajes cosidos con dos líneas de pernos) y dejando las uniones entre vigas y pilares como meras articulaciones. Gracias al cambio adoptado, aun manteniendo las dimensiones derivadas del cálculo de la viga (280 mm X 440 mm), las deformaciones apenas rozan entre un 20% y un 40% de lo permitido y más de lo mismo en cuanto a los esfuerzos estructurales. Lamentablemente y como se ha repetido en cada una de las fases anteriores, la estructura no es capaz de hacerle frente al fuego siendo sus capacidades superadas ampliamente (índice de agotamiento 184%). Ampliando la sección hasta la siguiente disponible según fabricantes (320 mm X 440 mm) el problema queda resuelto, llegando a reducir el índice de agotamiento hasta el 69%.



Ilustración 35. Diagrama de momentos

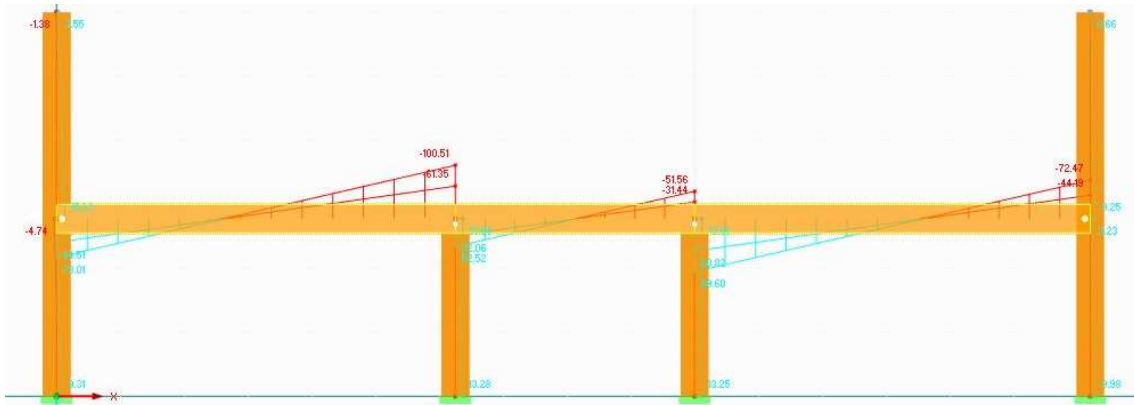


Ilustración 36. Diagrama de cortantes

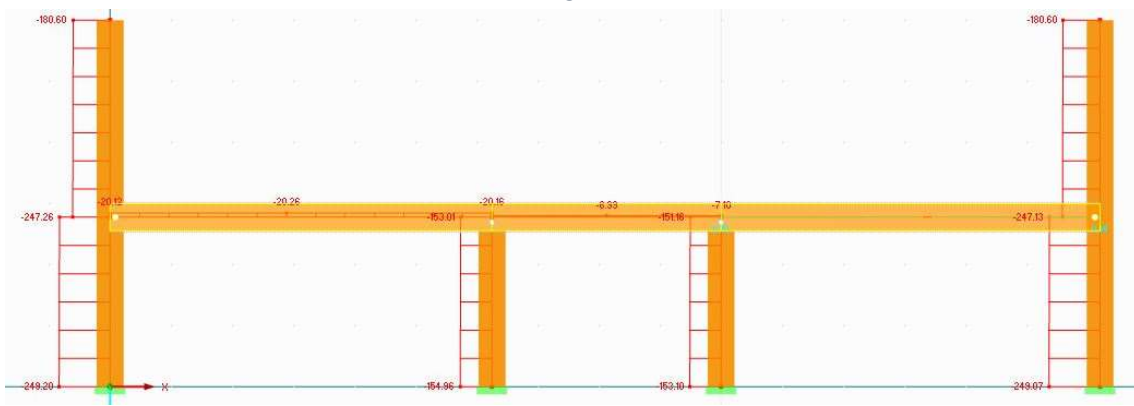


Ilustración 37. Diagrama de axiles

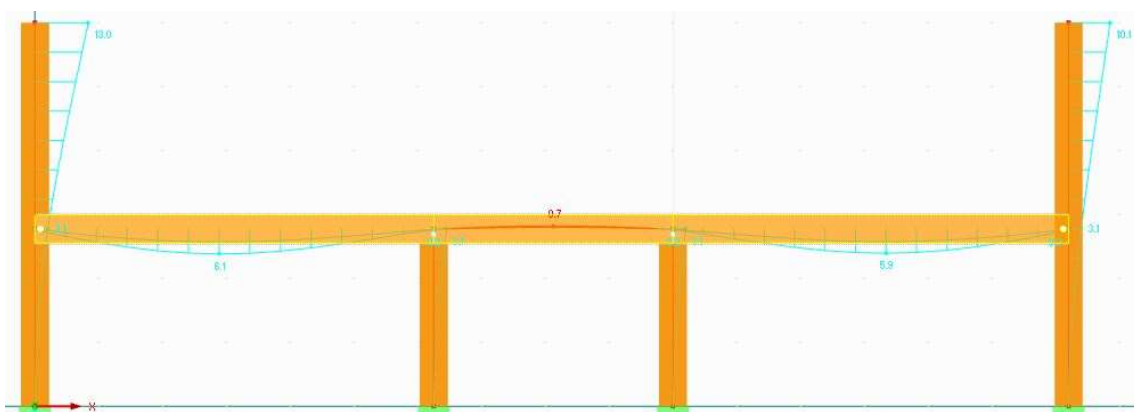


Ilustración 38. Flecha de integridad



Comprobación de resistencia al fuego				
CO176	CC1	8	0.000	1.71 >1 (803)
CO177	CC1+0.5°CC2	5	0.000	1.83 >1 (803)
CO178	CC1+0.3°CC2+0°CC3	5	0.000	1.78 >1 (803)
CO179	CC1+0.2°CC4	8	0.000	1.73 >1 (803)
CO180	CC1+0.2°CC5	5	0.000	1.73 >1 (803)
CO181	CC1+0.2°CC6	8	0.000	1.73 >1 (803)
CO182	CC1+0.3°CC2+0.2°CC4	5	0.000	1.80 >1 (803)
CO183	CC1+0.3°CC2+0.2°CC5	5	0.000	1.80 >1 (803)
CO184	CC1+0.3°CC2+0.2°CC6	8	0.000	1.80 >1 (803)
CO185	CC1+0.2°CC7	8	0.000	1.71 >1 (823)
CO186	CC1+0.2°CC8	5	0.000	1.77 >1 (823)
CO187	CC1+0.2°CC9	8	0.000	1.57 >1 (803)
CO188	CC1+0.3°CC2+0.2°CC7	8	0.000	1.78 >1 (823)
CO189	CC1+0.3°CC2+0.2°CC8	5	0.000	1.84 >1 (823)
CO190	CC1+0.3°CC2+0.2°CC9	5	0.000	1.64 >1 (803)

Max: 1.84 >1

Ilustración 39. Comprobación RF-TIMBER Pro

Comprobación de resistencia al fuego				
CO176	CC1	5	0.000	0.62 ≤1 (803)
CO177	CC1+0.5°CC2	5	0.000	0.67 ≤1 (803)
CO178	CC1+0.3°CC2+0°CC3	5	0.000	0.65 ≤1 (803)
CO179	CC1+0.2°CC4	5	0.000	0.63 ≤1 (803)
CO180	CC1+0.2°CC5	5	0.000	0.63 ≤1 (803)
CO181	CC1+0.2°CC6	8	0.000	0.63 ≤1 (803)
CO182	CC1+0.3°CC2+0.2°CC4	5	0.000	0.66 ≤1 (803)
CO183	CC1+0.3°CC2+0.2°CC5	5	0.000	0.66 ≤1 (803)
CO184	CC1+0.3°CC2+0.2°CC6	8	0.000	0.66 ≤1 (803)
CO185	CC1+0.2°CC7	8	0.000	0.64 ≤1 (823)
CO186	CC1+0.2°CC8	5	0.000	0.66 ≤1 (823)
CO187	CC1+0.2°CC9	5	0.000	0.58 ≤1 (803)
CO188	CC1+0.3°CC2+0.2°CC7	8	0.000	0.66 ≤1 (823)
CO189	CC1+0.3°CC2+0.2°CC8	5	0.000	0.69 ≤1 (823)
CO190	CC1+0.3°CC2+0.2°CC9	5	0.000	0.60 ≤1 (803)

Max: 0.69 ≤1

Ilustración 40. Comprobación RF-TIMBER Pro

FORJADO

Siguiendo las recomendaciones recogidas en “Manual de uso y criterios de construcción con CLT” (2020) de Iñaki Goikoetxea, en un primer momento se opta por paneles CLT 150 por ser la configuración más estándar y cubrir de sobra las solicitaciones correspondientes. Partiendo de esta selección inicial, se comprueba su idoneidad gracias al módulo adicional RF-LAMINATE de DLUBAL RFEM. Los resultados muestran que la selección sería totalmente válida tanto por su resistencia como por su estabilidad, alcanzando el solamente 25% de sus capacidades en ambos casos. A pesar de ello, la pieza no cumple las solicitaciones para casos de incendio. Gracias al método de la sección reducida se obtiene el elemento remanente equivalente a 120 minutos de fuego, traduciéndose un forjado de 150 mm de espesor (formado por 5 capas de 30 cm) en otro de únicamente 20,9 mm. Este hecho hace que esté muy lejos de hacer frente a los requisitos estructurales, casi teniendo que duplicarlo para cumplir la normativa (índice de agotamiento de 195%).

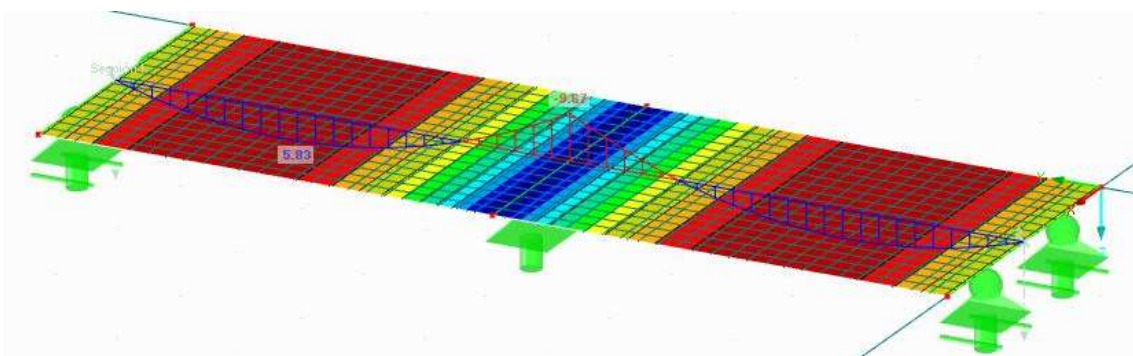


Ilustración 41. Diagrama de momentos

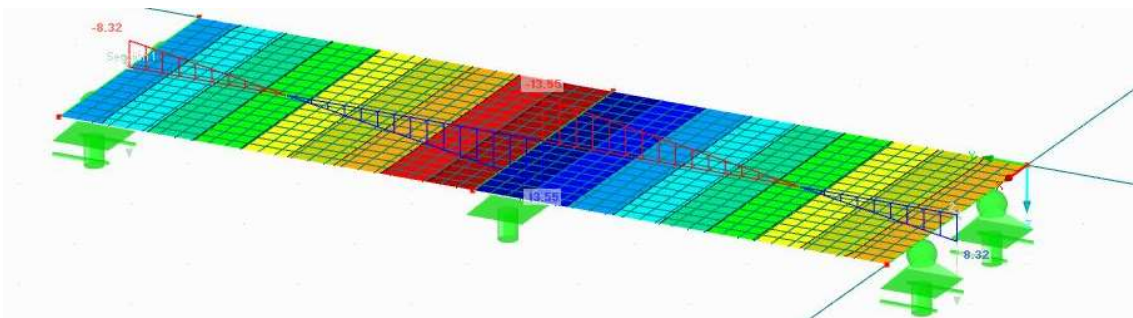


Ilustración 42. Diagrama de cortantes

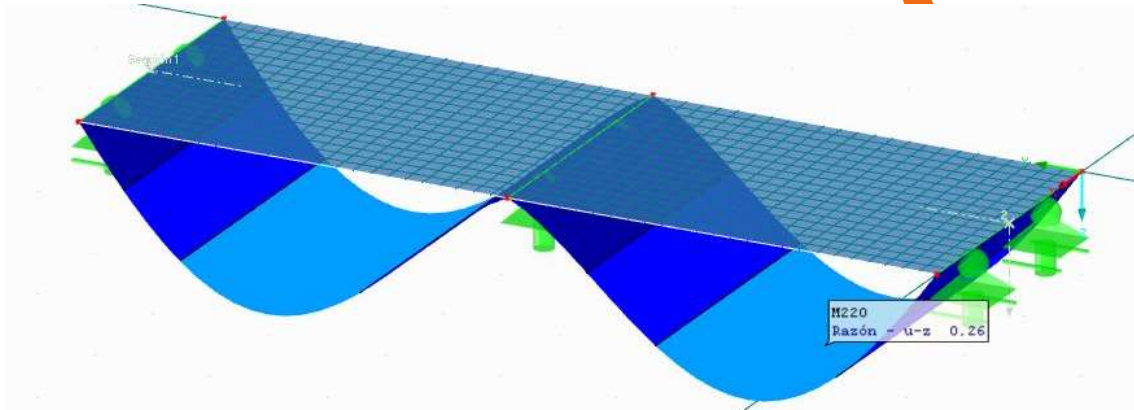


Ilustración 43. Índice de agotamiento flecha de integridad

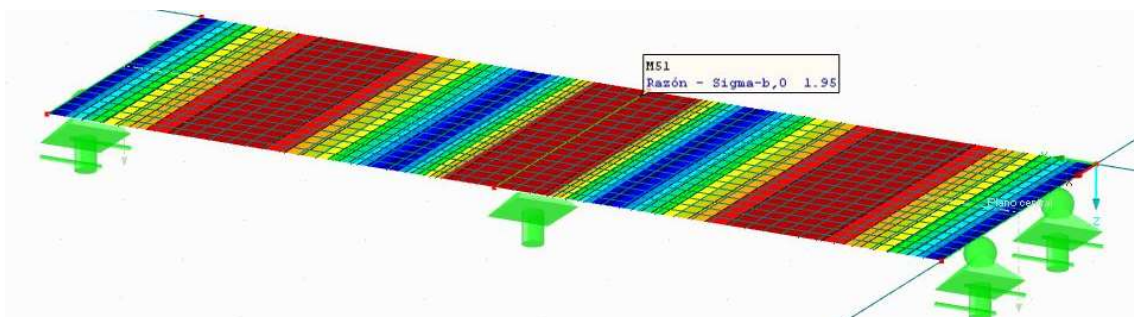


Ilustración 44. Índice de agotamiento estabilidad frente al fuego

Debido a estos últimos resultados y vista cual es la situación más restrictiva, se procede a comprobar la estabilidad frente al fuego de la siguiente configuración disponible en el prontuario, CLT 175. La equivalencia de 120 minutos de incendio para esta nueva opción resulta en una primera capa intacta de 35 mm y otra transversal de 23,3 mm, haciendo un total de 58,3 mm. Después de las pertinentes verificaciones, se observa que el elemento actúa al 74% de sus capacidades en caso de incendio y que por lo tanto la nueva selección es válida a pesar del excesivo sobredimensionamiento para el resto de casos (apenas rozando el 20%).

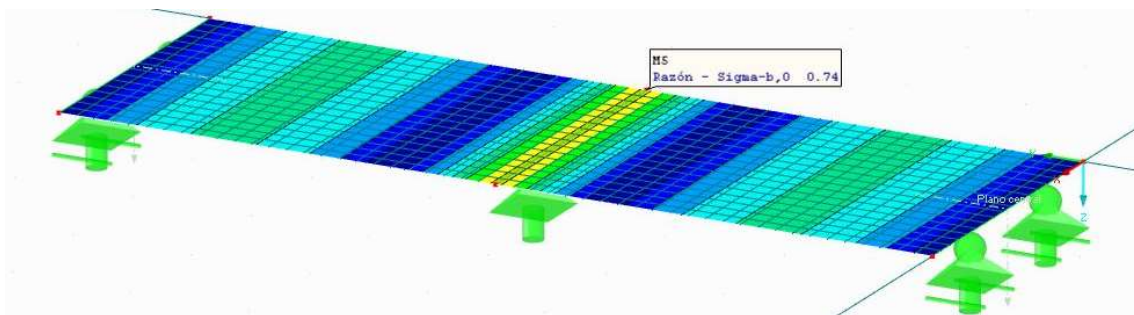


Ilustración 45. Índice de agotamiento estabilidad frente al fuego

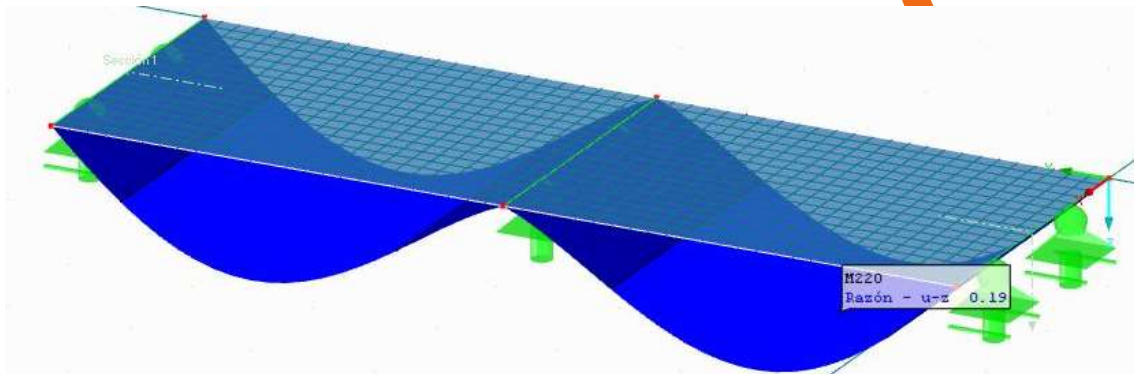


Ilustración 46. Índice de agotamiento flecha de integridad

Para terminar con las verificaciones, se hacen las últimas comprobaciones para todo el conjunto (forjado y las vigas sobre las que se apoya). Haciendo uso del módulo adicional RF-DYNAM Pro se constata que la frecuencia natural de vibración es de 6,94 Hz, enmarcándose dentro de lo permitido.

Dado que parte de la estructura está sujeta a condiciones considerablemente diferentes (aumento considerable del peso propio debido a las instalaciones que se prevé se coloquen, distinta sobrecarga de uso y caso de carga adicional a causa de poco probables nevadas), se considera necesario comprobar la pieza para ese caso también. Teniendo en cuenta los precedentes, se analizan primero los resultados para las hipótesis respectivas a situaciones de incendio. Según los mismos y tal y como ha ocurrido anteriormente, la sección reducida no es válida y se constata mediante un índice de agotamiento al 210%. Repitiendo el proceso para la siguiente configuración disponible por parte de fabricantes (CLT 200) obtenemos un forjado equivalente de 89 mm, compuesto por dos capas intactas de 40 mm y una última de 9 mm. Gracias a este aumento de sección se reduce el mismo índice hasta un 69%, siendo para el resto de hipótesis de cargas entre un 35% y un 45%. La frecuencia natural de vibración para este caso resulta ser 4,27 Hz.

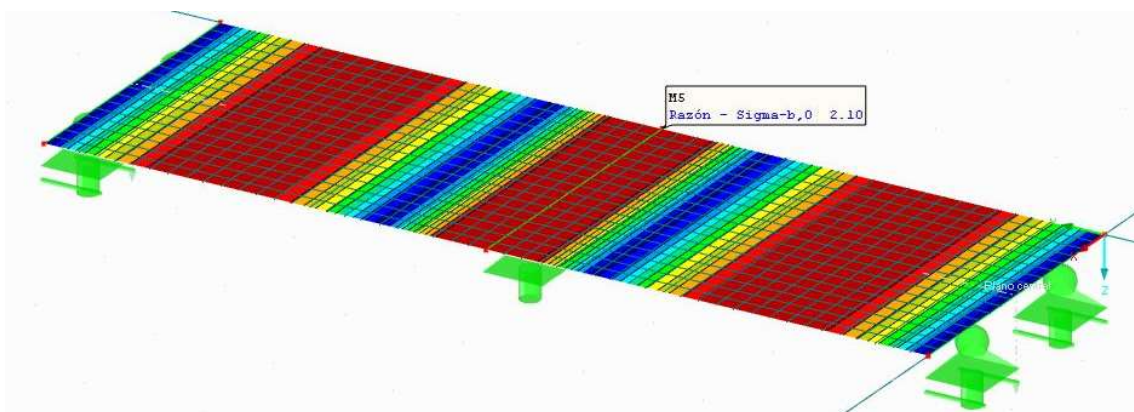


Ilustración 47. Índice de agotamiento estabilidad frente al fuego

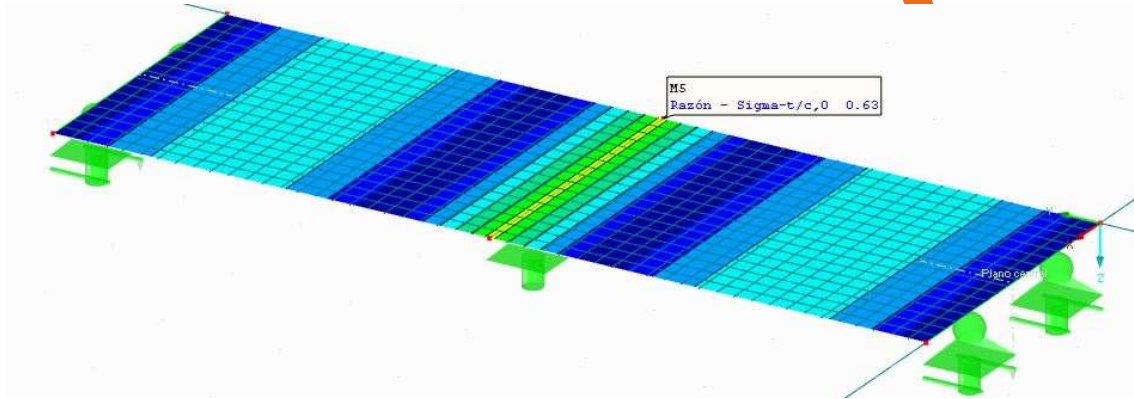


Ilustración 48. Índice de agotamiento estabilidad frente al fuego

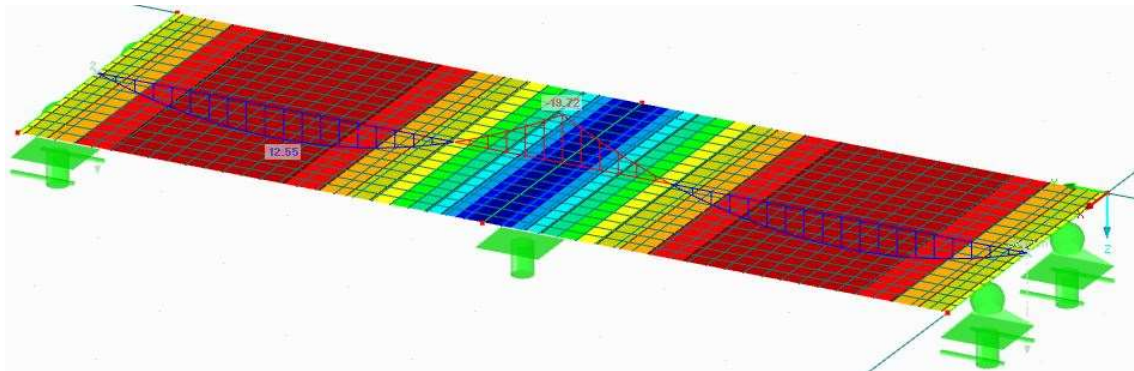


Ilustración 49. Diagrama de momentos

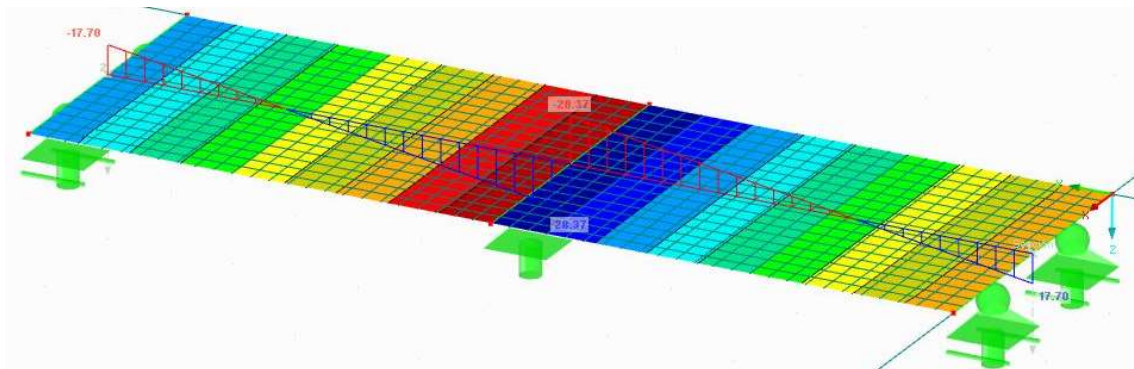


Ilustración 51. Diagrama de cortantes

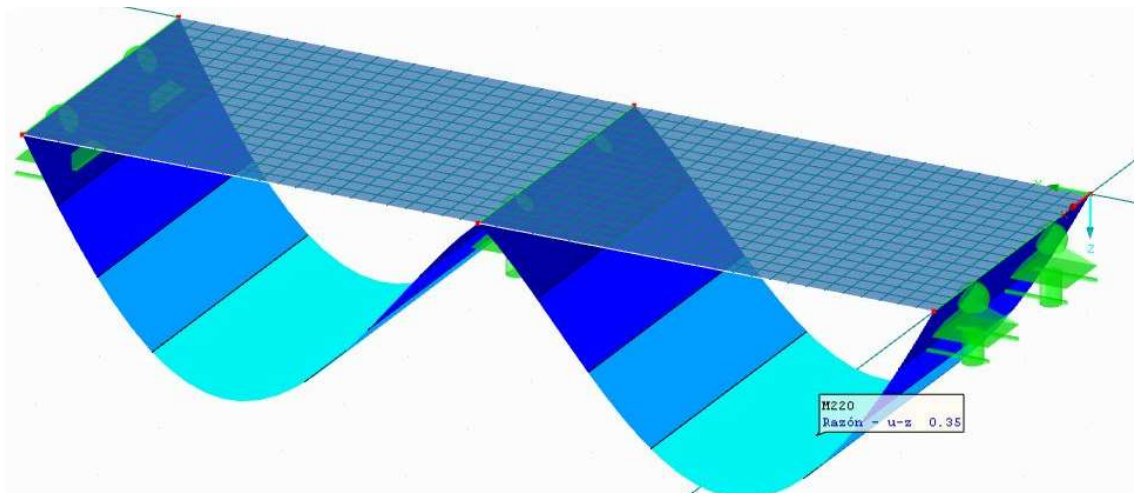


Ilustración 50. Índice de agotamiento flecha de apariencia

ARRIOSTRAMIENTO

Para garantizar la estabilidad global de la estructura, se ha optado por disponer de 4 celosías de arriostramiento debido a la singularidad de la misma (formada por dos partes con tipos de cubiertas y alturas diferentes) y por mantener la simetría del conjunto. Estas celosías se han dimensionado para hacer frente a las situaciones en las que el viento longitudinal esté presente.

El proceso de predimensionado seguido ha sido idéntico al seguido anteriormente con las cerchas de cubierta: resolución de estructura isostática mediante método de nodos con la acción del viento actuando sobre los nudos. Gracias a obtener de esta manera el mayor esfuerzo a tracción a soportar por las piezas de acero, se deduce la sección mínima necesaria para cumplir tal fin (redondo macizo de acero Ø22 de calidad S275JR en este caso). La celosía se completa mediante correas de madera laminada que se encargan de resistir los esfuerzos a compresión. Son predimensionadas de la misma manera que las barras a tracción y encima cumplen la función añadida de evitar el pandeo del cordón superior de la estructura de cubierta

La verificación de la solución es algo más costosa que todas las anteriores ya que para poder llevarla a cabo hace falta modelar la estructura completa en 3 dimensiones. A la hora de hacer el modelado se decide no incluir los paneles de forjado ya que supondrían sobrecargar el modelo ralentizando el cálculo en exceso y simplificar su presencia tampoco supone una distorsión excesiva del comportamiento del conjunto. Una vez esté completado, el primer paso consiste en comprobar que las deformaciones no exceden el límite permitido y que en efecto la estructura estabilizadora que hemos incluido cumple su cometido. El siguiente paso consiste en confirmar que la sección de acero seleccionada es correcta y que cumple las solicitaciones exigidas. Para ello se usa el módulo adicional RF-STEEL EC3 especializado en estructuras de acero. Tal y como muestran los resultados ambas circunstancias se cumplen sin problema.

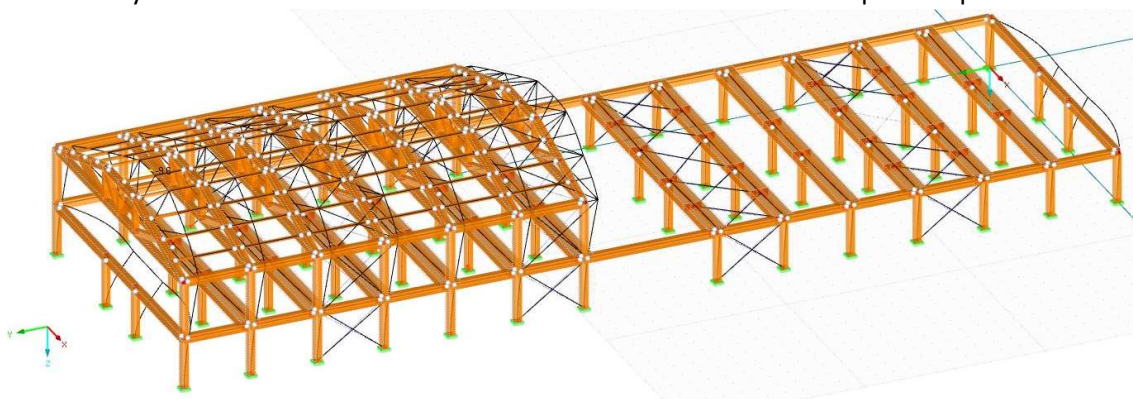


Ilustración 52. Flecha de confort

Comprobación en estado límite último						
CR1	ELU (STR/GEO) - Permanen	435	4.908	0.55	≤ 1	CS
				Máx.:	0.55	≤ 1

Ilustración 53. Comprobación RF-STEEL EC3

CONCLUSIONES DERIVADAS DEL CÁLCULO

Tal y como se ha podido observar el impacto del cumplimiento normativo frente a la resistencia al fuego ha resultado muy elevado, siendo la condición más determinante a la hora de dimensionar cada uno de los elementos. Debido a esto, la estructura queda completamente sobredimensionada para los requerimientos habituales del edificio. No habría ningún problema con ello si el material siguiese rindiendo dentro de un margen aceptable una vez la sección fuese ampliada, pero no es este el caso ya que rara vez se consigue superar el 50% de las capacidades de la madera.

Esta cuestión no tiene justificación económica ni sostenible posible ya que no todo vale cuando de construir en madera se trata. Uno de los mayores argumentos a favor de las estructuras de madera es precisamente el menor impacto medioambiental que suponen frente a otros materiales usados habitualmente, el hormigón y el acero por ejemplo. En situaciones en las que las carencias derivadas de las propiedades del material prevalecen frente a las fortalezas del mismo su uso pierde todo el sentido. En tales casos, suele ser mejor opción recurrir a materiales que gracias a tener características más adecuadas y mejor adaptadas a las solicitaciones del proyecto (una alta resistencia al fuego en este caso) permiten un uso más optimizado.

La razón de todo esto se puede encontrar en el hecho de que la normativa frente a incendios actualmente vigente no fue desarrollada teniendo en cuenta la singularidad de las estructuras de madera. Las clases resistentes se definen en intervalos de 30 minutos y se asignan dependiendo de la altura de evacuación según los siguientes rangos: 0-15m, 16-28m y +28m. Este hecho da lugar a situaciones realmente sorprendentes, ya que la diferencia de un único metro puede suponer tener que añadir 30 minutos de incendio a resistir mientras que en los siguientes 12 metros los requisitos no cambien. Puede que para el resto de materiales estructurales la resistencia frente al fuego no suponga un gran condicionante en el proceso de dimensionado y que las diferencias entre una clase resistente u otra no supongan una gran diferencia, pero lo cierto es que en el caso de la madera es lo que justamente sucede. Es por ello que, para evitar la excesiva penalización que supone el sistema actual, se consideraría más acertado reemplazarlo por un sistema lineal en el que la resistencia se designase gradualmente.

La siguiente tabla muestra las dimensiones que cada elemento de la propuesta tendría dependiendo de la resistencia frente al fuego asignada y el incremento de material que supone el salto de una clase resistente a otra. En este caso en concreto se ha constatado que para clases resistentes menores a R60 la estabilidad frente al fuego deja de ser la condición más restrictiva.

	R120	R90		R60	
PÓRTICO	320 mm X 440 mm	260 mm X 400 mm	-25%	220 mm X 400 mm	-40%
FORJADO	CLT 175	CLT 150	-15%	CLT 135	-25%
CERCHA	320 mm X 320 mm	280 mm X 280 mm	-25%	240mm X 240 mm	-45%

Tabla 9. Dimensionado estructural según diferentes clases resistentes



Es cierto que en 120 minutos de incendio lamentablemente se consume mucha madera (unos 100 mm por cada cara expuesta aproximadamente) y es por ello que, para poder mantener una sección mínima viable pasado ese tiempo, la inicial debe asumir ese incremento. Los resultados muestran que el principal problema en todos los elementos es conseguir que la pieza no se carbonice del todo y que una vez se supera esa barrera no suele haber mayor inconveniente a la hora de afrontar las solicitudes de la situación, la mayoría de las veces haciéndolo holgadamente.

Para hacer frente al inconveniente que supone la pérdida de sección a consecuencia del fuego y obtener resultados mejores, podría construirse la estructura con madera de mejores prestaciones (clases resistentes mejores, madera microlaminada frente a madera laminada, uso de frondosas frente a coníferas...). De este modo haría falta menos material para cumplir las mismas solicitudes, con el beneficio añadido que supondría el uso de frondosas debido a su menor velocidad de carbonización. El mayor inconveniente sería la dificultad de encontrar este tipo de productos en el mercado y el alto coste económico frente a productos más habituales. Para todos los casos haría falta comparar las propuestas económicamente y estudiar si realmente la inversión adicional compensaría.

Otra posibilidad podría consistir en usar barniz intumescente incoloro para de esta manera ampliar la resistencia de la pieza sin necesidad de tener que añadir material de más para ello. Al igual que ocurría con el barniz ignífugo necesario para cumplir con la reacción al fuego requerida, haría falta investigación adicional para estudiar su influencia en cuanto a la supervivencia bacteriana y su comportamiento frente a los productos y rutinas de limpieza de los hospitales.

Como última opción podría cubrirse la madera estructural del todo, delegando parte de la resistencia frente al fuego en el material protector, de forma que se reduciría su tiempo de exposición pudiendo de esa manera adecuar las secciones a las solicitudes reales. La función sanadora en este caso quedaría relegada a los acabados (tabiques de madera vistos, carpinterías, fachadas...) y la estructura "únicamente" aportaría beneficios en lo referido a la sostenibilidad y a la comodidad del proceso constructivo. Aun tratándose de una alternativa totalmente válida, sería una lástima no poder exprimir las ventajas de las estructuras de madera en su totalidad en entornos especialmente propicios para ello.



CONCLUSIONES FINALES

Tal y como se ha podido constatar en los diferentes apartados del trabajo, hoy por hoy la introducción de estructuras de madera en el ámbito hospitalario se antoja complicada. Aunque se ha probado que técnicamente sería posible llevarlo a cabo, en estos momentos los obstáculos imperan sobre los beneficios, haciéndolo prácticamente imposible en condiciones realistas. Los resultados demuestran que claramente todavía queda trabajo por hacer para poder voltear la situación, de manera que deje de ser una hipótesis para que sea una realidad.

La buena noticia es que poco a poco es un tema que está ganando cada vez más atención, sobre todo después de la complicada situación sanitaria mundial que se ha vivido. Muestra de ello es la reciente propuesta del internacionalmente conocido estudio de arquitectura Shigeru Ban Architects. Aunque todavía es pronto para hacer ninguna predicción ya que solo se trata de una propuesta, teniendo en cuenta la popularidad de la que goza y la amplia experiencia con la que cuenta en estructuras de madera, con total certeza habrá servido para sumar adeptos a la causa y seguro resulta un buen ejemplo para futuros proyectos.

Este interés ampliado debería servir para seguir indagando sobre el tema; desde el impacto que genera su uso a largo plazo hasta el desarrollo de nuevos productos específicos que se adecuen a las exigentes condiciones de los edificios sanitarios. Y es que no se debe olvidar que por mucho que la madera sea el material de construcción que más tiempo lleva entre nosotros, no ha sido hasta recientemente que se han vuelto a construir estructuras con él. Se trata todavía de una industria en pleno desarrollo y de la misma manera que gracias a los avances técnicos la madera está colonizando ámbitos que hace unos años serían inimaginables, aún le quedan muchos otros por conquistar. Conquistas que irán llegando, algunas por convencimiento (los datos sobre sus beneficios están ahí y son inexpugnables) y otras por imposición (el cambio climático es ya incuestionable).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Wood as Material Suitable for Health Care and Therapeutic Facilities.* **Kotradyová, Veronika y Kaliňáková, Barbora.** 2014, Advanced Materials Research, Vol. 1041, págs. 362-366.
2. *View Through a Window May Influence Recovery from Surgery.* **Ulrich, Roger.** 1984, Science, Vol. 224, págs. 420-421.
3. **Wilson, Edward O.** *Biophilia.* Cambridge : Harvard University Press, 1984. pág. 157.
4. *Do the hospital rooms make a difference for patients' stress? A multilevel analysis of the role of perceived control, positive distraction, and social support.* **Andrade, Cláudia, y otros.** 2017, Journal of Environmental Psychology, Vol. 53, págs. 63-72.
5. *Benefits from wood interior in a hospital room: A preference study.* **Nyrud, Anders, Bringslimark, Tina y Bysheim, Kristian.** 2, 2014, Architectural Science Review, Vol. 57, págs. 125-131.
6. *Wood and Its Impact on Humans and Environment Quality in Health Care Facilities.* **Kotradyová, Veronika, y otros.** 18, 2019, International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol. 16.
7. *Wood as a Restorative Material in Healthcare Environments.* **Augustin, Sally y Fell, David.** 2015.
8. *Effects of redecoration of a hospital isolation room with natural materials on stress levels of denizens in cold season.* **Ohta, Hiromi, y otros.** 5, 2008, International journal of biometeorology, Vol. 52, págs. 331 - 340.
9. *Wood use in a hospital environment: VOC emissions and air quality.* **Bringslimark, Tina, Englund, Finn y Nyrud, Anders Q.** 4, 2012, European Journal of Wood and Wood Products, Vol. 70, págs. 541-543.
10. *Hygienic Perspectives of Wood in Healthcare Buildings.* **Munir, Muhammad Tanveer, y otros.** 2021.
11. **Argüelles, Ramón eta Arriaga, Francisco.** *Estructuras de madera. Diseño y cálculo.* 1e : AITIM, 2000.



APÉNDICE 1

CTE DB SE-M MADERA

PROPIEDADES ASOCIADAS A MADERA LAMINADA ENCOLADA GL24h					
RESISTENCIA		RIGIDEZ			DENSIDAD
Flexión	24 N/mm ²	Módulo de elasticidad paralelo medio	11,6 kN/mm ²	380 kg/m ³	
Tracción paralela	16,5 N/mm ²				
Tracción perpendicular	0,4 N/mm ²	Módulo de elasticidad paralelo 5° percentil	9,4 kN/mm ²		
		Módulo de elasticidad perpendicular medio	0,39 kN/mm ²		
Compresión paralela	24 N/mm ²	Módulo transversal medio	0,72 kN/mm ²		
Compresión perpendicular	2,7 N/mm ²				
Cortante	2,7 N/mm ²				

Tabla 10. Valores de las propiedades asociadas a madera laminada encolada GL24h

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD		
SITUACIONES PERSISTENTES Y TRANSITORIAS	SITUACIONES EXTRAORDINARIAS	
Madera laminada encolada	1,25	1,0
Uniones	1,30	

Tabla 11. Coeficientes parciales de seguridad según material

VALORES k_{mod} PARA MADERA LAMINADA ENCOLADA					
CLASE DE SERVICIO	CLASE DE DURACIÓN DE LA CARGA				
	Permanente	Larga	Media	Corta	Instantánea
1	0,6	0,7	0,8	0,9	1,10
2	0,6	0,7	0,8	0,9	1,10
3	0,5	0,55	0,65	0,7	0,9

Tabla 12. Valores del factor k_{mod} para madera laminada encolada

VALORES k_{def} PARA MADERA LAMINADA ENCOLADA			
CLASE DE SERVICIO			
1	2	3	
0,6	0,8	2	

Tabla 13. Valores del factor k_{def} para amadera laminada encolada

VALORES DE k_{ser} PARA ELEMENTOS DE FIJACIÓN DE TIPO CLAVIJA EN N/mm	
Pasadores, pernos sin holgura, tirafondos, clavos con pretaladro	$\rho_m^{1,5} \cdot d/23$

Tabla 14. Valores de k_{ser} para elementos de fijación de tipo clavija

CTE DB SE-AE ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

PESO PROPIO	
CLT 175	0,9 kN/m ²
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30m	4 kN/m ²
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5 kN/m ²
Faldones de placas, teja o pizarra	2 kN/m ²
Capa de compresión 5cm	1,3 kN/m ²
Tabiquería	1 kN/m ²
Instalaciones	5 kN/m ²

Tabla 15. Peso propio de elementos constructivos



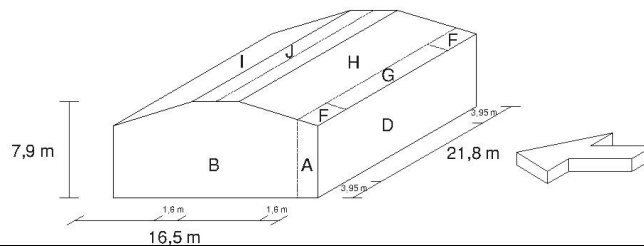
SOBRECARGA DE USO	
Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles	2 kN/m ²
Zonas con mesas y sillas	3 kN/m ²
Cubiertas transitables accesibles solo privadamente	1 kN/m ²
Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 kN/m ²

Tabla 16. Valores característicos de las sobrecargas de uso

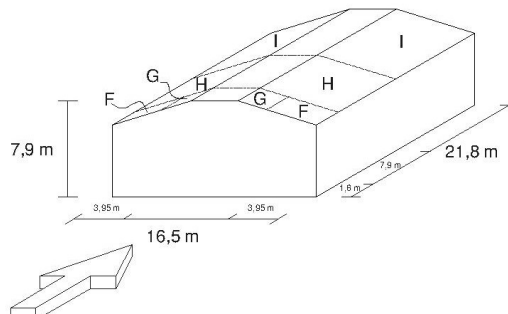
NIEVE				
Valor característico de la carga	Coeficiente de forma de la cubierta			Resultado
Bilbao	0,3 kN/m ²	Inclinación menor o igual que 30°	1	0,3 kN/m ²

Tabla 17. Sobrecarga de nieve

VIENTO				
Presión dinámica del viento		Coeficiente de exposición		
Zona C	0,52 kN/m ²	Zona urbana en general	30 m	2,6



ZONA	ÁREA (m ²)	C _{pe,1}	C _{pe,10}	C _{pe,A}	q _b (kN/m ²)	C _e	q _e (kN/m ²)
A	9,5	-1,4	-1,2	-1,2	0,52	2,6	-1,6
B	101,7	-1,1	-0,8	-0,5			-0,7
D	124,25	1	0,75	0,5			0,7
E	124,25	-0,4	-0,4	-0,4			-0,5
F	6,7	0,2	0,2	0,2			0,25
		-2	-0,9	-1,1			-1,45
G	23,6	0,2	0,2	0,2			0,25
		-1,5	-0,8	-0,54			-0,7
H	146,8	0,2	0,2	0,2			0,25
		-0,3	-0,3	-0,3			-0,4
I	141,7	0	0	0			0
		-0,4	-0,4	-0,4			-0,5
J	41,1	0	0	0	0		
		-1,5	-1	-0,7	-0,9		



ZONA	ÁREA (m ²)	C _{pe,1}	C _{pe,10}	C _{pe,A}	q _b (kN/m ²)	C _e	q _e (kN/m ²)
F	6,55	-2	-1,3	-1,4	0,52	2,6	-1,85
G	6,75	-2	-1,3	-1,4			-1,85
H	65,85	-1,2	-0,6	-0,1			-0,1
I	103,15	-0,5	-0,5	-0,5			-0,65

Tabla 18. Acción del viento



ANEXO 1 - IRUFIRE REAL & INTEGRAL B-s1, d0 PUR



1. PAREDES Y TECHOS. SOLVENTE.

IRUFIRE REAL & INTEGRAL B-s1,d0 PUR

Proceso en base a productos acrílicos de dos componentes desarrollados para el acabado de superficies de madera y sus derivados sin tratamiento retardador al fuego que tengan como uso final el recubrimiento de paredes y techos de interior.



SOPORTE

Todo tipo de sustratos o elementos de madera, comúnmente utilizados para el recubrimiento de paredes y techos (con una densidad igual o superior a 510 kg/m³) o sustratos con clasificación A2-s1,d0 o A1.

*No aplicar sobre productos que contengan más de un 12% de contenido de humedad superficial.

PASO PREVIO

Eliminar todos los restos procedentes del lijado del soporte y homogeneizar el barniz y la mezcla antes de su uso.

MEZCLA

IRUFIRE PRIMER IP-1 e IRUFIRE TOP COAT IT-1 una vez mezclados con su CATALIZADOR IRUFIRE deben ajustarse a una viscosidad de 18-22" (Copa Ford nº 4) por adición de un 5-10% de disolventes tipo D-202, D-525, 125 DPN, D-129, S-157, etc.

EQUIPOS DE PROYECCIÓN

Todo tipo de equipos de proyección (aerografía, airmix y airless).



1ª APLICACIÓN – FONDO

Aplicar un gramaje de 400-480gr/m² de IRUFIRE PRIMER IP-1 (10:1 con CATALIZADOR IRUFIRE) repartidos en 2-3 manos a intervalos de 1-2h entre ellas.

SECADO, CURADO Y LIJADO

Curar 24h, lijar suavemente con un taco de lija flexible de grano 280-320, limpiar mediante soplado con aire a presión.

2ª APLICACIÓN – ACABADO

Aplicar un gramaje de 80-100 gr/m² de IRUFIRE TOP COAT IT-1 (10:1 con CATALIZADOR IRUFIRE).

SECADO Y CURADO FINAL

Curar una noche (16-20h) antes de proceder a su manipulación.



PROPIEDADES GENERALES

- Proceso totalmente exento de compuestos halogenados (clorados o bromados).
- Presenta excelentes propiedades de humectación, transparencia, tixotropía, lisura, dureza superficial, aspecto y homogeneidad de matizado.
- Gran resistencia a la abrasión, al roce y al rayado.
- Alto poder de cubrición.
- No amarillea: La naturaleza acrílico-alifática de los productos que componen el proceso define a este como inalterable a la acción de la luz.

GRADOS DE BRILLO

DEEP MATT, MATT, SEMI MATT, SATIN, SEMI GLOSS y GLOSS.

COLOR

Incoloro y colores. Utilizando la gama de "PASTAS PIGMENTARIAS 9.700" de Irurena se pueden obtener colores de las cartas RAL, NCS, etc. mediante el sistema tintométrico KOLORE.

ENSAYO

El proceso se ha ensayado aplicado sobre aglomerado sin tratamiento retardador del fuego (el sustrato normal clasificado como D-s2,d0 de acuerdo con la norma europea UNE-UN 13238 (Euroclases)). Los ensayos han sido realizados en AFITI (Informe 3519T18-2.R1) y verificados por FCBA.



RESULTADO

Clasificación de reacción al fuego B-s1,d0 (según EN 13501-1:2007 + A1:2010 (Euroclases)).



¿Y por qué no construimos hospitales de madera?



MASTER EN ESTRUCTURAS,
CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO
EN MADERA

ANEXO 2 - GUÍA DE PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA EN EL MEDIO HOSPITALARIO



Procedimientos
Prevención ^{Guía}
Control ^{de procedimientos}
Enfermedades ^{de limpieza}
Transmisibles ^{en el medio}
Medio ^{hospitalario}
Hospitalario



GUÍA DE LIMPIEZA

1.- INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de la limpieza del entorno inanimado, contribuye no sólo a mejorar el aspecto estético de un centro, sino que evita la transmisión de agentes infecciosos. Aunque sea poco el riesgo de transmisión de agentes infecciosos a través de dicho entorno, los objetos sucios podrían contribuir a una transmisión secundaria, por la contaminación de las manos del personal sanitario o por el contacto con equipos médicos que a continuación entran en contacto con los pacientes.

Es por ello que este documento describe el procedimiento que deben seguir tanto la empresa adjudicataria de un plan de limpieza, como aquel otro personal que realiza funciones de limpieza en un centro sanitario.

Todos los centros formalizarán un plan de limpieza que será aprobado por la dirección del centro, este plan deberá seguir las recomendaciones de esta guía y servirá de base para la gestión de la limpieza y su contratación.

2.- OBJETIVO

El objetivo de este protocolo es servir de base para todos los hospitales de la red pública de nuestra comunidad autónoma, con la finalidad de que cuando se apliquen los planes de limpieza en cualquiera de ellos, se tengan en cuenta unos requisitos mínimos exigibles para garantizar la profesionalidad del servicio, ya que recoge los procedimientos y la metodología que deberán aplicarse a cada caso, el cumplimiento de la legislación vigente y asegurar un control de los riesgos que pueden derivarse de la mala utilización de los procedimientos de limpieza o del uso inadecuado de productos.

3.- ALCANCE

Este documento deberá ser aplicado en todos los hospitales públicos del Sergas, incluidas las fundaciones públicas, y también en todos los hospitales concertados o que pretendan concertarse con el Servicio Galego de Saúde.

Además esta guía será referente para todos los hospitales privados de la Comunidad Autónoma de Galicia.

4.- DEFINICIONES

Desinfección:

Operación mediante la cual se destruyen los microorganismos, excepto las formas de resistencia, de los fluidos, objetos y superficies o se evita su desarrollo.

Limpieza:

Acción mediante la que se elimina la suciedad (manchas visibles o partículas macroscópicas no inherentes al material que se va a limpiar), de una superficie o de un objeto, sin causarle daño.



GUÍA DE LIMPIEZA

Limpieza de rutina:

Aquella que se realiza aplicando las técnicas básicas de limpieza.

Limpieza general:

Aquella que se realiza en profundidad, en la que además de la limpieza de las superficies de uso cotidiano, también se limpian las paredes, los techos y, si es preciso, se movilizan y/o se desmontan las estructuras del mobiliario.

Limpieza terminal:

Aquella que se realiza cuando finaliza un proceso (limpieza al final de la programación de un área quirúrgica, o en una habitación cuando el paciente se va de alta), para dejar de nuevo operativa un área determinada.

Limpieza especial:

Aquella que se realiza en situaciones excepcionales. Un ejemplo de limpieza especial es la que se puede realizar en un quirófano después de que se desmontan las rejillas de aireación para limpiar su superficie interior y en la que se saca fuera del quirófano todo su mobiliario no fijo, de modo que éste se limpia a fondo estando totalmente vacío, y fuera de él se limpia también a fondo todo el mobiliario no fijo desmontando sus estructuras.

Técnicas básicas de limpieza:

Constan de la realización inicial de una limpieza de superficies, mediante un paño humedecido, seguida del barrido húmedo y posterior fregado mediante el método del doble cubo.

- Barrido húmedo: procedimiento de eliminación de la suciedad del suelo mediante el uso de medios que permiten la adherencia de las partículas evitando su diseminación en el ambiente. Para ello, suelen emplearse mopas húmedas.
- Técnica de doble cubo: sistema de fregado del suelo que supone la utilización de un dispositivo que cuenta con dos cubos, habitualmente uno de color azul (cubo de limpio) y otro de color rojo (cubo de sucio).

División del hospital:

El hospital se divide en tres áreas en relación con el nivel de riesgo de infección que le supone al paciente y/o en función del trabajo que se realiza en el área y que puede repercutir en el paciente. Estas áreas son:

- A) De alto riesgo, incluye:
- Área quirúrgica
 - Unidad de Cuidados Intensivos
 - Unidad de Reanimación
 - Unidad de Quemados



GUÍA DE LIMPIEZA

- Unidades especiales de técnicas invasivas en Radiología
- Unidad de Hemodiálisis
- Unidad de Hemodinámica
- Neonatología
- Paritorios
- Habitaciones de aislamiento y trasplantes

B) De riesgo medio, incluye:

- Unidades de hospitalización
- Servicios centrales: esterilización, farmacia, hospital de día, rehabilitación, cocina, biberonería, radiología, laboratorios y lavandería
- Consultas externas
- Urgencias
- Sala de autopsias

C) De bajo riesgo, incluye:

- | | | |
|------------------------|--------------------------|------------------|
| ■ Biblioteca | ■ Mortuorio | ■ Lencería |
| ■ Archivo de historias | ■ Talleres | ■ Cafetería |
| ■ Oficinas | ■ Despachos | ■ Salón de actos |
| ■ Sala de máquinas | ■ Vestibulos | ■ Escaleras |
| ■ Patios | ■ Central de teléfonos | ■ Sala de juntas |
| ■ Capilla | ■ Pasillos | ■ Ascensores |
| ■ Vestuarios | ■ Otras no especificadas | |

Cualquiera de las áreas enumeradas o de nueva creación pueden cambiar su situación respecto al nivel de riesgo si así es determinado por el propio hospital (es decir, un área de bajo riesgo puede pasar a alto si se dan unas condiciones determinadas, siempre teniendo en cuenta al paciente).

Categoría de la evidencia y grado de recomendación:

Categoría A: buena evidencia para apoyar una recomendación de uso

Categoría B: moderada evidencia para apoyar una recomendación de uso

Categoría C: insuficiente evidencia para apoyar una recomendación de uso

Categoría D: moderada evidencia para apoyar una recomendación en contra del uso

Categoría E: buena evidencia para apoyar una recomendación en contra del uso

Grado I: evidencia de al menos un estudio controlado, adecuadamente randomizado

Grado II: evidencia de ensayo clínico bien diseñado, sin randomización, de estudios de cohorte o casos-contrroles, preferiblemente multicéntricos, de múltiples series temporales o de resultados concluyentes de experimentos no controlados

Grado III: evidencia de opiniones de expertos basada en la experiencia clínica, estudios descriptivos o informes de comités de expertos



5.- DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

5.1.- Proceso de contratación:

La **Unidad de Contratación** será la encargada de redactar el pliego de cláusulas administrativas que contendrá obligatoriamente los REQUISITOS EXIGIBLES A LAS EMPRESAS, que figuran en este documento, o en el protocolo intracentro una vez que esté aprobado.

El pliego de cláusulas deberá ser enviado previamente a la Unidad de Medicina Preventiva, o bien a la Unidad Administrativa nombrada por la gerencia en aquellos hospitales donde aquella no exista, para que le dé el visto bueno en la parte correspondiente a los requisitos exigibles, antes de licitarse.

Una vez que se proceda a la apertura de plicas, las Unidades de Medicina Preventiva o las unidades administrativas correspondientes, procederán al estudio del proyecto presentado por las empresas, elaborarán su informe y lo remitirán a la Unidad de Contratación, que lo someterá a la consideración de la Mesa de Contratación. La mesa resolverá teniendo en cuenta el informe técnico emitido; cualquier propuesta de adjudicación que sea discrepante con aquel, antes de su posible elevación a definitiva, le será notificada a la Unidad de Medicina Preventiva por la Unidad de Contratación, resolviéndose motivadamente la diferencia producida.

5.2.- Proceso de postcontratación:

La **Unidad de Medicina Preventiva** o la Unidad Administrativa correspondiente será responsable de:

- Vigilar el cumplimiento de las cláusulas del contrato en la parte que le concierne al servicio.
- Emitir un informe semestral (de forma que se asegure una adecuada implantación) de evaluación de las distintas unidades con responsabilidad en este procedimiento, resaltando las no conformidades detectadas. Posteriormente, una vez implantado, esta evaluación podría ser anual.

La **Unidad de Contratación** será responsable de:

- Remitir una copia del contrato y de las especificaciones técnicas a la Unidad de Control de Calidad del Procedimiento y a la Unidad de Medicina Preventiva.
- Tramitará, durante el plazo de vigencia del contrato, los procedimientos de contratación administrativa ajustados a derecho en cada caso, para atender las necesidades aprobadas y circunstancias producidas en el servicio, que le presenten las restantes unidades involucradas (como acuerdos de prórroga, expedientes de modificación contractual, causas de resolución del contrato, etc.).
- Informar puntualmente, a todas las restantes unidades involucradas, de las vicisitudes en materias propias de su competencia que tengan lugar durante la vigencia del contrato y que representen alguna trascendencia en la prestación del servicio.



GUÍA DE LIMPIEZA

La **Unidad de Hostelería** será responsable de:

■ Vigilar diariamente el cumplimiento de las cláusulas técnicas, recursos humanos y materiales empleados.

■ Relacionarse directamente con la empresa adjudicataria para modificar y adaptar la práctica diaria a las necesidades, así como a las posibles eventualidades que puedan surgir.

5.3.- Recomendaciones para la limpieza de rutina

1. La limpieza de rutina de las superficies en áreas de medio y bajo riesgo, debe realizarse de acuerdo con los procedimientos establecidos, siendo suficiente con la eliminación del polvo y de las manchas. Aquellas superficies con las que se produce un constante contacto requieren de una limpieza frecuente. Categoría B; grado III.
2. La limpieza mecánica de las superficies es efectiva si elimina la suciedad. Categoría A; grado II.
3. Los centros sanitarios deben establecer programas para la limpieza y el mantenimiento de los conductos de aire acondicionado. Categoría A; grado II.
4. La existencia de programas de formación para el personal de limpieza ayudan a entender la efectividad de los métodos de limpieza así como la importancia de su trabajo. Categoría B; grado III.
5. El barrido húmedo es el recomendado. Categoría B; grado III.
6. Durante la limpieza húmeda las soluciones y los utensilios se contaminan rápidamente. Además los procedimientos de limpieza no deben redistribuir los microorganismos. Esto puede conseguirse limpiando en primer lugar las áreas menos contaminadas y cambiando las soluciones y utensilios de limpieza frecuentemente. Categoría B; grado III.
7. Los utensilios usados en la limpieza y desinfección deben ser limpiados y secados después de su uso. Categoría B; grado III.
8. La limpieza se realizará con la técnica de doble cubo, lo que permite aumentar la duración de la solución de limpieza al requerir menos cambios. Si se utiliza un solo cubo (lo que estará permitido solamente en zonas no asistenciales), la solución debe ser cambiada con mayor frecuencia. Categoría B; grado III.
9. Como productos de limpieza es aceptable un detergente para las superficies en la mayoría de las zonas. Se recomienda un desinfectante para la limpieza de las zonas pediátricas, cuidados intensivos, unidades de quemados, zonas de urgencias, quirófanos. Categoría B; grado III.
10. Los productos de limpieza y desinfección deben ser utilizados siguiendo las instrucciones del fabricante. Categoría A; grado III.
11. Deben utilizarse métodos de protección, usar guantes domésticos, durante los procedimientos de limpieza y desinfección y siguiendo las recomendaciones de uso del fabricante. Categoría B; grado III.
12. Usar los desinfectantes en forma de nebulizaciones o aerosoles. Categoría D; grado III. (No se recomienda)



GUÍA DE LIMPIEZA

13. Los centros sanitarios deben elaborar protocolos de limpieza con métodos y horarios, determinando los responsables. Categoría A; grado III.
14. Los productos fenólicos no deben ser usados en las salas destinadas a niños. Categoría A; grado II.
15. Realizar muestreos ambientales de rutina de las salas de operación. Categoría E; grado II (por lo que no se recomienda).
16. El muestreo microbiológico de las superficies ambientales de las salas de operaciones se realizará sólo como parte de una investigación epidemiológica. Categoría A; grado II (ver protocolos específicos).

5.4.- Procesos operativos de aplicación y organización de la limpieza general y específica:

Se desarrollarán como elementos prácticos anexos a esta guía de limpieza en el medio hospitalario.

6.- RESPONSABILIDAD

1. Los gerentes de los hospitales, son los responsables de conocer, entender y hacer que el personal a su cargo cumpla los requerimientos de este documento. Designarán en cada unidad con competencias en el proceso a un responsable del funcionamiento correcto de este procedimiento.
2. Los directores de gestión y/o servicios generales, son los máximos responsables en el organigrama directivo del hospital de la gestión del servicio de limpieza. Su gestión concreta puede ser llevada a cabo por:
 - Unidad de Contratación, son los responsables de realizar las tareas propias de la contratación administrativa, referidas a los servicios aquí considerados, y con conocimiento, entendimiento y cumplimiento de los requerimientos específicos, de tipo procedimental, que se establecen en este documento o en el protocolo intracentro específico. Actuará, en todos los casos, a instancia de las restantes unidades involucradas, con la finalidad de dar satisfacción a las necesidades de ellas, que le sean manifestadas, en los aspectos de su incumbencia.
 - Unidad de Hostelería, será la responsable de llevar a cabo el control de la gestión del contrato del servicio y así mismo del seguimiento y control diario del estado de limpieza, colaborando en las evaluaciones que se establezcan en cada centro.
3. Empresa adjudicataria de la contrata de la limpieza, será la responsable de poner en práctica el protocolo específico del centro, evaluando periódicamente su cumplimiento, colaborando con los distintos responsables en la adopción de las medidas propuestas para su mejora, así como de la formación del personal a su cargo, ajustándose a lo descrito en este documento.
4. Unidad de Medicina Preventiva, será la responsable de adaptar esta guía a las peculiaridades de cada centro, mediante la elaboración de un protocolo intracentro, siempre



GUÍA DE LIMPIEZA

antes de la aprobación del contrato. Se asegurará de su correcta aplicación mediante un sistema de evaluación periódica e informando a los distintos responsables de la misma.

Igual responsabilidad tendrá el jefe de la unidad encargada por la gerencia en aquellos hospitales donde no exista Unidad de Medicina Preventiva.

5. Unidad de Calidad, será la responsable de la elaboración y seguimiento del procedimiento de aseguramiento de la calidad, incluyendo la planificación de auditorías internas y la gestión de no conformidades y acciones correctoras, así como de las propuestas de futuras modificaciones.

En aquellos hospitales donde no exista esta Unidad de Calidad, estas responsabilidades serán asumidas por la Unidad de Medicina Preventiva o aquella unidad expresamente designada por la gerencia para tal fin.

7.- DIFUSIÓN

Con la finalidad de asegurar la difusión de este procedimiento:

La División General de Asistencia Sanitaria remitirá una copia controlada del mismo a las gerencias de los hospitales con financiación pública.

La Secretaría General del Sergas remitirá una copia controlada del mismo a los centros concertados.

Los gerentes de los centros serán responsables de la difusión a todas aquellas unidades implicadas en su desarrollo.

8.- REVISIÓN

Este manual será revisado cada dos años y siempre que se considere que haya que introducir modificaciones.

9.- MARCO NORMATIVO

Real decreto 3360/1983, del 30 de noviembre, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria de lejías.

Real decreto 349/1993, del 5 de marzo, por el que se modifica la reglamentación anteriormente citada.

Real decreto 770/1999, del 7 de mayo, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria para la elaboración, circulación y comercio de detergentes y limpiadores.

Real decreto 2817/1983, del 13 de octubre, en el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria de los comedores colectivos.

Orden del 15 de febrero de 1975, ordenanza laboral de limpieza de edificios y locales.

Orden del 20 de septiembre de 1995, regulación del uso de productos de limpieza en los establecimientos de restauración en Galicia.



GUÍA DE LIMPIEZA

10.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Garner, Favero, "Guidelines for Handwashing and hospital environmental control", 1985.
2. AORN J. Proposed Recommended Practices. Sanitation in the surgical practice setting. December 1991. Vol 54, nº 6.
3. Moreno O, Espígares M, Fernández-Crheuet M. En Gálvez R et al. Control medio-ambiental. Limpieza-Desinfección, Desinsectación y Desratización. Infección hospitalaria. Granada, 1993: 373-385.
4. Bayas J M, et al. Limpieza e infección en el hospital. *Todo hospital*. 1993; (101): 13-31
5. Carlos A. Arenas y Fco. J. Campayo. Proceso de limpieza en el Hospital. *Todo hospital*. 1996; (126): 49-53.
6. Ronald Lee Nichols. The operating Room: In John V. Bennet, and Philips S. Brachman. *Hospital Infection Thivel*. Little-Brown. 1992.
7. Grupo de trabajo de la Sociedad española de Medicina Preventiva, Salud Pública e Higiene y el Insalud. Recomendaciones para la Verificación de la Bioseguridad Ambiental respecto a hongos oportunistas. Madrid, 10 de febrero de 1999.
8. Martorell M. Limpieza hospitalaria. Criterios de gestión. *Todo hospital*. 1993 (101): 23-26.
9. Rutala WA. APIC Guidelines Committee. APIC guideline for selection and use of disinfectants. *Am. J. Infect. Control* 1996, 24: 313-42.
10. M.B.Palmer. Manual de control de infecciones. Editorial Interamericana. Madrid 1986. (Capítulo 11): 296-302.
11. Hospital La Paz. Guía de Seguridad e Higiene del Hospital. Año 1992. (Capítulo 2). 83-102.
12. Hospital La Paz. Guía para la prevención y control de la infección hospitalaria. Madrid 1992. 81-102.
13. Collins B.J. The hospital environment: how clean should a hospital be. *J. Hosp. Infect.* 1988; (Supp A): 53-56.
14. Generalitat de Catalunya. Departamento de Sanidad y Seguridad Social. Recomendaciones para la prevención de la infección en los centros sanitarios. Limpieza y desinfección del medio hospitalario. Barcelona, 1991. 83-98.
15. Fernando J. López Fernández. Guía de higiene y prevención de la infección hospitalaria. Editorial Díaz de Santos. Madrid, 1998. 13-21.
16. M^º José García y J.C. Vicente García. Técnicas de descontaminación. Limpieza. Desinfección. Esterilización. Limpieza del medio hospitalario. Editorial Paraninfo. Madrid 1997, 3-6.
17. Romero Martín, Manuel. Técnicas y Procedimientos de prevención de la infección en centros sanitarios. Limpieza, desinfección y esterilización. Edita: Universidade da Coruña. Ferrol, 1997. 71-83.



GUÍA DE LIMPIEZA

18. Laboratoire de lutte contre la maladie. Guide de Prévention des Infections. Lavage des mains, nettoyage, désinfection et stérilization dans les établissements de santé. Santé Canada. 1998. Vol. 2458.
19. Altemeier. American College. Manual de control de la infección en los pacientes quirúrgicos. Ed. Interamericana 2ª Ed. 1987.
20. E. Tanner, J.J Haxhe, M. Zumofen e G.Ducel. Elementos de Higiene Hospitalaria y técnicas de aislamiento en el hospital. Ed. EUNSA. 2ª Ed. Navarra, 1981.
21. J.C. Darbord e A. Daurphin. Higiène hospitalière pratique. Ed. Medecale Internationale. 1ª Ed. Paris, 1985.
22. G.A.J. Ayliffe, E.J.C. Lowbury, A.M. Geddes and J.D. Williams. Control of Hospital Infection. A practical handbook. 3ª Ed. Champman S hell medical. London, 1992.
23. S. Block. Desinfection Sterilization and Preservation. Lead-Febiger. Philadelphia USA, 1992.
24. Gessner G. Hawley. Diccionario de química y de productos químicos. Ediciones Omega, S.A. 1988. 268.



GUÍA DE LIMPIEZA

PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS DE LIMPIEZA

1. Procedimientos generales:

1.1 Protocolo de descripción de la técnica básica de limpieza

1.2 Protocolo de periodicidad de limpieza en las distintas áreas

Anexo I: Protocolo de periodicidad de la limpieza del área quirúrgica.

Anexo II: Protocolo de periodicidad de la limpieza en otras áreas de alto riesgo.

Anexo III: Protocolo de periodicidad de la limpieza en las áreas de riesgo medio.

Anexo IV : Protocolo de periodicidad de la limpieza en las áreas de bajo riesgo.

1.3 Procedimientos de registro

Anexo V : Comunicación de anomalías.

Anexo VI: Evaluación y control de cumplimiento de la limpieza en el área quirúrgica.

Anexo VII: Evaluación y control de cumplimiento de la limpieza en otras áreas de alto riesgo.

Anexo VIII: Evaluación y control de cumplimiento de la limpieza en las áreas de riesgo medio.

Anexo IX: Evaluación y control de cumplimiento de la limpieza en las áreas de bajo riesgo.

2. Procedimientos específicos:

2.1 Protocolo de limpieza de una habitación ocupada

2.2 Protocolo de limpieza de una habitación de aislamiento

2.3 Protocolo de limpieza de un área quirúrgica

3. Información sobre productos de limpieza



GUÍA DE LIMPIEZA

1. PROCEDIMIENTOS GENERALES

1.1 PROTOCOLO DE DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA BÁSICA DE LIMPIEZA

- La limpieza se hará con el máximo silencio y respetando escrupulosamente el horario asignado. Si queda interrumpido el trabajo, no dejar ningún elemento que intercepte el paso del personal.
- La limpieza se iniciará por las zonas no ocupadas, adaptándose en cada unidad a la rutina del trabajo de la propia unidad, respetando siempre la frecuencia.
- Independientemente de la frecuencia estipulada en este documento, la limpieza se hará siempre que se observe cualquier tipo de anomalía o deficiencia.

Materiales

- Carro con dos zonas bien delimitadas, una zona limpia y otra sucia, este carro lleva integrado el sistema de doble cubo (azul y rojo) y fregona. Para zonas generales puede disponerse de carros que llevan incorporado sólo el sistema de doble cubo.
- Paños (azul, amarillo, rojo).
- Dos cubos pequeños (uno azul y otro rojo) para la limpieza de superficies diferentes al suelo, y para limpiar los paños después de cada habitación.
- Mopa o aviones.
- Un recogedor de polvo pequeño.
- Bolsas de polvo de repuesto.
- Papel higiénico.
- Guantes de goma domésticos de uso individual.
- Recambios de jabón líquido.
- Reposición de papel de un solo uso y de jabón.
- Solución desinfectante.
- Solución detergente.
- Solución detergente-desinfectante (Sol. DD).
- Desincrustador.

Todas las soluciones deben estar aprobadas previamente por la Unidad de Medicina Preventiva.



GUÍA DE LIMPIEZA

Utilización de los materiales

Barrido húmedo: el barrido se inicia recorriendo la estancia en zigzag, (no se debe pasar dos veces por el mismo lugar).

Fregado: se realiza después de proceder a la eliminación del polvo. En los hospitales esta operación se hace siguiendo la **técnica de doble cubo:** el cubo limpio es de color azul y el rojo es el cubo sucio. Para el contenido de los cubos, se presentan tres opciones y las tres son válidas.

■ Opción A:

■ Cubo AZUL: agua + detergente + desinfectante

■ Cubo ROJO: agua

■ Opción B:

■ Cubo AZUL: agua + desinfectante

■ Cubo ROJO: agua + detergente

■ Opción C:

■ Cubo AZUL: agua + detergente + desinfectante

■ Cubo ROJO: agua + detergente + desinfectante

En el protocolo intracentro, la Unidad de Calidad y/o la Unidad de Medicina Preventiva escogerá la opción que va a incorporar.

Recomendación del grupo de trabajo:

Cubo color AZUL: 9 litros de agua + opción escogida

Cubo color ROJO: 4 litros de agua + opción escogida

Procedimiento de la técnica de doble cubo:

■ Se coloca la prensa o escurridor sobre el cubo rojo

■ Se introduce la fregona limpia en el cubo azul

■ Se escurre la fregona sobre el cubo rojo

■ Se friega, procurando siempre ir de la zona limpia a la zona sucia de la estancia

■ Se introduce la fregona en el cubo rojo, se enjuaga varias veces y se escurre al máximo

■ Se sumerge la fregona en el cubo azul

■ Se escurre moderadamente y se sigue fregando

Se deberá cambiar el agua lo más frecuentemente posible, cuando se agota la solución del cubo azul y siempre cuando el agua del cubo rojo esté visiblemente sucia.



GUÍA DE LIMPIEZA

Limpieza con paños: los paños son clasificados por colores en función de donde vayan a ser utilizados.

■ **Paño de color azul,** se utilizará para limpiar todo objeto o superficie que no sea ni sanitarios ni retrete.

■ **Paño de color amarillo,** se utilizará únicamente para limpiar los sanitarios que no sea retrete.

■ **Paño de color rojo,** se utilizará únicamente para limpiar retretes.

Procedimientos de limpieza

Limpieza de mobiliario

Procedimiento:

Se impregna el paño de color azul con la solución DD, teniendo en cuenta que la limpieza debe comenzar desde las zonas más altas a las más bajas, y de derecha a izquierda o viceversa. Si existen manchas, pulverizarlas directamente y aclarar posteriormente, siempre teniendo en cuenta el material de que está compuesto el mobiliario.

Limpieza de servicios/aseos

Procedimiento:

■ Vaciar el cubo de la basura

■ Fregar con estropajo si existen manchas u óxido

Aseos:

■ Limpiarlos con el paño amarillo, siguiendo la secuencia siguiente:

■ espejo

■ repisa o estante

■ grifería

■ lavabo

■ ducha/baño

■ dispensador de papel higiénico y de jabón

■ interruptores

■ pestillo de puerta

■ Frotar con el paño amarillo siguiendo la secuencia descrita anteriormente. Si existen manchas u óxido fregar con el estropajo

■ Aclarar con agua la grifería, el lavabo y la ducha/baño

■ Secar la grifería, el espejo, la repisa con papel de un solo uso

Al finalizar la limpieza, el paño de color amarillo deberá lavarse en la solución del cubo pequeño de color rojo.



GUÍA DE LIMPIEZA

Retretes:

Limpiarlos con el paño rojo

- Vaciar la solución del soporte de la escobilla en el retrete y tirar de la cadena
- Pulverizar con la solución DD el inodoro por dentro y por fuera y los azulejos que rodean el urinario, dejando actuar al menos cinco minutos.
- Limpiar el retrete desde el exterior al depósito, hacia la tapa, encima y debajo
- Pulverizar el interior de la cubeta con la solución DD y limpiarla con la escobilla
- Llenar el soporte de la escobilla con la solución detergente-desinfectante

Al finalizar la limpieza, el paño de color rojo deberá lavarse en la solución del cubo rojo pequeño. La solución del cubo deberá cambiarse entre cada habitación.

Limpieza del suelo

Procedimiento:

Recogida de restos mediante arrastre o barrido húmedo. Dentro del hospital sólo se utilizará este tipo de barrido.

El fregado se hará con el método de doble cubo, utilizando la técnica de zigzag, comenzando por el perímetro del área que está pegada al zócalo o a la pared.

En las zonas más sucias se utilizará cepillo, siempre en húmedo.

En los pasillos se limpiará primero una mitad y después la otra, siguiendo el recorrido en zigzag, comenzando por el perímetro del área que está pegada al zócalo o pared.

Se señalarán siempre, con los medios que se estimen oportunos, las superficies mojadas.

Limpieza de paredes y techos

No será rutinaria, salvo que existan manchas visibles. La frecuencia dependerá del área a limpiar.

Procedimiento:

Se hará de forma horizontal, de izquierda a derecha o viceversa y siempre de arriba a abajo.

Pueden utilizarse métodos mecánicos, aprobados por la Unidad de Medicina Preventiva.

Limpieza de cristales

La frecuencia será establecida en el protocolo intracentro, según el área a limpiar y siempre teniendo en cuenta que no tengan manchas visibles.

Limpieza de ascensores

La limpieza consistirá en un mantenimiento continuo, con la frecuencia que se especifique en el protocolo intracentro, según las zonas.

Procedimiento:

La limpieza del suelo se hará con el método de doble cubo, ya descrita.

La limpieza de las paredes se hará con el paño azul impregnado en solución DD.



GUÍA DE LIMPIEZA

Limpieza de otras superficies

Las ventanas (marcos y cara interna de los cristales), repisas, estantes, pestillos de las puertas, mobiliario, útiles de oficina, ordenadores, etc. se limpiarán según lo especificado en el protocolo intracentro y siempre teniendo en cuenta los materiales de que están compuestos.

Las sillas de ruedas y camillas se limpiarán según lo especificado en el protocolo intracentro.

Las camas, cuando se utilicen para el traslado del paciente al área quirúrgica, deberán contar con un protocolo específico de limpieza.

Todas estas superficies, siempre que sea posible por su composición, se limpiarán con una bayeta (color azul) humedecida en el detergente y/o desinfectante, empleado en los cubos pequeños.

Las piscinas se limpiarán según el protocolo específico.

Las cocinas se limpiarán según el protocolo específico.

Limpieza y desinfección del material de trabajo

Todos los días al finalizar la limpieza de cada una de las áreas, el material de trabajo, se debe:

- Limpiar con agua y detergente y se desinfectará, manteniéndolo durante 15 minutos con una solución de lejía; en caso de usar un producto comercial, que deberá estar aprobado por la Unidad de Medicina Preventiva, es necesario seguir las instrucciones del fabricante.
- Enjuagar y aclarar.
- Posteriormente secar y almacenar.



GUÍA DE LIMPIEZA

1.2 PROTOCOLO DE PERIODICIDAD DE LA LIMPIEZA EN LAS DISTINTAS ÁREAS

Se dividirán en cuatro grandes bloques:

- **Anexo I:** Protocolo de periodicidad de la limpieza del área quirúrgica
- **Anexo II:** Protocolo de periodicidad en otras áreas de alto riesgo
- **Anexo III:** Protocolo de periodicidad en las áreas de medio riesgo
- **Anexo IV :** Protocolo de periodicidad en las áreas de bajo riesgo



GUÍA DE LIMPIEZA

ANEXO I

PROTOCOLO DE PERIODICIDAD DE LIMPIEZA EN EL ÁREA QUIRÚRGICA

	DIARIA			LIMPIEZAS GENERALES		
	MATUTINA	ENTRE INTERVENCIONES	FINAL DE JORNADA	Semanal	Quincenal	Mensual
Superficies	X*	X	X	X		
Suelo	X	X	X	X		
Área de lavado quirúrgico		X	X	X		
Paredes		**	**	X		
Aseos	X		X			X
Corredores	X		X	X		
Puertas de quirófanos			X	X		
Salidas de aire acondicionado				X***		X
Techos		**	**			X
Despachos/salas						X
Vestuarios	X		X			X
Habitación de estudio	X		X			X
Entrada	X		X			X

* Solo desinfección.

** Siempre que existan manchas visibles, o después de determinadas intervenciones que lo requieran

*** Limpieza exterior de las rejillas con paño húmedo, no obstante se tendrá en cuenta lo que figure en el protocolo de mantenimiento



ANEXO II

PROTOCOLO DE PERIODICIDAD DE LIMPIEZA EN OTRAS ÁREAS DE ALTO RIESGO

	MORNING			EVENING			GENERAL CLEANINGS		
	MAÑANA	TARDE	NOCHE	Semana	Quincenal	Mensual	Trimestral		
Superficies	X	X		X					
Suelo	X	X		X					
Paredes	*	*	*			X			
Abeos	X	X				X			
Ventanas				X					
Puertas ⁽¹⁾	X	X		X					
Salidas de aire acondicionado						X			
Techos	*	*	*				X		
Despachos/tales		X				X			
Vestuarios	X	X				X			
Habitación de sudor	X	X				X			
Entrada	X	X				X			

* Siempre que existan manchas visibles.
(1) Se limpiarán los pomos de las puertas o las áreas de las puertas que tengan más contacto con las manos.



GUÍA DE LIMPIEZA

ANEXO III

PROTOCOLO DE PERIODICIDAD DE LIMPIEZA EN LAS ÁREAS DE RIESGO MEDIO

	DIARIA				LIMPIEZAS GENERALES			
	MAÑANA	TARDE	NOCHE	DIARIA	Semanal	Quincenal	Mensual	Semestral
Superficies(1)	X						X	
Suelo	X						X	
Pasillos/ control de enfermería	X	X					X	
Paredes	*	*					X	
Asesor ⁽²⁾	X	X					X	
Ventanas							X	
Puertas y marcos ⁽³⁾						X		
Salidas de aire acondicionado							X	
Techos ⁽⁴⁾								X
Despachos/salas				X			X	
Habitación de sudio	X	X					X	
Salas de espera	X	X					X	

* Siempre que existan manchas visibles.
 (1) Imprescindible limpiar el entorno inmediato del paciente, tantas veces como sea necesario.
 (2) Mantenimiento continuo.
 (3) Se limpiarán diariamente los pormos de las puertas.
 (4) Aunque la limpieza general es semestral, se limpiarán según las necesidades.



GUÍA DE LIMPIEZA

ANEXO IV

PROTOCOLO DE PERIODICIDAD DE LIMPIEZA EN LAS ÁREAS DE BAJO RIESGO

	DIARIA				LIMPIEZAS GENERALES				
	MAÑANA	TARDE	NOCHE	DIARIA	Semanal	Quincenal	Mensual	Semestral	Anual
Superficies				X			X		
Suelo				X			X		
Pasillos/Escaleras/ Ascensores	X	X					X		
Paredes	*	*						X	
Aseos del personal	X	X							
Aseos públicos	X**	X**					X		
Ventanas							X		
Puertas y marcos							X		
Salidas de aire acondicionado							X		
Techos									X
Despachos/salas				X			X		
Vestuarios	X	X					X		
Habitación de suda	X	X					X		
Entradas inferiores	X (2 veces)	X (2 veces)					X		
Exteriores y superficies no cubiertas				X					
Canalizaciones e imbormales									X

* Siempre que existan manchas visibles
** Se realizará mantenimiento continuo, dejando constancia del momento de la limpieza



GUÍA DE LIMPIEZA

2. PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS

2.1 PROTOCOLO DE LIMPIEZA DE UNA HABITACIÓN OCUPADA

Limpieza de rutina

Regla general

La limpieza de las habitaciones se realizará después de la higiene de los pacientes

Preparación del material

- Preparar la solución respetando la dilución
- Disponer el material, teniendo en cuenta la zona limpia y sucia convenida, sobre el carro
- Utilizar los cubos en función de su código de color

Modo de operar

- Ventilar la habitación, si es posible
- Desplazar los elementos hacia su lugar de origen
- Quitar los residuos
- Valorar la utilización del desincrustador
- Proceder a realizar el barrido húmedo, según la técnica descrita
- Limpiar con el paño azul impregnado con la solución DD el entorno inmediato del paciente, siempre hacia la periferia y de arriba a abajo, siguiendo la siguiente secuencia:
 - Sistema de iluminación de la cabecera
 - La toma de oxígeno
 - La toma de aire
 - Las otras tomas
 - La cama, teniendo en cuenta la ergonomía y la higiene, primero una mitad y luego la otra
 - La mesilla y su adaptador
 - El timbre
 - El teléfono
 - El mando de la TV
 - Los interruptores
 - Las manillas de las puertas
 - Cualquier otro objeto que forme parte de la habitación

Al finalizar la limpieza de la habitación el paño de color azul deberá lavarse con la solución del cubo pequeño del mismo color.



GUÍA DE LIMPIEZA

■ Limpieza de servicios/aseos según la técnica descrita.

■ Proceder a realizar el fregado del suelo según la técnica de doble cubo descrita, iniciándolo en la habitación y finalizándolo en el servicio/aseo.

Esta limpieza se hará diariamente en el turno de mañana y cuando sea necesario, excepto la mesilla que se limpiará después de cada comida, siempre y cuando se produzcan derrames o manchas evidentes.

Limpieza terminal

1. Retirar todo el material utilizado que no es propio de la habitación.
2. Ventilar la habitación, si es posible.

Realizar una limpieza profunda que incluirá armarios, haciendo hincapié en el mobiliario de uso exclusivo del paciente.

2.2 PROTOCOLO DE LIMPIEZA DE UNA HABITACIÓN DE AISLAMIENTO

Limpieza de rutina

La limpieza se hará siguiendo el procedimiento descrito para una habitación ocupada, con las siguientes connotaciones específicas:

- El material de limpieza utilizado será de uso exclusivo de cada habitación, o en su defecto será desinfectado previamente a su reutilización
- La indumentaria será adecuada a cada tipo de aislamiento, de acuerdo con el protocolo específico

Deberán figurar por escrito las normas que hay que cumplir.

Limpieza terminal

El Servicio de Medicina Preventiva determinará en cada caso la necesidad de adoptar medidas excepcionales en función del aislamiento, así como en qué momento debe realizarse la limpieza (en primer lugar o en último), se mantiene como norma general la ya referida, con las siguientes salvedades:

- En la gran mayoría de los casos no se precisa mantener la habitación cerrada antes de limpiarla
- Si la habitación cuenta con un sistema de ventilación propio, debe mantenerse funcionando mientras realiza la limpieza, evitando abrir ventanas y puertas; en caso de no disponer de él, se procederá a la ventilación de la habitación con la puerta cerrada
- No se requiere un tiempo de espera mayor al rutinario tras la finalización de la limpieza para ocupar de nuevo la habitación, es decir hasta que todas las superficies estén bien secas
- Al finalizar la limpieza, se procederá a la desinfección individualizada de todo el material de limpieza utilizado en ella.



GUÍA DE LIMPIEZA

2.3 PROTOCOLO DE LIMPIEZA DEL ÁREA QUIRÚRGICA

El área quirúrgica, en cuanto a la limpieza, se divide en dos zonas:

■ **Zona LIMPIA:**

- Salas de operaciones
- Área de lavado quirúrgico
- Pasillo limpio
- Aquellas especificadas en el protocolo intracentro

■ **Zona SUCIA:**

- Locales anejos
- Pasillo sucio
- Aquellas especificadas en el protocolo intracentro

Material

Existirá siempre un material para la zona limpia y otro para la zona sucia.

El material es el mismo que el descrito en el sistema general de limpieza, con la salvedad hecha anteriormente.

Personal

En este protocolo se definen criterios generales, independientemente del personal que los tenga que realizar.

El personal de limpieza será específico para esta área y seguirá las mismas normas que el personal sanitario en lo que se refiere a la vestimenta y aseo personal.

Como está descrito en este protocolo la situación ideal es tener asignada una persona para la limpieza de la zona limpia y otra para la zona sucia. De no ser posible lograr esta situación, se extremarán las precauciones de vestimenta, lavado de manos, etc.

Regla general

En el área quirúrgica y en aquellas otras enumeradas como de alto riesgo, se hará en primer lugar una limpieza con solución detergente y luego la desinfección con solución desinfectante.

Tipos de limpieza

■ **Limpieza matutina:** en esta área, antes de la primera intervención matutina, como ya debió quedar preparada con la limpieza terminal el día anterior, se realizará sólo desinfección, teniendo en cuenta que no se haya utilizado durante la noche.

En las salas de operaciones se finalizará 30 minutos antes del inicio de la programación diaria de las intervenciones quirúrgicas.



GUÍA DE LIMPIEZA

Procedimiento:

Con el paño azul impregnado en la solución desinfectante, realizar la desinfección siguiendo la secuencia siguiente:

- Suspensión de la lámpara cialítica y limpieza de la misma
- Mesa de operaciones y zócalo
- Todas las superficies donde se vaya a colocar material
- El suelo se friega siguiendo el método de doble cubo ya descrito con la fregona de la zona limpia. En este caso se recomiendan poner en el cubo azul agua+ desinfectante solamente, y en el cubo rojo sólo agua.
- Dejar secar.

■ **Limpieza entre intervenciones:** se realizará entre intervenciones quirúrgicas. Comprende las salas de operaciones y las áreas de lavado quirúrgico.

Procedimiento en las salas de operación:

Una vez que el personal asignado haya retirado todo el material por la zona sucia, entra la limpadora de esta zona y procede a:

- Recogida de residuos, quitándolos por la misma zona
- Barrido húmedo con gasa o muselina, si es de un solo uso se tirará, en caso contrario, no se podrá volver a utilizar en otro local mientras no haya sido desinfectada
- Limpiar con el paño azul impregnado en solución detergente todas las superficies próximas al campo operatorio que se hayan utilizado en la intervención, así como las paredes si existen manchas visibles. Seguir la secuencia siguiente:
 - Lámpara cialítica (valorarla), siempre si tiene manchas visibles
 - Mesa de operaciones
 - Accesorios de la mesa
 - Instrumentos de control fijados a ella
 - El cable de la placa do bisturí eléctrico
 - La mesa de instrumental
 - Las superficies horizontales
 - Las sillas
 - Los cubos de residuos
 - Todas las superficies próximas al campo operatorio
 - Las paredes se limpiarán si existen manchas visibles
- Fregado del suelo con el método de doble cubo asignado para la zona sucia



GUÍA DE LIMPIEZA

La limpiadora de la zona limpia entra por esta zona y procede a realizar la etapa de desinfección propiamente dicha:

- Limpiar con otro paño azul impregnado en solución desinfectante todas las superficies, siguiendo la secuencia descrita anteriormente
- Fregado, con la fregona de la zona limpia, mojada y escurrida moderadamente (en el cubo rojo) en desinfectante, sin aclarar, ni secar
- Dejar secar todas las superficies.

Procedimiento en las áreas de lavado quirúrgico después de que hayan sido utilizadas:

La limpiadora de la zona de sucio seguirá la siguiente frecuencia:

- Tirar los cepillos
- Limpiar el lavabo y la grifería con el paño amarillo impregnado en solución DD
- Dejar secar.

■ **Limpieza terminal:** se realiza al final de la programación diaria de intervenciones, la limpieza deberá hacerse en profundidad, moviendo todas las estructuras.

Procedimiento:

Una vez que el personal asignado retiró todo el material por la zona sucia, de manera que todas las superficies queden libres de cualquier objeto, la limpiadora de la zona de sucio, equipada con el material de limpieza de dicha zona, entra por ésta y procede a la:

- Recogida de residuos y basura
- Barrido húmedo del suelo
- Limpieza de todas las superficies (centro y periferia) con el paño azul impregnado con la solución detergente. Se seguirá la secuencia descrita para la limpieza entre intervenciones
- Fregado del área central del quirófano por el método de doble cubo ya descrito
- Desplazamiento de las estructuras de las periferias hacia el centro
- Barrido húmedo de las periferias
- Fregado de las periferias por el método del doble cubo ya descrito
- Desplazamiento de las estructuras móviles hacia la periferia sin arrimarias a las paredes

Entra la limpiadora de la zona de limpio, equipada con el material de dicha zona y procede a:

- Fregado, con la fregona mojada y escurrida en desinfectante, sin aclarar ni secar, por la zona de las periferias
- Limpiar, con el paño azul impregnado en solución desinfectante, las estructuras que se desplazaron y demás superficies
- Dejar secar



GUÍA DE LIMPIEZA

■ **Movilizar** las estructuras hacia las paredes

■ **Fregado** con la fregona mojada y escurrida en desinfectante, sin aclarar ni secar, por el resto de la estancia

■ **Limpieza general:** se realizará siguiendo lo descrito para la limpieza terminal, desmontando las estructuras, limpiando techos y aspirando el polvo de las rejillas del aire acondicionado con aspiradores donde el polvo aspirado impacte en el agua o con paño humedecido.

Mantenimiento del material y cuidados personales

Finalizada la jornada de trabajo en cada turno, se someterán todos los utensilios a un proceso de lavado y desinfección con una solución D.D., dejándola actuar durante 15 minutos. Se secarán los útiles para utilizarlos en el turno siguiente.

Es necesario que exista un equipo de repuesto de limpieza, uno para la zona limpia y otro para la zona sucia, ya que puede ser necesario efectuar la limpieza en varios quirófanos a la vez y que el equipo usado anteriormente aún no esté desinfectado.

El material de las distintas zonas, así como las fregonas, deben estar perfectamente rotuladas, asignándolas a las zonas limpias o sucias.

Este material permanecerá almacenado en las habitaciones de limpieza que a su vez estarán en perfecto estado de limpieza.

2.4 PROTOCOLO DE LIMPIEZA EN OTRAS ÁREAS DE ALTO RIESGO

La limpieza no variará de la ya descrita en la técnica general con anterioridad, pero se tendrá en cuenta que en estas zonas la frecuencia será mayor, como mínimo una vez por turno (mañana y tarde) y/o cuando sea requerido por la supervisora.



3. INFORMACIÓN SOBRE PRODUCTOS DE LIMPIEZA

■ Los productos de limpieza que se utilicen deben estar autorizados por la Unidad de Medicina Preventiva o por la unidad encargada por la gerencia. Estas unidades dispondrán de un dossier completo de cada uno de los productos.

■ Las instrucciones dadas por el fabricante y por Medicina Preventiva deben respetarse al máximo.

Detergentes:

El producto en el que su composición fue especialmente estudiada para colaborar al desarrollo de fenómenos de detergencia y que se basa en los componentes esenciales (agentes tensoactivos) y generalmente en componentes complementarios (coadyuvantes, reforzantes, etc.).

La molécula de los detergentes consta de una parte hidrófila y una lipófila, esta última parte clasifica los diferentes detergentes en:

■ **Detergentes aniónicos:** el grupo liposoluble está formado por un ácido orgánico. La capacidad antiséptica de estos detergentes es baja, pero no produce selección de gérmenes. Lauril sulfato sódico, sulfato de alquil poli-oxietileno, dioc-tilsulfosuccinato sódico

■ Son compatibles con la lejía.

■ **Detergentes catiónicos:** su grupo liposoluble está formado por una base. La capacidad antiséptica es más alta. Amonio cuaternario

■ Son incompatibles con la lejía.

■ **Detergentes no iónicos:** son aquellos que actúan como catiónicos o aniónicos dependiendo del medio en el que se encuentren.

Resultan de la combinación de un alcohol de peso molecular elevado o una amina de peso molecular elevado con óxido de etileno. Tienen la ventaja de que su acción se produce sin excesiva cantidad de espuma y además su degradación biológica es fácil.

■ Son compatibles con la lejía.

Desinfectantes:

Substancias usadas sobre objetos inanimados que destruyen los microorganismos nocivos o inhiben su actividad.



GUÍA DE LIMPIEZA

Tipos de desinfectantes:

1. Compuestos halogenados: se utilizan en la desinfección de rutina de superficies (suelos, pavimentos, baños, superficies no metálicas), cuñas, botellas y contenedores. Desinfectante de líquidos, secreciones y excrementos contaminados. La presentación habitual es en forma de cloro: hipoclorito sódico (lejía) y cálcico.

Lejía: Soluciones de hipoclorito alcalino, tal y como se producen en la industria, incluyen o no los aditivos necesarios para su puesta en el mercado, siendo su contenido en cloro activo no inferior a 35 g/l, ni superior a 100 g/l.

En función de su contenido en cloro activo, se clasifican en:

Lejía: aquella con un contenido en cloro activo no inferior a 35 g/l ni superior a 60 g/l

Lejía concentrada: aquella con un contenido en cloro activo no inferior a 60 g/l ni superior a 100 g/l

En el hospital debería usarse la primera, tiene menos riesgos su manipulación y la concentración en hipoclorito es suficiente para realizar las diluciones que procedan.

La dilución de uso varía entre 1:10 (9 litros de agua y 1 de lejía) para zonas de alto riesgo y 1:50 (9,8 litros de agua y 200 ml de lejía) para zonas de riesgo medio, partiendo de una lejía de concentración 40 g/l.

Se inactiva en presencia de materia orgánica, por luz solar (debe envasarse en recipientes opacos), a temperatura alta (no debe usarse con agua caliente) y el pH ácido. Corroe el níquel, hierro, acero cromado y otros metales oxidables. Escaso efecto residual. Es de acción rápida y barato. Tiene escasa actividad frente a mycobacterias y esporas.

Incompatibles con ácidos, derivados catiónicos y productos liberadores de oxígeno activo.

2. Fenoles: cresoles, ortofenilfenol, ortobencilfenol, triclosan.

Los derivados metilados del fenol son los cresoles, de los que existen los tres derivados: orto, meta y para. Son poco solubles en agua, pero unidos a jabones y lejías se obtienen emulsiones densas y estables.

Se utilizan en la desinfección de objetos inanimados, superficies y ambiente a la concentración del 1 al 5%. Son activos frente a bacterias Gram (-) y menos frente a las Gram (+) y hongos. Acción rápida en 10 o 15 minutos.

Son tóxicos y corrosivos pudiendo alterar la lana, algodón, tejidos sintéticos, níquel, zinc y cobre.

Incompatibles con derivados catiónicos y algunos no iónicos.

No deben ser aplicados a superficies donde se preparen alimentos. No deben ser utilizados en Neonatología. Categoría A, grado III.



GUÍA DE LIMPIEZA

3. Aldehidos:

habitualmente se usan dos: glutaraldehído y formaldehído.

Son agentes desinfectantes de alto nivel y esterilizantes. Como principal inconveniente está su elevada toxicidad siendo potencialmente cancerígenos. Sólo actúan cuando el pH es alcalino. Su acción se interfiere escasamente por la presencia de materia orgánica.

■ El formaldehído se utiliza en solución acuosa al 40% (formalina) para la desinfección de superficies, solo o asociado a otras moléculas. Su uso es muy poco habitual.

No debe mezclarse con desinfectantes que posean yodo, ya que pueden formar potentes carcinógenos. Es el desinfectante de elección en instrumentos de hemodiálisis reutilizables.

■ El glutaraldehído, la presentación más usual del cual es como solución acuosa al 2% para la desinfección de objetos sensibles al calor. En spray se puede utilizar para desinfectar cabinas, cámaras frigoríficas y otros habitáculos que se supongan contaminados con hongos o esporas. Buena actividad frente a mycobacterias.

Tanto el formaldehído como el glutaraldehído, debido a su elevada toxicidad, debe restringirse su uso a aquellas zonas en las que se considere imprescindible y que cumplan las medidas de protección establecidas.

4. Alcoholes:

máxima actividad entre 60º y 80º. La concentración óptima es del 70%. Sólo actúan en superficies limpias. No tienen acción residual. Puede dañar el cemento de equipos ópticos y los aparatos de goma o plástico si el contacto es prolongado. Es inflamable. Y utilizado como disolvente para desinfectantes no volátiles como clorhexidina o iodóforos.

5. Detergentes sintéticos

que tienen poder desinfectante:

■ Detergentes aniónicos tales como los alquilbencenosulfonato de sodio

■ Detergentes catiónicos como los compuestos de amonio cuaternario.

Regla general

Es conveniente tener un protocolo de rotación de agentes desinfectantes, para evitar la formación de cepas resistentes, de acuerdo con las instrucciones de la Unidad de Medicina Preventiva.



ANEXO 3 – MEMORIAS DE CÁLCULO PROYECTOS 1972 Y 1989



PROYECTO DE NUEVO SANATORIO "SAN ELOY" EN BARACALDO

MEMORIA DE CALCULO

Se refiere esta memoria de cálculo a la estructura portante del nuevo Sanatorio "San Eloy", situado en Baracaldo.

Para el cálculo de esta estructura se han tenido en cuenta las normas actualmente vigentes. Para la determinación de cargas verticales y acción del viento la Norma MV-101-1962, para el cálculo de estructura metálica la Norma EM-82 así como las MV-102-1964 y MV-104-1966, para el cálculo y armado de secciones de hormigón la Instrucción E.M.-1968.

En particular las acciones consideradas han sido las siguientes:

Con carga de cubiertas:	630 Kgs/m ² .
Con carga de pisos:	430 Kgs/m ² .
Sobrecarga de cubierta/	100 Kgs/m ² .
Sobrecarga de uso:	
Zonas de dormitorios:	200 Kgs/m ² .
Zonas publicas, escaleras accesos:	300 Kgs/m ² .
Quirófanos, Rayos X etc:	500 Kgs/m ² .
Sobrecargas de tabiquería:	100 Kgs/m ² .

Las cargas lineales consideradas han sido las siguientes:



Fachadas 1.200 Kgs/ml.
Balcones y terrazas en los bordes: 200 Kgs/ml.

Para la reducción de sobrecargas se ha aplicado el artículo 3.7 de la Norma M.V. -101.

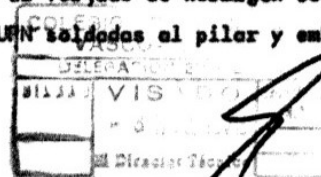
Para 1, 2, 3 pisos	Reducción 0 %
Para 4 pisos	Reducción 10 %
Para 5 pisos	Reducción 20 %
6 pisos ó mas	Reducción 30 %

Para la acción del viento se ha considerado una presión dinámica - de 75 Kgs/m². en la superficie expuesta, contando con el coeficiente -- eólico total sobre el edificio de 1,2.

La estructura se ha resuelto a base de forjados de tipo losa alige rado de hormigón armado. Para su cálculo se ha seguido la Instrucción - E.M.-68 habiendose previsto un hormigón de 225 Kgs/cm². de resistencia característica en probete cilíndrica a 28 días y un acero en redondos - para armar de límite elástico igual o superior a 5.000 Kgs/cm².

Los pilares estan previstos en perfiles metálicos de acero laminado de tipo A-37 b en calidad soldable.

La unión de los pilares metálicos al forjado de hormigón se ha resuelto a base de crucetas de perfiles UFN soldados al pilar y embebidas en el forjado.



Madrid, diciembre de 1971

LOS ARQUITECTOS,



MEMORIA DE CALCULO



REFORMA Y AMPLIACION DEL HOSPITAL SAN ELOY

2.- MEMORIA DE CALCULO

Normativa considerada (entre otras).

- 1.- M.V. 101 Acciones en la Edificación.
- M.V. 102 Acero laminado para estructuras de la Edificación.
- M.V. 103 Cálculo de Estructuras Metálicas.
- M.V. 104 Ejecución de Estructuras de Acero Laminado.
- M.V. 105 Roblones de acero.
- M.V. 106 Tornillos ordinarios y calibrados para estructuras de acero.
- M.V. 107 Tornillos de alta resistencia para estructuras de acero.

- TIPO DE ACERO AE-42. Tensión admisible = 1.730 kg/cm².

- LIMITACION DE FLECHA = 1/500

- Se ha tenido en cuenta el pandeo.

- COEFICIENTE DE SEGURIDAD = 1,5

- LAS SOLDADURAS, se realizarán por soldadores de 1ª homologados y utilizarán procedimientos de soldeo homologado.

Una vez realizada la obra se realizarán ensayos de calidad a base de radiografías y pruebas con líquidos de penetración.

Todos los cálculos están hechos para una sobrecarga de uso de 300 kg/m².

2.- EH - 82.

- | | |
|------------------------|-----------|
| - Tipo de cemento: | P - 350 |
| - Arido : | Machacado |
| - Tamaño máximo árido: | 20 mm. |



- Dosificación:	Kg. cemento	330
	Kg. grava	1.310
	kg. arena	655
	L. agua	180
- Consistencia:		PLASTICA
- Compactación:		VIBRADO
- Asiento del Cono de Abrams:		3 - 5 cm.
- Rck 7 días kg/cm2.:		114,1
- Rck 28 días kg/cm2.:		175
- Armadura:	acero	AE 42 F
	R y K kg/cm2.	4.200
- Control H. Nivel:		NORMAL
	Probetas:	CILINDRICA
	Edad de rotura:	28 días.
	1 ensayo en losa de	
	escalera, nº de pro-	
	betas:	6
- Control del Acero:		NORMAL

3.- ACCIONES DE LA EDIFICACION

ACCION GRAVITATORIA.

- FORJADOS:	. peso propio.....	320 kg/m2.	
	. solado.....	100 kg/m2.	
	. S. uso.....	300 kg/m2.	} quiciojano 750 kg/m2 radiología 750
	. S. tabiquería.....	50 kg/m2.	
	TOTAL.....	770 kg/m2.	



- FORJADO CUBIERTA:

.peso propio.....	320 kg/m2.
.elementos de cober- tura.....	100 kg/m2.
.sobrecarga de uso...	300 kg/m2.
.NIEVE Y VIENTO.....	50 kg/m2.
<hr/>	
TOTAL.....	770 kg/m2.
=====	

- LOSA DE ESCALERA:

. peso propio.....	310 kg/m2.
. solado.....	70 kg/m2.
. uso.....	300 kg/m2.
<hr/>	
TOTAL.....	680 kg/m2.
=====	

- ACCION DE VIENTO: No se ha considerado.

- ACCION TERMICA: Como puede apreciarse en las especificaciones de presupuesto y planos, este proyecto contempla la acción térmica y en consecuencia se proyecta la junta de dilatación y las juntas de movimiento en taboquerias.

- ACCION REOLOGICA: No se ha considerado.

- ACCION SISMICA: No se ha considerado.

- CARACTERISTICAS DEL TERRENO:

. Arcilloso duro: Presión admisible = 3 kg/cm2.

- CALCULO DE ESTRUCTURA:

Las soluciones estructurales elegidas, han sido:

. Estructura metálica a base de perfiles laminados, según especificaciones de Memoria gráfica y presupuesto.



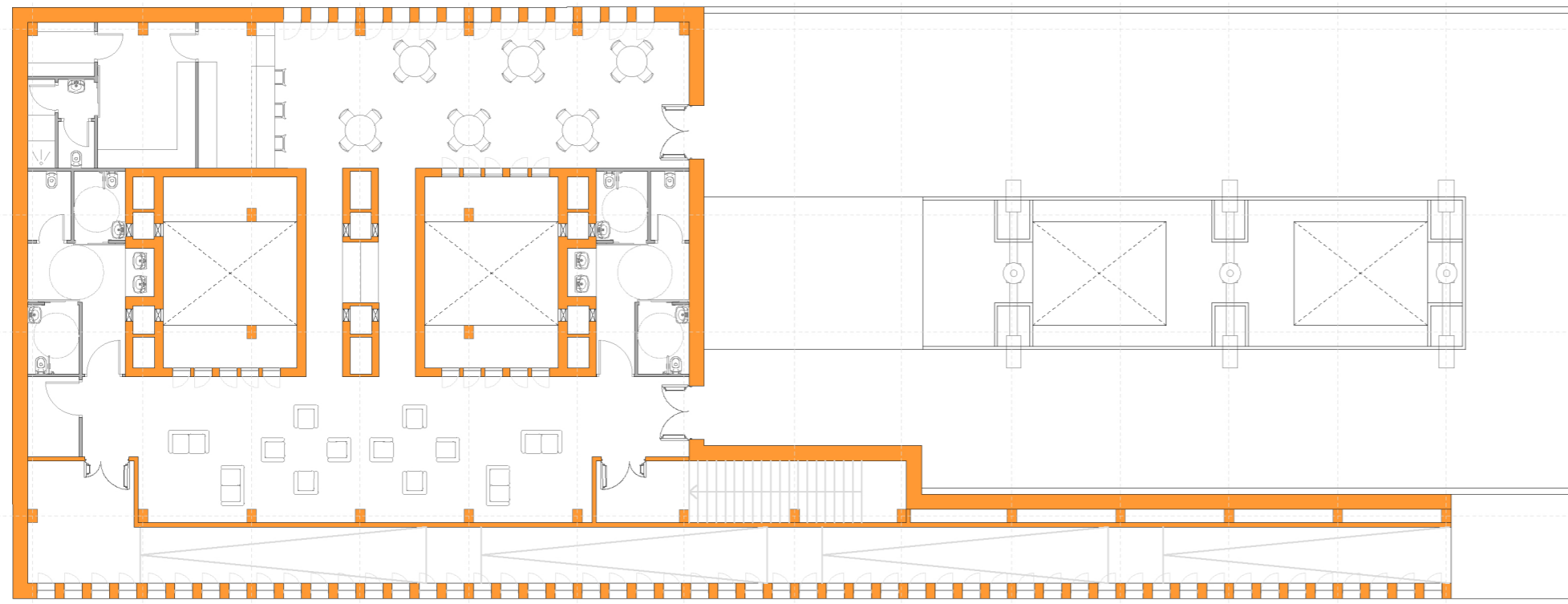
. Losas de hormigón armado alveolado en forjados y pórticos de H.A. según especificaciones de Memoria gráfica y presupuesto.

MEDIDAS DE SEGURIDAD

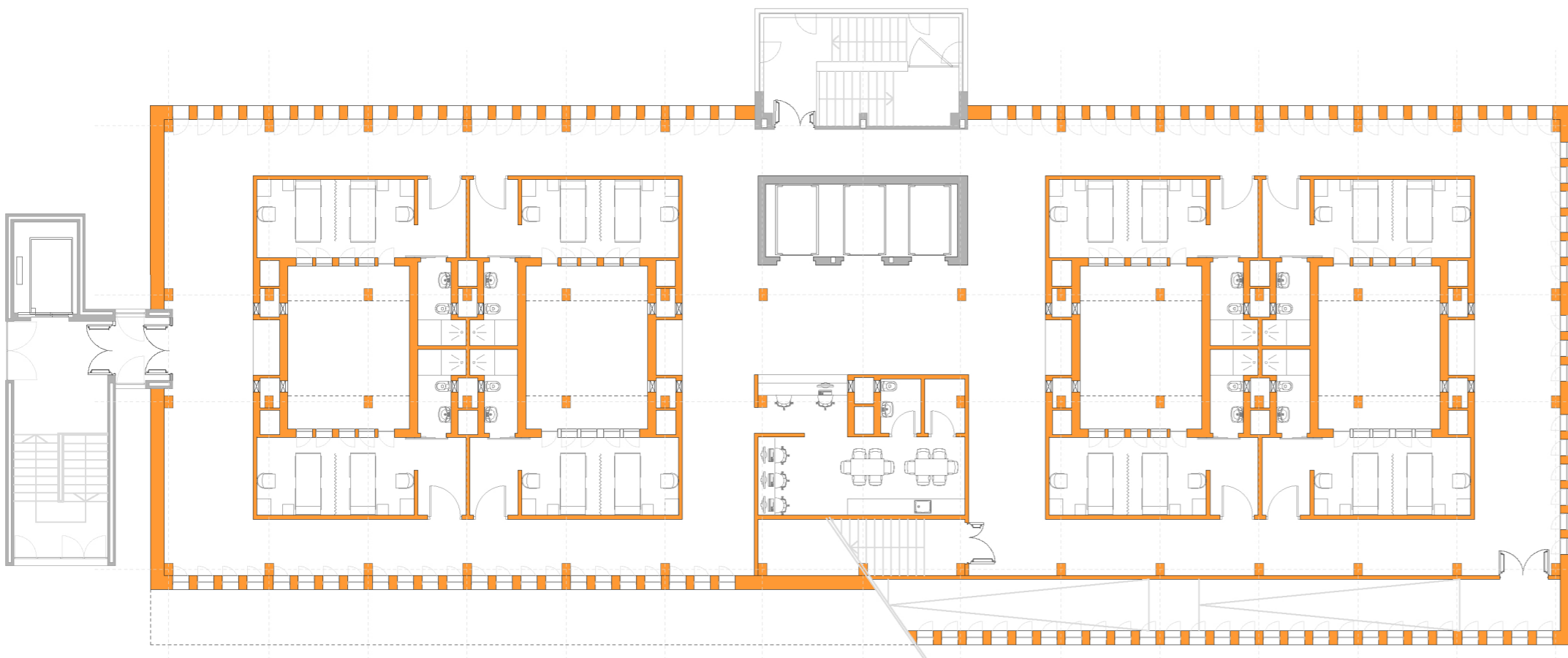
Se tomarán las medidas en materia de seguridad, oportunas en función de la legislación vigente.



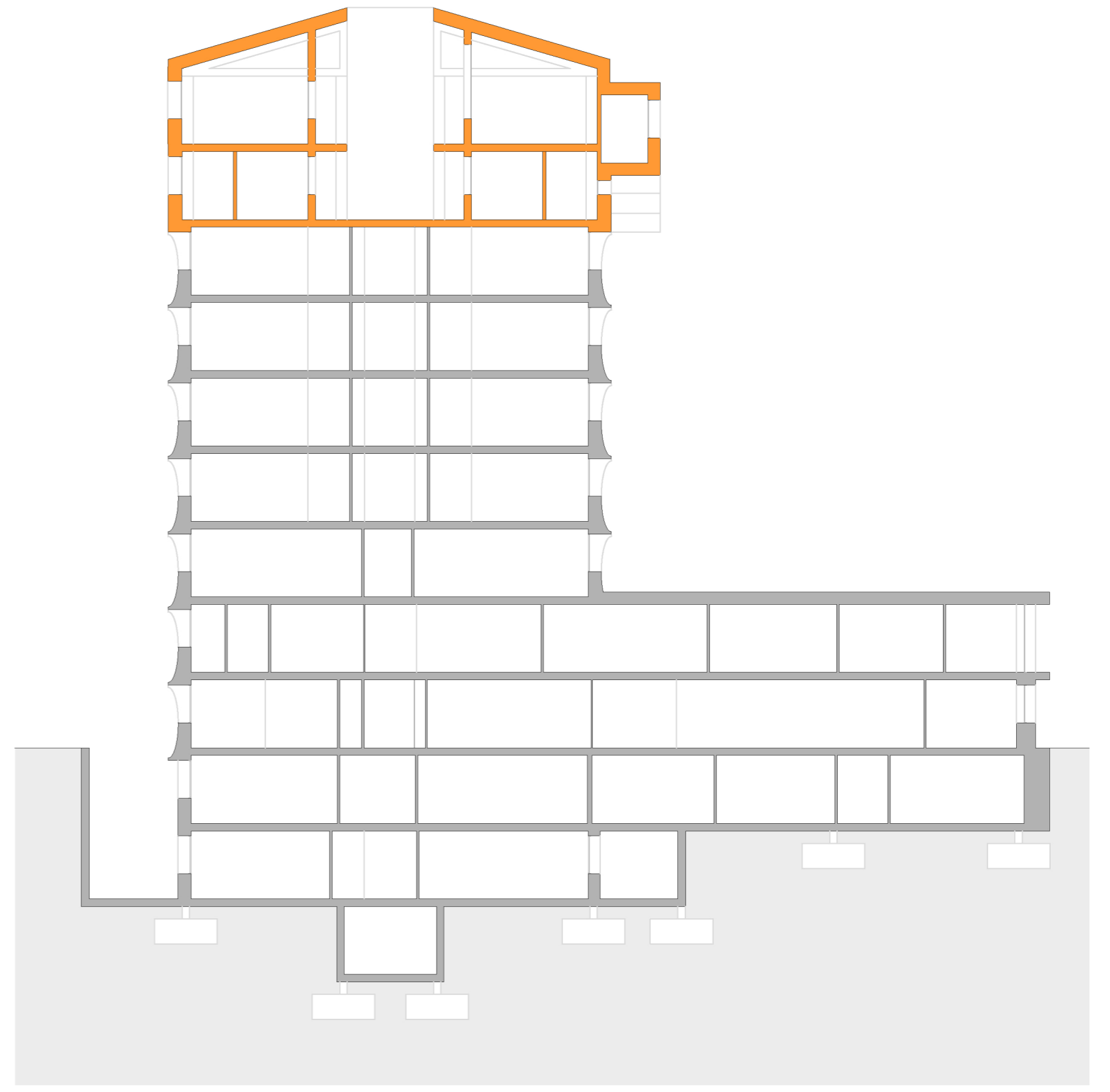
ANEXO 4 – DOCUMENTACIÓN GRÁFICA



PLANTA +2



PLANTA +1



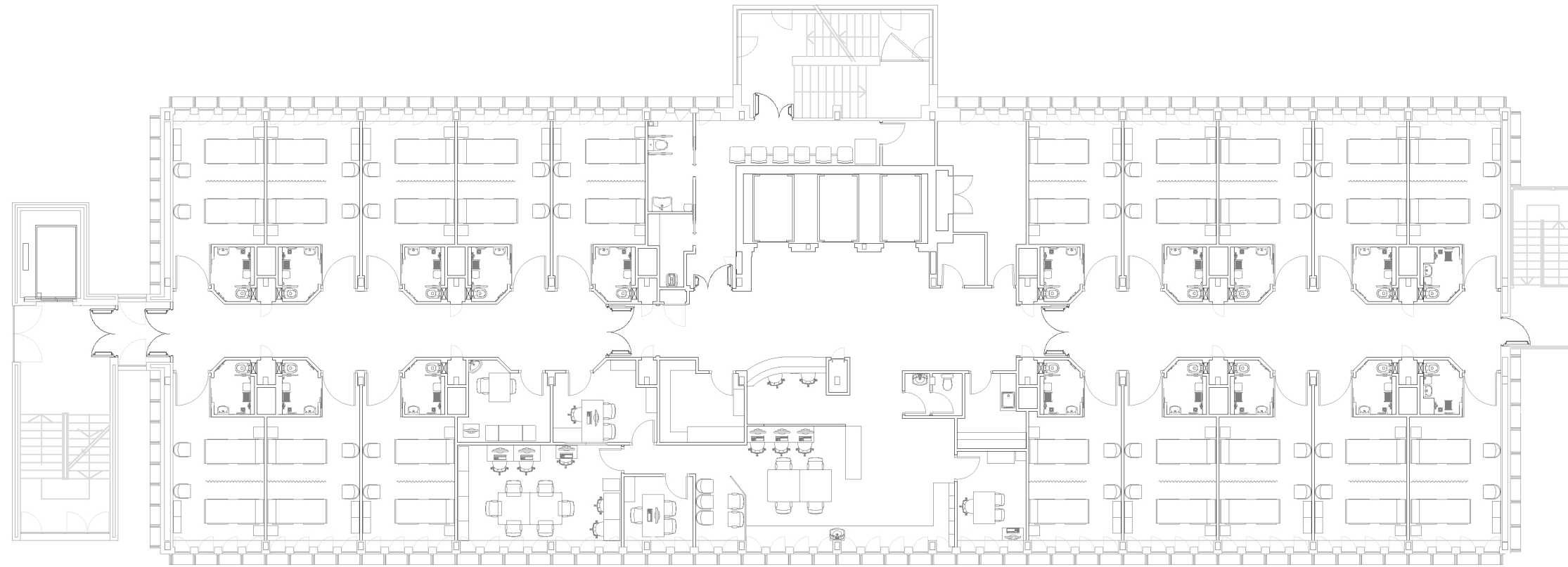
SECCIÓN TRANSVERSAL

PROPUESTA - E : 1/200

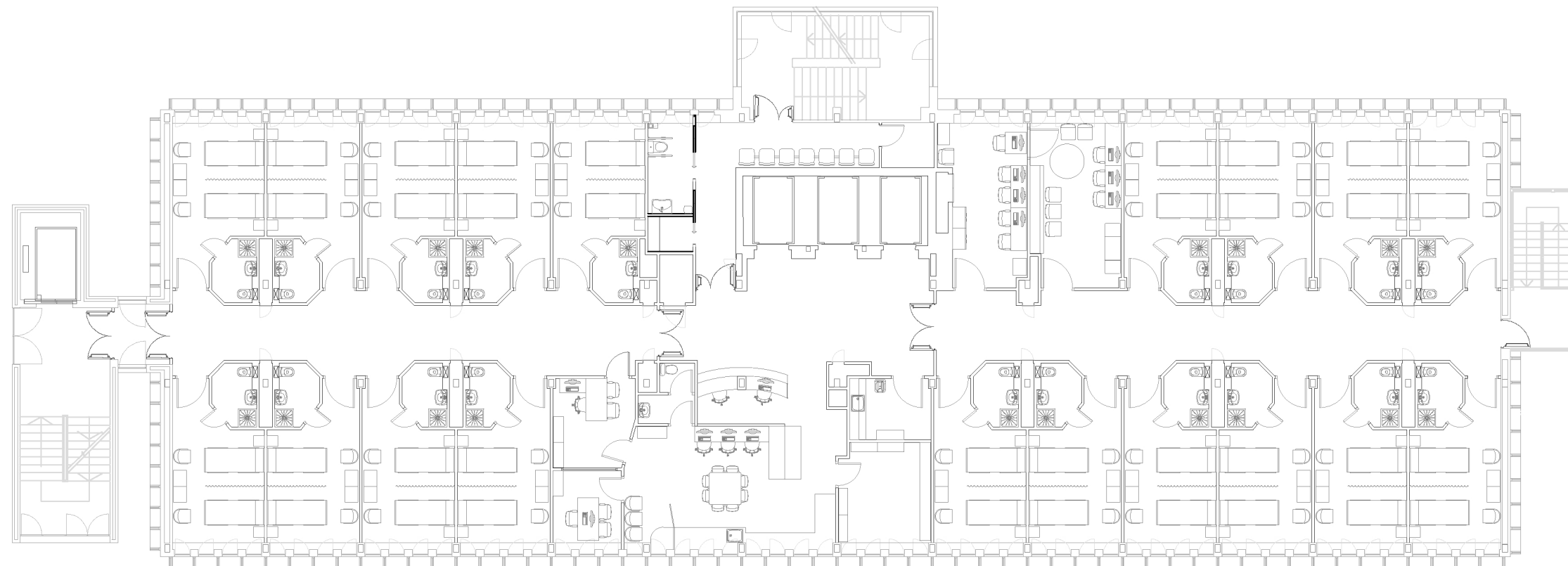
¿Y por qué no construimos hospitales de madera?
AUTORA: Olatz Izagirre Iturregi
TUTORES: Maite Crespo de Antonia, Rafa Zuza Elozegi



MASTER EN ESTRUCTURAS,
CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO
EN MADERA



PLANTA 6



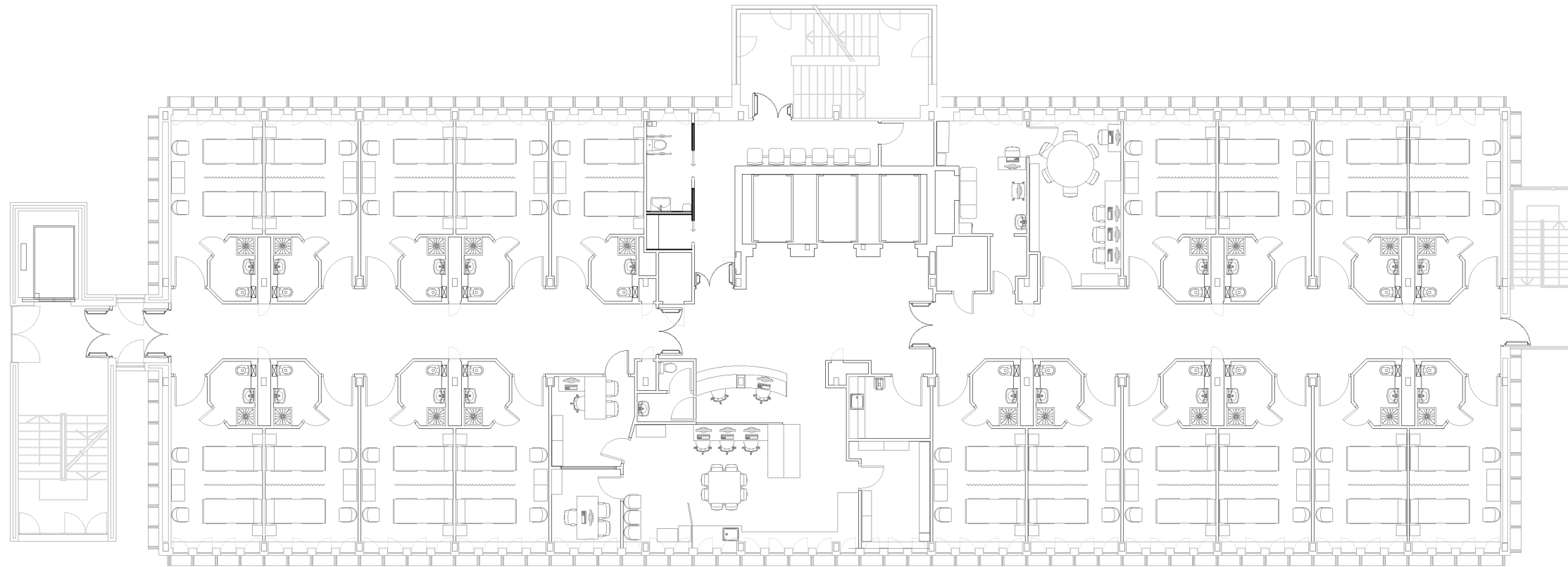
PLANTA 5

ESTADO ACTUAL - E : 1/200

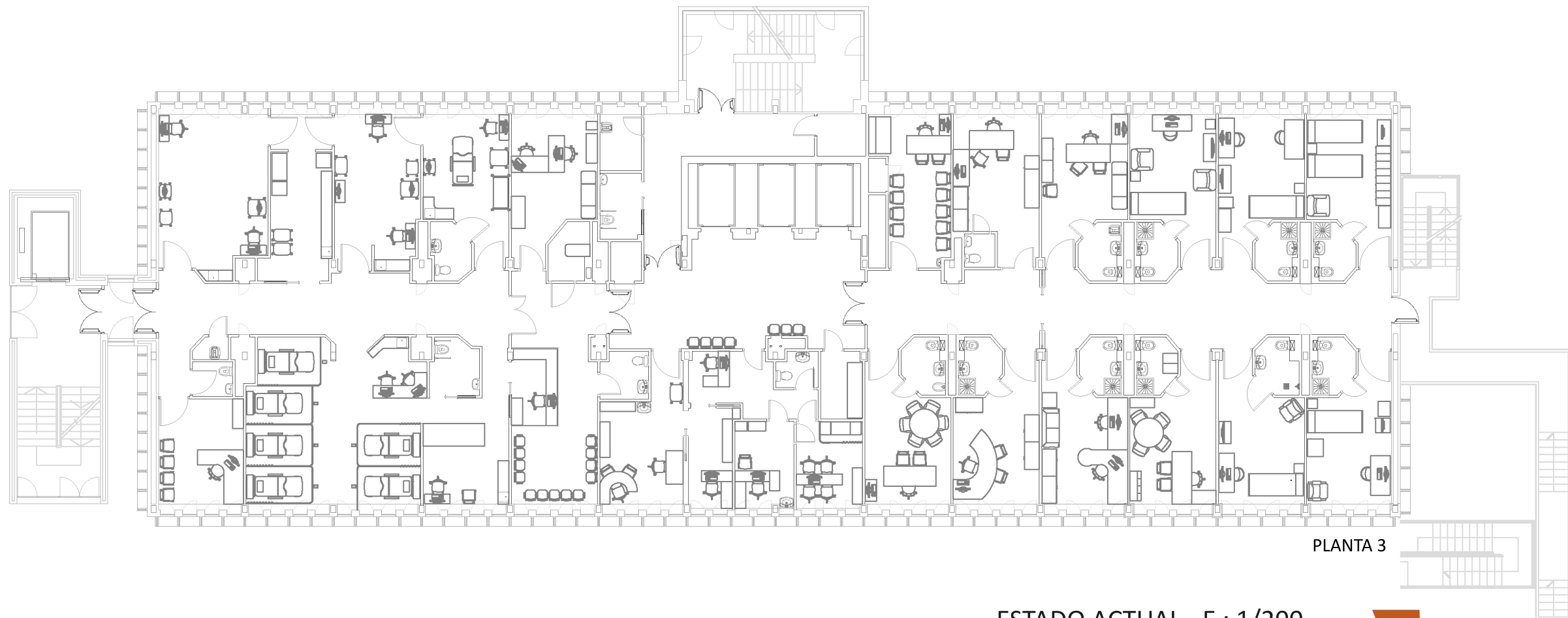
¿Y por qué no construimos hospitales de madera?
AUTORA: Olatz Izagirre Iturregi
TUTORES: Maite Crespo de Antonia, Rafa Zuza Elozegi



MASTER EN ESTRUCTURAS,
CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO
EN MADERA



PLANTA 4



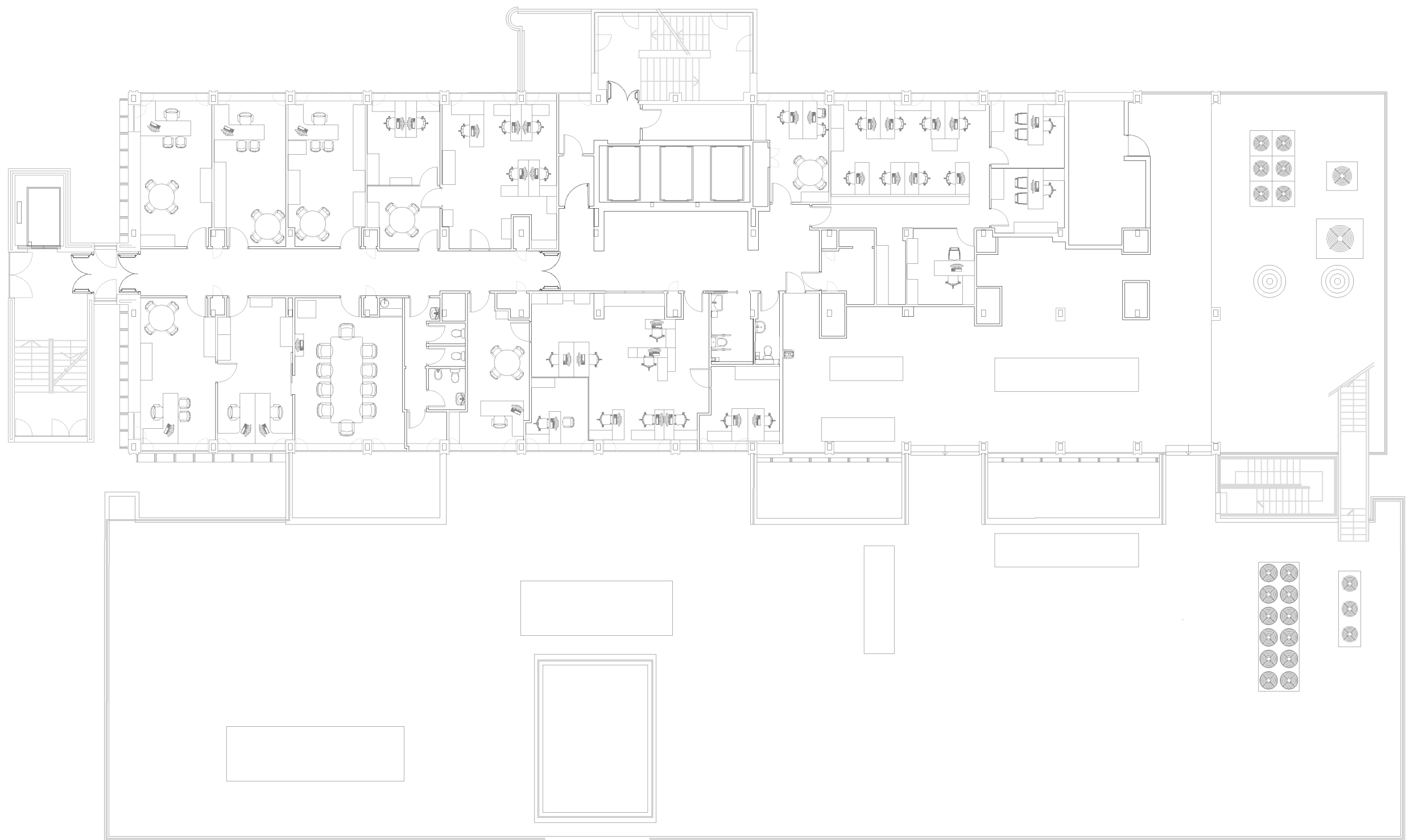
PLANTA 3

ESTADO ACTUAL - E : 1/200

¿Y por qué no construimos hospitales de madera?
AUTORA: Olatz Izagirre Iturregi
TUTORES: Maite Crespo de Antonia, Rafa Zuza Elozegi



MASTER EN ESTRUCTURAS,
CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO
EN MADERA



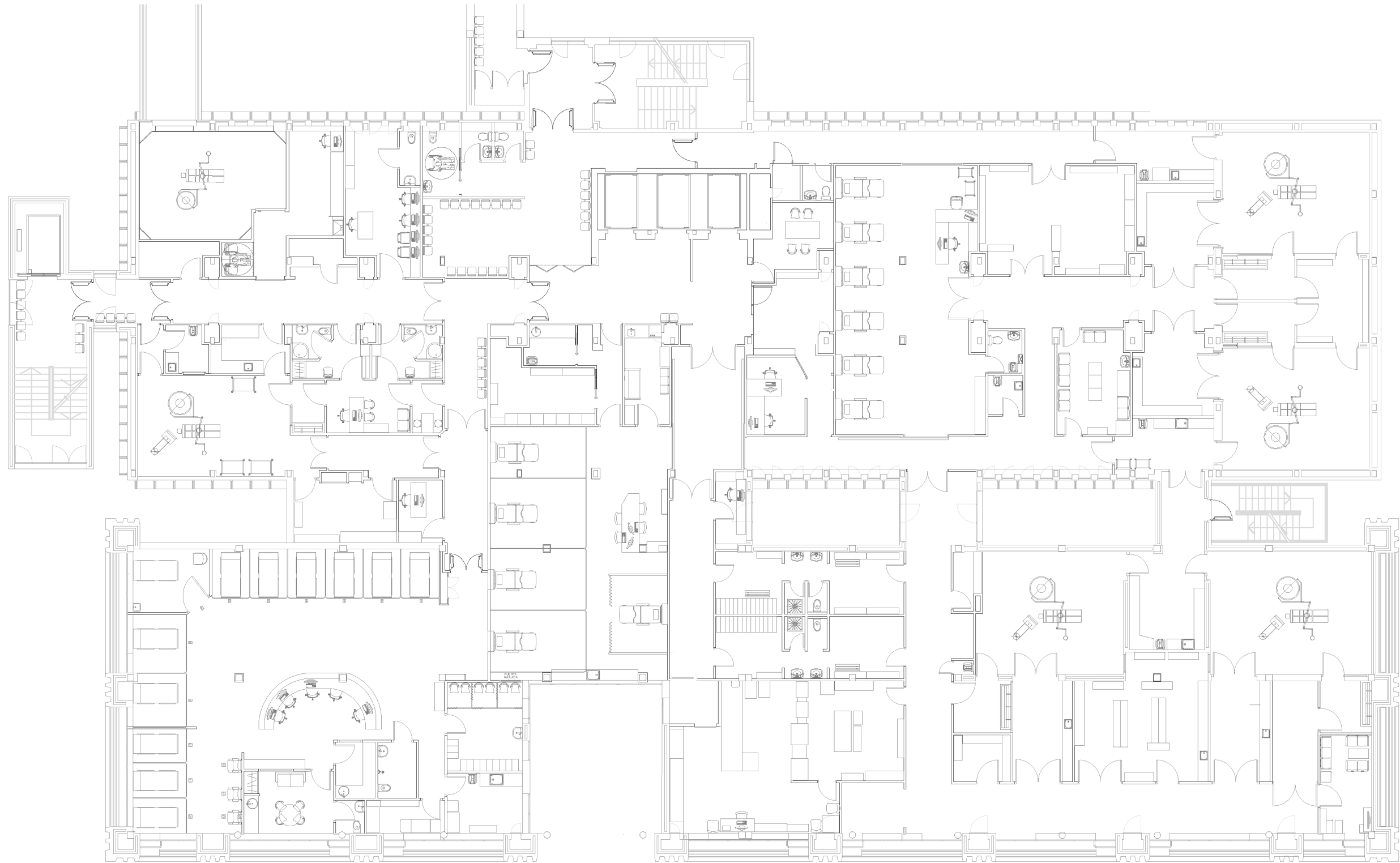
PLANTA 2

ESTADO ACTUAL - E : 1/200

¿Y por qué no construimos hospitales de madera?
AUTORA: Olatz Izagirre Iturregi
TUTORES: Maite Crespo de Antonia, Rafa Zuza Elozegi



MASTER EN ESTRUCTURAS,
CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO
EN MADERA



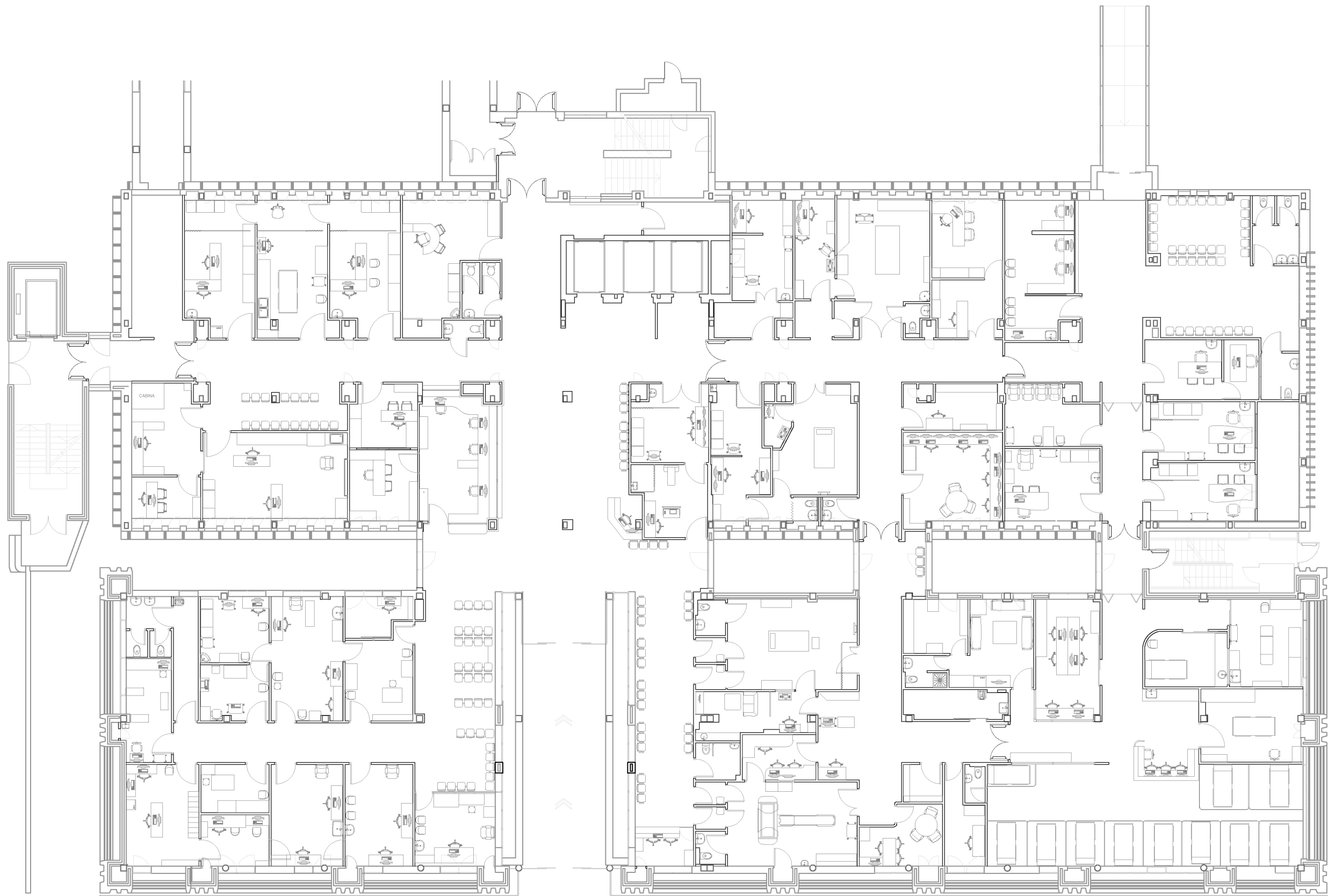
PLANTA 1

ESTADO ACTUAL - E : 1/200

¿Y por qué no construimos hospitales de madera?
AUTORA: Olatz Izagirre Iturregi
TUTORES: Maite Crespo de Antonia, Rafa Zuza Elozegi



MASTER EN ESTRUCTURAS,
CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO
EN MADERA



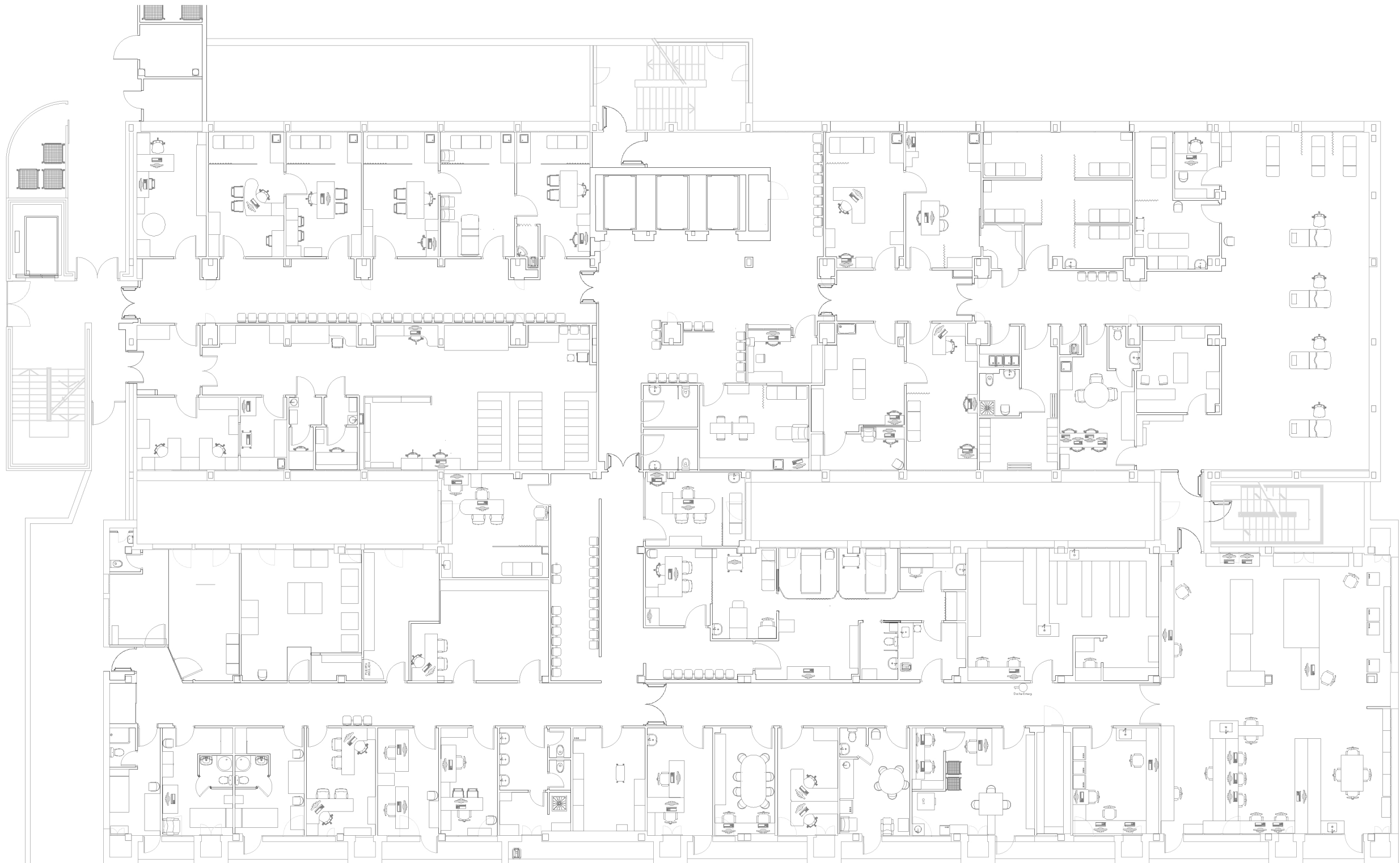
PLANTA 0

ESTADO ACTUAL - E : 1/200

¿Y por qué no construimos hospitales de madera?
AUTORA: Olatz Izagirre Iturregi
TUTORES: Maite Crespo de Antonia, Rafa Zuza Elozegi



MASTER EN ESTRUCTURAS,
CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO
EN MADERA



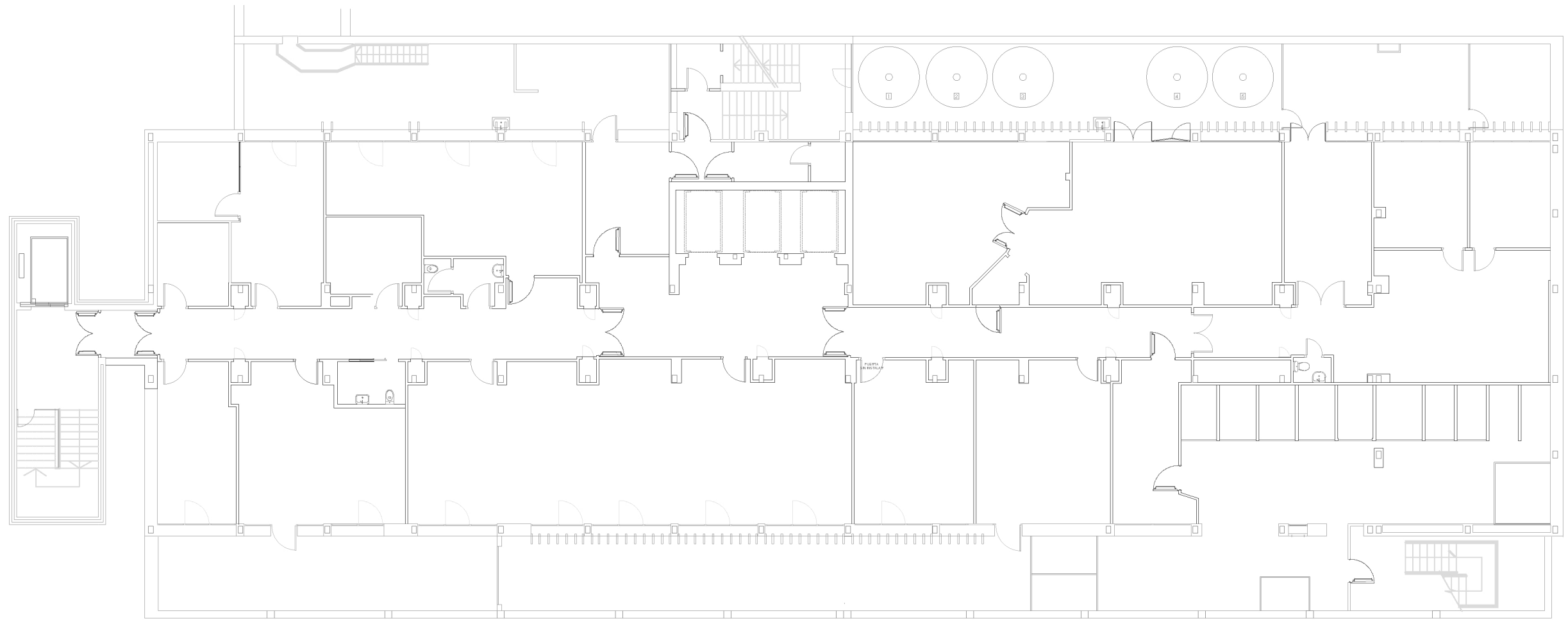
SÓTANO 1

ESTADO ACTUAL - E : 1/200

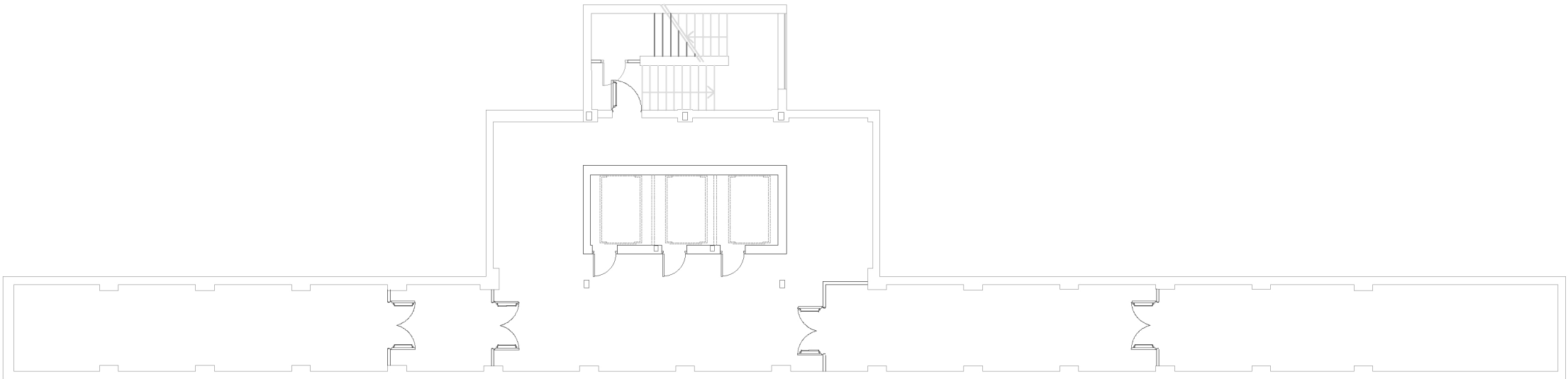
¿Y por qué no construimos hospitales de madera?
AUTORA: Olatz Izagirre Iturregi
TUTORES: Maite Crespo de Antonia, Rafa Zuza Elozegi



MASTER EN ESTRUCTURAS,
CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO
EN MADERA



SÓTANO 2



SÓTANO 3

ESTADO ACTUAL - E : 1/200

¿Y por qué no construimos hospitales de madera?
AUTORA: Olatz Izagirre Iturregi
TUTORES: Maite Crespo de Antonia, Rafa Zuza Elozegi



MASTER EN ESTRUCTURAS,
CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO
EN MADERA