

# PROYECTO DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

DEL RELOJ DE TORRE DEL AYUNTAMIENTO DE TUDELA

Javier Campo Campo Daniel Miguel Martín Pablo Sangüesa Hernández

Ana Carmen Chueca Malo Pablo Ijalba Pérez



**Resumen**

Este trabajo de investigación muestra el proceso de conservación y restauración del reloj de Torre del ayuntamiento de Tudela, situado en la Plaza de los Fueros de dicha localidad. Los objetivos de este proyecto se articulan en tres aspectos. El primero sería una investigación sobre la historia, estructura y funcionamiento del reloj; el segundo determinar las exigencias técnicas, los recursos y el presupuesto necesarios para su intervención. Por último, nuestro objetivo final estaría encaminado a que el reloj fuera accesible al público desde el punto de vista físico y social, acorde con su estética. Para poder llevar a cabo este proyecto, hemos realizado visitas “in-situ” a los diferentes lugares que abarcan esta investigación, de la misma manera hemos colaborado con diversas entidades y relojeros para poder completar este trabajo.

**Abstract**

This research work shows the process of conservation and restoration of the tower clock of the city hall of Tudela, which is located in the Plaza de Los Fueros of this locality. The objectives of this project are based on three aspects: to research the history, structure, and operation of the clock, to determine the technical exigences, the sources and the budget that will be required for its intervention, and finally, to make the clock accessible to the public from a physical and social point of view, in accordance with its aesthetic. In order to fulfill this project, we have carried out on-site visits to the different places covered by the scope of this research, while simultaneously collaborating with various entities and consulting clock experts.

**Palabras clave**

Reloj de torre, Restauración, Conservación, Casa del Reloj, Tudela, Ayuntamiento.

**Key words:**

Tower clock, restoration, conservation, Casa del Reloj, Tudela, city hall.

## Índice

<b>Parte primera: Informe Diagnóstico.....</b>	<b>3</b>
A. Introducción.....	3
B. Identificación.....	4
C. Historia.....	7
a. Origen histórico.....	7
b. Cambios de ubicación y/o propiedad.....	7
c. Restauraciones y/o modificaciones efectuadas.....	8
d. Exposiciones.....	9
e. Análisis morfológico-estilístico.....	9
D. Datos técnicos y estado de conservación del Reloj de Tudela.....	11
a. Caracterización de materiales.....	11
b. Estudio técnico.....	13
c. Intervenciones anteriores.....	16
d. Conclusiones.....	17
<b>Parte segunda: Propuesta de Intervención.....</b>	<b>19</b>
E. Propuesta de intervención.....	19
a. Estudios previos.....	19
b. Metodología.....	19
i. Tipo de intervención.....	19
ii. Criterios de intervención.....	20
iii. Tratamiento.....	21
iv. Cronograma.....	22
v. Preservación.....	24
F. Recursos.....	26
a. Estimación económica.....	26
i. Recursos humanos.....	26
ii. Recursos materiales.....	27
iii. Infraestructura y equipamientos específicos.....	27
iv. Presupuesto estimado.....	28
b. Subvenciones y fuentes de financiación.....	29
<b>7. Conclusión.....</b>	<b>30</b>
<b>8. Agradecimientos.....</b>	<b>31</b>
<b>9. Bibliografía.....</b>	<b>32</b>
<b>PLANOS Y REPRESENTACIONES.....</b>	<b>34</b>
<b>Anexo 1: Estructura y partes del protocolo de intervención.....</b>	<b>40</b>
<b>Anexo 2. Entrevista a Javier Moreno, el último relojero de Tudela.....</b>	<b>44</b>
<b>Anexo 3. Póster informativo + Acceso a página web mediante el código QR.....</b>	<b>49</b>

## Parte primera: Informe Diagnóstico

### A. Introducción

El objeto a estudiar es el reloj de torre mecánico que ocupó la parte superior de la casa del reloj desde 1885, año de su instalación, hasta 1991 (1), cuando el maestro relojero Javier Moreno lo sustituyó por uno electrónico, enviando al mecánico al almacén de la brigada cuando se realizó la rehabilitación del edificio.

La finalidad de este informe es establecer una propuesta de conservación y restauración del reloj. El objetivo principal es preservar el bien y exponerlo de cara al público para dar a conocer su historia. No obstante, estamos abiertos a la posibilidad de traerlo a la vida de mano y con ayuda económica del ayuntamiento, lo cual le daría una segunda vida al reloj.

El demandante de este proyecto fue patrimonio del gobierno de Navarra, quien propuso el tema. No obstante el proyecto ha salido adelante fruto de nuestro interés por el tema, al elegirlo entre los temas disponibles.

El reloj se encuentra un tanto deteriorado debido a sus años de inactividad en la brigada, años durante los cuales no recibió el mantenimiento necesario ni cuidado, hecho que se refleja en su estado físico, falta de determinadas piezas y suciedad acumulada.

Para llevar a cabo el proyecto, se reunió a un equipo de voluntarios, compuesto por alumnos del IES Valle del Ebro junto con dos tutores al cargo de ellos, a un maestro relojero jubilado, Javier Moreno y a un profesor de ingeniería de la UPNA, Luis Miguel Domínguez, contando también con el apoyo del Archivo Municipal de Tudela y de la Institución Príncipe de Viana, parte del Servicio de Patrimonio Histórico de la Dirección General de Cultura

El reloj es el objeto fundamental de este proyecto, por eso comenzaremos exponiendo una serie de fichas que permiten su identificación. De igual manera, posteriormente se procederá a hacer un breve repaso por su historia, teniendo en cuenta su evolución a nivel técnico y su localización.

Dado que se pretende restaurar este objeto, se ha realizado un examen del bien, para tener claro cuales son los aspectos a tener en cuenta a la hora de realizar una futura intervención.

Tras esto, pasaremos a exponer la investigación que se ha realizado para conocer bien en qué consiste el conjunto de engranajes y piezas que componen un reloj. Después explicaremos la metodología que hemos seguido, indicando los tipos de intervención posible y las técnicas que hay seguir tanto antes como después para la restauración del bien.

Por último detallaremos el coste aproximado que supondría el proyecto, así como diferentes opciones que se deberían tomar en cuenta para financiarlo.

(1) Archivo Personal de Javier Moreno.

**B. Identificación**

A continuación, haremos un resumen de las fichas de patrimonio, que permiten identificar el bien.

**Tabla 1. Ficha de patrimonio 1**

<b>Reloj</b>	<b>Denominación principal:</b> Reloj de la Plaza.			
	<b>Denominación accesoria:</b> Reloj de la Casa del Reloj.			
	<b>Localidad:</b> Tudela.			
	<b>Ubicación:</b> Casa del Reloj.			
	<b>Localización:</b> Planta superior.			
	<b>Dirección:</b> Plaza de los Fueros.			
	<b>Polígono/ Parcela:</b> 1136			
	<b>Coordenadas UTM:</b> x: 615.330, y: 4.657.547			
	<b>Nivel de protección:</b> Sin protección.			
	<b>Clasificación:</b> Mueble.			
	<b>Categoría:</b> Histórico-artístico.			
	<b>Sección:</b> Relojería.			
	<b>Asociado a inmueble:</b> Sí.			
	<b>Propietario:</b> Ayuntamiento de Tudela.			
	<b>Poseedor:</b> Almacén de la brigada municipal de obras del Ayuntamiento de Tudela.			
	<b>Persona de contacto:</b>			
<b>Nombre:</b> Beatriz Pérez		<b>Teléfono:</b> 649242428	<b>E-mail:</b> archivo@tudela.es	

Fuente: Cortesía de Keyra Roldán y Stefanía Salazar

Tabla 2. Ficha de patrimonio 2

<b>Reloj</b>	<b>Denominación principal:</b> Reloj de la Plaza.	
	<b>Descripción general:</b>	
	Materiales:	Piedra, hormigón, madera, hierro, acero, cobre, porcelana, dispositivos electrificados...
	Medidas:	Largo: 172 cm. Alto: 145 cm aprox. Ancho: 65,5 cm
	Componentes principales:	Contrapesos, mesa, soporte, bancada, ruedas imperiales, sirga, esfera, péndulo, ruedas dentadas de sonería y áncora.
<p>Actualmente se conserva el reloj original con sus respectivas restauraciones y componentes propios de su electrificación, así como su mesa y sus contrapesos. Todo ello se encuentra resguardado en el almacén de la brigada.</p>		

Fuente: Cortesía de Keyra Roldán y Stefania Salazar

**Tabla 3. Ficha de patrimonio 3**

<b>Reloj</b>	<b>Denominación principal:</b> Reloj de la Plaza.			
	<b>Referencias históricas.</b>			
	Datación:	1885	Autor:	Viuda de Murua (Empresa)
	Uso original:	Dar la hora	Uso actual:	Ninguno. (Fue sustituido)
	Piezas similares:	Reloj de torre de Cascante, Cortes y Buñuel y Ablitas	Piezas del mismo autor:	
	<b>Reseña histórica:</b>			
	<p>Se coloca por primera vez un reloj en la plaza de los Fueros en el año 1885 y costó 4 000 pesetas (ajustado a euros de hoy en día teniendo en cuenta la inflación sería unos 270 000 € aproximadamente, ajustándolo según el precio de mano de obra cualificada).</p> <p>El 19 de mayo de 1899 se acuerda pagar 130 pesetas al señor Puig para poder pagar los materiales necesarios para arreglar el reloj.</p> <p>Se realizó una reparación al reloj el 23 enero de 1946 por 845 pesetas (ajustado a euros de hoy en día teniendo en cuenta la inflación sería unos 283,6 € aproximadamente).</p>			

Fuente: Cortesía de Keyra Roldán y Stefanía Salazar

## C. Historia

### a. Origen histórico

El 10-4-1885 el alcalde del municipio por aquel entonces expresa la necesidad de instalar un reloj que, a diferencia del de las casas consistoriales y el de la catedral, diera la hora de forma exacta con el objetivo de responder a las necesidades del vecindario. El ayuntamiento no contaba con tal presupuesto, no obstante, debido a unos suplidos por valor de 17045 reales y 66 céntimos que debía el patronato de Castel-Ruiz, esta demanda fue solventada. (2)

El 24-4-1885 se firma la exposición a la diputación provincial sobre aprobación del acta de la veintena y mayores contribuyentes de día 17 en que se autorizaron los gastos para la adquisición y colocación de un reloj de torre. (3)

Alrededor de 1885 comenzó la construcción de un templete neoclásico para albergar el reloj. Éste fue construido por una empresa Alavesa, llamada Relojes y Campanas Murua de Vitoria, que era una empresa familiar fundada por Ignacio Murua en 1854, especializados en la fabricación de campanas, torres de iglesias, relojes de torre, ferrocarriles, etc. y que hoy en día, ya no existe.

Sabemos que el reloj fue instalado alrededor de esa fecha en La Casa del Reloj por la misma empresa, en concreto por Eduardo Ruiz de Arcaute que durante muchos años fue el principal instalador de Murua.

### b. Cambios de ubicación y/o propiedad

Desde su instalación, el propietario del reloj mecánico siempre ha sido el Ayuntamiento de Tudela, que encargó el mantenimiento a los relojeros de la ciudad. Tenían que mantenerlo limpio y engrasado y un empleado del ayuntamiento tenía que darle cuerda cada 5 días y además tomar precauciones en caso de la ruptura o cualquier tipo de fallos en el funcionamiento del reloj.

Debido a su estado de conservación, a la laboriosa y agotadora tarea de darle cuerda al reloj cada 5 días para que pudiese volver a funcionar y al poco sueldo de 2 pesetas diarias que ofrecían para una tarea tan complicada como era acceder hasta la cúpula donde se albergaba el reloj, se decidió cambiarlo por un reloj electrónico, cuyo realizador de este cambio fue el relojero Javier Moreno en la primavera de 1991. Fue sustituido por un reloj Bodet, concretamente el modelo "BET 4", ya que era mucho más económico y eficiente. Tras este cambio, el reloj se trasladó a los almacenes de la brigada municipal de Tudela, donde se conserva hasta la actualidad.

(2) AMT. Actas del Ayuntamiento. Libro 62. Folio 123v.

(3) AMT. Actas del Ayuntamiento. Libro 62. Folio 135.

### c. Restauraciones y/o modificaciones efectuadas

#### RESTAURACIONES/MODIFICACIONES RELOJ:

A lo largo de los siglos XIX, XX y XXI, han sido numerosas las restauraciones efectuadas en el reloj. También concretar que su cuidado y revisión ha sido encargado a diferentes relojeros que había en Tudela por la época (Luis Villar, Javier Moreno...).

- Entre las restauraciones más apreciables son las documentadas en el Archivo Municipal de Tudela en el que encontramos varias reparaciones efectuadas en el año 1899, concretamente los días 9 y 23 de mayo.
- La esfera del reloj ha sido sustituida diversas veces. La primera, a principios del siglo XX según Javier Moreno, ciudadano por aquel entonces de Tudela, se debió a causa de un acto vandálico sin motivos aparentes que incentivaran a tal acto que consistió en el disparo de perdigones hacia esta estructura dañándola gravemente hasta el punto de romperla. Al ser sustituida, se instaló una esfera que no era de cristal doble, a diferencia de la anterior. Esto hizo que debido a las altas temperaturas alcanzadas en esa zona se dilatara y explotara. La última esfera que se instaló es la actual.
- En 1939 hubo una reparación efectuada por José Villar, encargado del reloj por aquel entonces.
- Finalmente, una de las reparaciones más actuales es la de 2011. Ésta fue realizada por Fermín Margallo y Andrés Orgambide, que restauraron la estancia interna, concretamente la rehabilitación total del edificio.

#### RESTAURACIONES/MODIFICACIONES CASA DEL RELOJ:

- Hubo una ampliación de la torre donde se encontraba el reloj efectuada por Manolo Blasco entre 1996 y 1998 en la que también se incluyó una nueva esfera que ofrecía una nueva visión a la cara opuesta a la original. Está ampliación se debió principalmente a la gran distancia a la que se veía el reloj debido a un fallo de perspectiva. )

**Fig 1. Detalle ampliación de la torre 1996-1998**



*Fuente: Elaboración propia*

#### d. Exposiciones

El reloj no ha sido objeto de exposición en ningún momento, ya que cuando fue sustituido por un reloj electrónico (tarea realizada por el maestro relojero Javier Moreno, según sus propios archivos en 1991), fue enviado al almacén de la brigada alrededor del 2011, donde ha permanecido hasta el día de hoy.

#### e. Análisis morfológico-estilístico.

La construcción de este reloj data de alrededor de 1885 y como ya hemos mencionado. Su fabricación estuvo a cargo de la empresa Relojes y Campanas Murua de Vitoria, empresa que instaló más de 400 relojes en el territorio nacional y colonias españolas del norte de África. Por lo tanto, resulta importante comentar los casos de otros relojes de la zona que son de épocas o estructuras similares y que probablemente también han sido fabricados por esta empresa u otras semejantes.

##### - CASCANTE

Para empezar, en una de las localidades vecinas de Tudela, Cascante, también se halla un reloj de torre que antiguamente formaba parte de la Basílica de la Virgen del Romero. Fue instalado por Joaquín Erviti y como se puede apreciar en la foto, es bastante parecido al de Tudela, por lo que seguramente sea de Murua. Al igual que el bien protagonista de este proyecto, fue sustituido por uno eléctrico y actualmente se encuentra expuesto en una capilla de dicha iglesia. Este reloj se encuentra restaurado y repintado, pero no es funcional.

**Fig 2. Reloj de torre de Cascante, Basílica del Romero de Cascante**



*Fuente: Elaboración propia*

### - CORTES

En Cortes, otra de las localidades cercanas a Tudela se halla otro reloj de torre de Murua, adquirido en Zaragoza en 1871 (cuatro años antes que el de Tudela) por un importe de 6000 reales de vellón. Este dinero se sacó de parte de la venta de una rueda hidráulica que vino desde Inglaterra y que fue utilizada para elevar agua desde el Canal Imperial. La rueda había dejado de funcionar cuando se vendió.

Este reloj se encuentra restaurado y expuesto, con un gran protagonismo, en el hall del Ayuntamiento de Cortes junto a un cartel que cuenta su historia.

**Fig 3. Reloj de Torre de Cortes, exposición en Cortes**



*Fuente: Elaboración propia*

### - BUÑUEL

En Buñuel, otra localidad próxima, se halla también un reloj de torre de Murua, de 1870, que fue instalado por Onsalo. Este reloj es similar al de Tudela, con la peculiaridad de que tiene 2 esferas. Este bien no se encuentra electrificado. Su última restauración fue en 1933 y actualmente se conserva en un armario localizado en la torre del Ayuntamiento de Buñuel. Está en mejor estado que el de Tudela, ya que solo necesita de una limpieza y unos pequeños ajustes para ser restaurado.

**Fig 4. Reloj de torre de Buñuel, torre del Ayuntamiento de Buñuel**



*Fuente: Rafael López Velasco*

## - PAMPLONA

Por último encontramos el caso del antiguo reloj del Ayuntamiento de Pamplona, que si bien es de 1827 y presenta una estructura muy distinta al de Tudela, se trata también de un reloj de la región Navarra el cual fue restaurado y puesto en marcha hace 4 años como un trabajo de fin de grado realizado por Adrián Claver Alba y Jokin Aginaga. Actualmente se encuentra expuesto en el planetario de Pamplona y es funcional, de manera que una vez que le das cuerda el mecanismo se pone en marcha durante unos minutos.

**Fig 5. Antiguo reloj de torre del Ayuntamiento de Pamplona, Planetario de Pamplona**



*Fuente: Planetario de Pamplona.*

## D. Datos técnicos y estado de conservación del Reloj de Tudela

### a. Caracterización de materiales

Visualizando el bien desde un punto de vista explícito a los materiales constitutivos del bien, podemos diferenciarlos en 2 grandes materiales, los originales y los añadidos posteriormente, con cada uno de ellos una división más rigurosa y específica de los materiales.

En cuanto a los materiales recientemente añadidos encontramos 2 objetos principalmente: una rueda dentada de metal y 3 dispositivos electrónicos "XCK-M" a los cuales se enlazan varios cables de cobre.

La función de estos materiales va relacionada con el intento de electrificación del reloj, al cuál se le añadió estos mecanismos para completar su objetivo.

Por otro lado, encontramos una gran diversidad de materiales originales a lo largo del reloj. Para comentarlos haremos una desestructuración del reloj por las partes más principales, para facilitar y aclarar su comprensión

#### - Pesas

En la parte de abajo del reloj podemos encontrar 3 contrapesos de diferentes grosores cada uno y de la misma longitud. La pieza más grande y la mediana están compuestas de piedra sinterizada capaz de soportar grandes tensiones siendo altamente compacta. La pieza más pequeña está compuesta por la misma piedra pero también está mezclada con hormigón. Cada una de las pesas posee un enganche de hierro para enlazar la sirga.

- Mesa/Soporte

La mesa original que soporta el reloj se encuentra hecha de madera barnizada. Aunque debido a las agrietaciones provocadas por la humedad y el desgaste que provocan la expansión de la madera, se decidió realizar un nuevo soporte de hierro fundido pintado de negro para sujetar al reloj.

- Bancada

La bancada está fabricada sobre una base pintada con pintura negra, que además en los laterales posee unas pintorescas formas que aportan estilo y belleza al conjunto bañadas en pintura dorada.

- Ruedas imperiales

Esta rueda está compuesta por un tambor de madera, una rueda de engranaje y una rueda trinquete. El sistema lleva un eje que se introduce en rodamientos situados en la estructura.

Este sistema cuenta con un fleje de acero con función de muelle y una uña que hará de freno. Además, alrededor del tambor se enrollan unas sirgas trenzadas que permitían el movimiento de las pesas.

- Mecanismo central y esfera

La parte central del reloj, está formada por varios ejes con ruedas dentadas cada uno; entre otras las ruedas minuterías y horarias, ruedas pivotadas, embragues y actuadores, hecha mediante hierro fundido, cada una con sus respectivos piñones de acero.

En la vista frontal del reloj, encontramos uno de los elementos más importantes del conjunto, la esfera. A pesar de estar altamente deteriorada se puede observar una capa de bronce a la cual se le ha superpuesto otra de porcelana, para poder grabar con facilidad los números para marcar las horas.

- Péndulo/Ventero

Finalmente en la parte dorsal del reloj encontramos 2 elementos a su vez fundamentales en el mecanismo. Los venteroles, hechos de chapa de aluminio sobre ejes de hierro para evitar que se acelere en exceso. Y, por otro lado, el péndulo, sujetado por un eje vertical de madera, que desemboca en una pieza de 17 cm de diámetro de hierro.

- Otros materiales

Sin arrinconar las piezas de menor tamaño, pero a su vez igual de esenciales, el objeto cuenta con una gran cantidad de tornillos, clavos y tuercas.

También se ha requerido del uso de varios tipos de pintura, entre los que destacan el color negro, dorado y marrón.

## b. Estudio técnico

En varias de las visitas realizadas para visitar el reloj, poder conocer sus entrañas y a su vez tomar las medidas necesarias para realizar los planos del bien, pudimos observar varias zonas del reloj, que en mayor o menor medida tenían desgaste o roturas, además había zonas oxidadas o con bastante grasa seca, zonas con abundante polvo y también en la zona de la mesa de madera que sujeta el reloj encontramos que existen ciertas grietas provocadas por la humedad que han causado su agrietamiento, carcoma y deterioro.

**Fig 6. Cúmulo de grasa en los engranajes.**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fig 7. Sirga desgastada con grasa**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fig 8. Desgaste madera del péndulo**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fig 9. Zona de la bancada**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fig 10. Soporte de la mesa del reloj**

*Fuente: Elaboración propia*

Por otra parte, además de las partes ya mencionadas, con ayuda de Javier Moreno hemos podido ampliar la examinación del objeto de estudio, añadiendo una serie de observaciones:

- Al reloj le falta la manivela y también la campana.
- Tras observar la pieza, se puede ver un notable desgaste en la pintura, en especial en las partes elaboradas con latón.
- También se aprecia cierto desgaste en el ánora y la rueda de escape, además la lámina de suspensión está rota. Además destaca en algunos ejes de ruedas la carencia de algunos casquillos de bronce.
- El tren de rodaje se encuentra en buen estado, lo cual es algo positivo. Sin embargo falta una rueda y alguna rueda de transmisión.
- Por último, la esfera presenta un gran deterioro desde hace mucho tiempo, y es que según Javier Moreno, cuando él comenzó a encargarse del reloj, estaba ya estaba desgastada. Está perjudicada no solo en la parte de porcelana, sino también en su base de cobre. Lo mismo ocurre con la aguja minuterá y horaria.
- Las pesas están dañadas al igual que la mesa de soporte.

### c. Intervenciones anteriores

A la hora de inspeccionar visualmente el reloj, se puede observar una intervención fundamental que marcó el paso del reloj, su mecanización o el paso de mecánico a eléctrico.

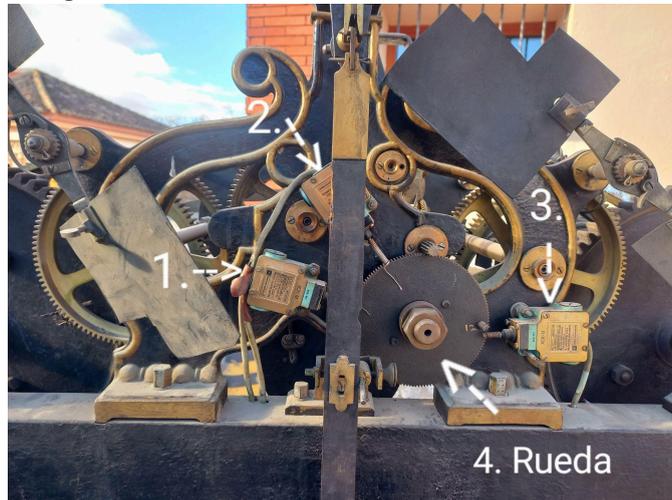
Tras esta intervención se añadieron a la estructura principal opuesta a la esfera del reloj 3 estructuras "XCK-M" unidas a varios cables y una rueda entrada con 134 dientes que facilitaban y precisaban el hecho de dar la hora con un aspecto más moderno y eficiente.

**Fig 11. Zona electrificación**



*Fuente: Elaboración propia*

**Fig 12. Estructuras añadidas tras la intervención**



*Fuente: Elaboración propia*

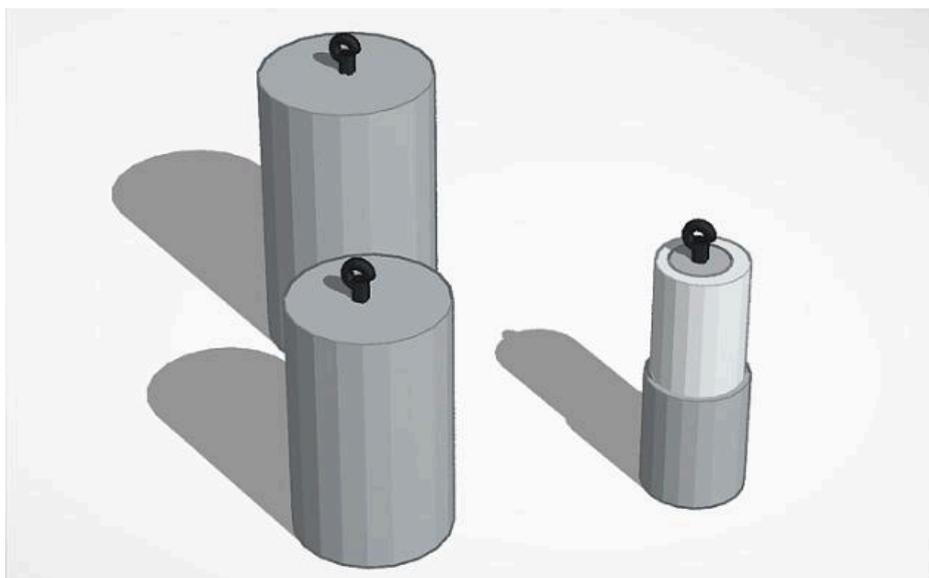
#### d. Conclusiones

Tras realizar este análisis, podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- En primer lugar, habría que encargarse de lo indicado en el Ap. D.b, limpiando el óxido y la grasa de las piezas y, en caso de pretender una restauración funcional y completa, consiguiendo las piezas que faltan y que se indican en ese mismo apartado.
- Por otra parte, razonamos que sería correcta la eliminación de todos los aparatos relacionados con la electrificación del reloj, a la hora de su restauración y exposición, ya que no forman parte de la pieza principal y no tienen función alguna. Además por cuestiones de estética y belleza, queda más natural y atrayente el bien sin estos objetos, puesto que impiden que se visualice y se contemple la pieza original al completo.
- Además hemos considerado que dado el deterioro de las pesas, lo más correcto sería pesarlas de nuevo e intentar restaurarlas, para que a posteriori el funcionamiento del reloj fuera óptimo.
- También dado el mal estado de la mesa que sostiene el reloj, sería necesario cambiarlo a la nueva mesa de hierro que se encuentra también en el almacén de la brigada.
- Por último, de cara a una futura exposición, hemos pensado en fabricar una nueva esfera de 35 cm de diámetro, con su correspondiente soporte y agujas, que se conecte mediante un eje de transmisión al tren de rodaje y que permita visualizar el funcionamiento del reloj en un tamaño más grande. Además de fabricar nueva una campana, una esfera de control y los indicadores de la hora y minutos.

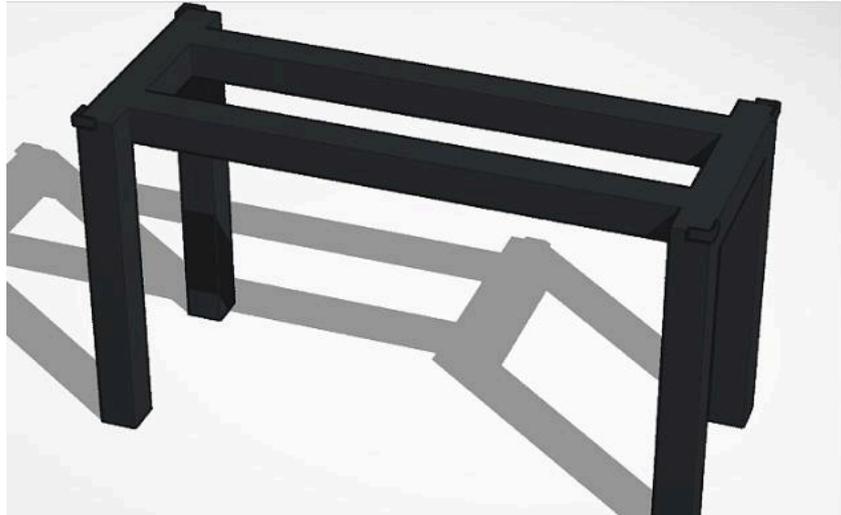
Para contribuir con el cumplimiento de las tres últimas observaciones realizadas en este apartado, se han elaborado unos planos empleando el programa Libre CAD y Paint.net (consultar Ap. Planos y representaciones) y unas representaciones en 3D hechas desde el sitio web Tinkercad.

**Fig 13. Representación 3D de los 3 contrapesos**



Fuente. Elaboración propia.

**Fig 14. Representación 3D de la nueva mesa**



Fuente. Elaboración propia.

**Fig 15. Representación 3D de la nueva esfera supletoria**



Fuente. Elaboración propia.

## Parte segunda: Propuesta de Intervención

### E. Propuesta de intervención

#### a. Estudios previos

El objetivo principal de las actuaciones de restauración y conservación previstas en este proyecto, es la recuperación del ambiente técnico y ornamental del reloj, partiendo del exhaustivo conocimiento de las técnicas, los programas de intervención y la búsqueda del equilibrio entre los valores patrimoniales y técnicos, que serán indispensables para la confirmación y el seguimiento del tratamiento previsto.

El área de conocimiento de la historia de las máquinas y los mecanismos tiene como objetivo analizar y divulgar los trabajos ingenieriles de todas las épocas. En las últimas décadas muchos ingenieros del ámbito académico han trabajado este tema, analizando al detalle el funcionamiento de mecanismos históricos y dando a conocer en el ámbito técnico y cultural el impacto histórico de los trabajos realizados hasta la fecha.

El objetivo principal del proyecto es restaurar y volver a poner en marcha o “dar vida” al antiguo reloj del Ayuntamiento de Tudela respetando en la medida de lo posible las piezas originales y siendo lo menos invasiva posible.

Por otro lado, se ha querido utilizar diferentes formas para que se pueda dar a conocer este bien, como: una página web, un cartel informativo, del mismo modo que los planos por partes y una pequeña representación visual de los relojes que mostrará su despiece y funcionamiento de una manera más visual y didáctica. Así se pretende poner en valor el legado histórico y tecnológico de estas riquezas mecánicas.

#### b. Metodología

##### i. Tipo de intervención

Este proyecto requeriría de una intervención de conservación y posteriormente de restauración, dependiendo de los objetivos en los que se quiera aplicar este proyecto.

Es decir, si se quiere restaurar el reloj, hacer una limpieza completa de sus partes y sustituir alguna pieza que falte o que esté dañada, estaríamos hablando de una intervención de conservación.

Sin embargo, si nos referimos a que el reloj vuelva a cobrar “unos minutos de vida”, que vuelva a funcionar durante un período de tiempo, lo recomendable sería una intervención de conservación y restauración del bien.

## ii. Criterios de intervención

Criterios generales habituales:

- El respeto a la autenticidad (entendido el tiempo del bien cultural como suma de todos sus tiempos).
- La legibilidad cultural del bien como objetivo.
- La compatibilidad (material y conceptual).
- La mínima intervención.

El proyecto de intervención se ceñirá en todo momento a las disposiciones legales en materia de patrimonio cultural que son de aplicación al territorio español a través de la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español y su Real Decreto de desarrollo 111/1986. [Vid: Título II, art. 14.1; Título IV, art. 39.2 y 3].

Se tendrán en cuenta los documentos publicados por el IPCE, los cuales rigen todas las actuaciones como es el Decálogo de la Restauración, criterios de Intervención en Bienes Muebles; Criterios de Intervención en Materiales Pétreos y su Revisión 2013-IPCE-Proyecto Coremans (Norma AENOR PNE 41810).

Del mismo modo, dichos criterios deberán estar sujetos a las tendencias actuales y recomendaciones de los organismos internacionales en materia de patrimonio, destacando los siguientes documentos: Carta 1987 de la Conservación y Restauración de los Objetos de Arte y Cultura (“Nueva Carta Italiana del Restauo”); Carta de Cracovia de 2000; Directrices profesionales de E.C.C.O: La profesión y su código ético, 2002, 2003 y 2004; ICOMOS Principios para la Preservación, Conservación y Restauración de Pinturas Murales-2003.

### iii. Tratamiento

En este proceso seguiremos las realizaciones profesionales necesarias para reparar relojería mecánica de torre o monumental, de acuerdo con las normas de prevención de riesgos, de conservación del bien o de los objetos de arte y la protección medioambiental:

*RP1:* Establecer las operaciones de reparación (fabricación, sustitución, montaje, limpieza y verificación) de elementos , determinando las tareas a realizar en el taller, estableciendo el protocolo de intervención y cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental, para estimar un presupuesto, informar al cliente sobre la viabilidad de la intervención y planificar el trabajo de sustitución o reparación de los elementos dañados.

*RP2:* Ejecutar las operaciones de desmontaje, limpieza y ajuste de elementos de la maquinaria de relojes mecánicos en la mesa de relojero, siguiendo la ficha de trabajo, organizando el aprovisionamiento de equipos, herramientas y materiales y cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales (ergonomía, productos químicos, EPIs, entre otros) y protección medioambiental, para garantizar el funcionamiento del reloj mecánico y asegurar la calidad de las intervenciones.

*RP3:* Ejecutar las operaciones de fabricación de elementos de la maquinaria de relojes mecánicos, siguiendo la ficha de trabajo, organizando el aprovisionamiento de equipos, herramientas y materiales; fresado, torneado, taladrando, puliendo, etc. con el fin de sustituir las piezas deterioradas y garantizar la calidad de las intervenciones y el funcionamiento del reloj.

*RP4:* Montar los elementos del reloj mecánico, sustituyéndolos si es procedente, manejando herramientas específicas de relojero, cumpliendo la normativa de prevención de riesgos laborales y protección medioambiental, completando la ficha de trabajo, ajustando la marcha, verificando la calidad de la reparación y elaborando la factura, para asegurar la originalidad y funcionamiento del reloj y entregar al cliente el reloj reparado junto con la factura, garantía y recomendaciones de uso.

El apartado RP4 queda pendiente/modificable para un futuro, ya que depende de lo que se quiera llevar a cabo finalmente con el reloj, si el plan es únicamente llegar a exponerlo en un lugar accesible para que se de a conocer pero sin que llegue a volver a funcionar, o si el objetivo es que logre funcionar de nuevo, se realizará una cosa u otra.

#### iv. Cronograma

En este apartado hallamos un cronograma similar al del Ap. 5.3, centrado únicamente en los asuntos relacionados con el reloj estudiado.

**Tabla 4. Cronograma centrado en el objeto de estudio**

<u>Fase</u>	<u>Tarea</u>	<u>Descripción</u>	<u>Recursos/resultados</u>	<u>Plazos y fechas previstas</u>
01. Preparatoria	01.01. Contactar con los profesionales necesarios para la constitución de un equipo de trabajo multidisciplinar.	Ponerse en contacto con Luis Miguel (UPNA), Javier Moreno (Relojero), Ana Redín (Patrimonio), Beatriz Pérez (Archivo Municipal).	Se ha logrado realizar un equipo de trabajo con todos los participantes deseados.	16-02-23 23-02-23 23-11-23 7-12-23 15-12-23 16-1-24
	01.02. Conocer el marco teórico sobre Patrimonio Industrial y aplicarlo al objeto de estudio.	Reconocer cómo conservar el Patrimonio y relacionarlo con el proyecto.	Determinadas lecturas sobre la conservación del Patrimonio Industrial.	23-02-23 28-03-22 15-07-23 21-09-23
	01.03. Establecer una contextualización preliminar del bien.	Analizar diferentes tipos de relojes de torre, las partes, sus mecanismos, los diferentes tipos.	Mediante el uso de ciertas lecturas sobre documentos explicativos sobre los tipos de relojes y su funcionamiento. También acudir a charlas o exposiciones sobre relojes.	09-03-23
	01.04. Definir una Metodología y un plan de trabajo acordes a la normativa, las declaraciones internacionales y las guías de buenas prácticas	Seguir los pasos de un proyecto de conservación. En este proceso participan diferentes profesionales y se siguen criterios multidisciplinarios.	La metodología se basa en: Estudios previos > Diagnóstico e identificación de valores culturales (censo) > Propuesta de intervención > Ejecución > Puesta en valor > Memoria Final y Programa de Mantenimiento	23-02-23 9-03-23
02. Diagnóstica	02.01. Elaborar una ficha de patrimonio que permita inventariar el bien.	Solicitar acceso a la ficha de patrimonio elaborada el curso 2021/2022 a las autoras del trabajo "Censo y estudio de relojes de torre de Tudela".	Con la ficha de patrimonio fuimos capaces de inventariar el bien.	13-12-22 18-12-23
	02.02. Indagar en la historia del bien por los procedimientos descritos en la Metodología.	Acudir al Archivo Municipal de Tudela para revisar documentos.	Mediante periódicos de la época, actas municipales y trabajos anteriormente establecidos, hemos conseguido realizar una contextualización sobre el reloj y el lugar	24-02-23 14-12-23

			donde se encontraba.	
	02.03. Registrar cambios de ubicación, de propiedad, restauraciones y modificaciones que haya sufrido el bien.	Acudir al Archivo de Tudela para revisar documentos. Realizar entrevistas con posibles relojeros aún vivos que hayan restaurado el reloj.	Con el uso de las actas municipales y una entrevista realizada con Javier Moreno (relojero) se ha conseguido obtener la información requerida.	23-02-23 24-02-23 14-12-23
	02.04. Realizar un análisis morfológico y estilístico.	Visitar el reloj en el almacén de la brigada municipal, analizar su estado y tomar algunas fotos.	Fotos del reloj, determinar el estado de conservación y sus partes físicas.	16-03-23 23-11-23
	02.05. Analizar todos los datos técnicos de las partes integrantes, complementarias y accesorias, tanto de los elementos originales como de los añadidos.	Con Javier Moreno, revisar las piezas que faltan y su estado de conservación ( mal conservadas, rotas o que no están en su lugar).	Hemos podido realizar un reconocimiento de las piezas en mal estado y hemos conseguido fotos de las piezas para el trabajo.	16-03-23 15-12-23
03. Intervención	03.01. Establecer un plan de intervención basado en los criterios metodológicos de referencia (Ap. 5.2.2.)	Intentar conseguir personal para limpiar, desoxidar las piezas más esenciales del reloj. Si se quiere llegar a una puesta en acción nuevamente del reloj, habría que contactar con alguien experto capaz de arreglar y restaurar su mecanismo. Siguiendo sus criterios metodológicos de referencia del Ap. 5.2.2	Una vez aprobado el proyecto se podría contactar a una empresa especializada en el mantenimiento de relojes antiguos de torre, parecidos al nuestro, que consigan limpiarlo, restaurarlo y volverlo a poner en marcha. Por otro lado, Javier Moreno estaría dispuesto a realizar todo lo posible con el material garantizado para realizar este proceso.	23-11-23 7-12-23 14-12-23 15-12-23
	03.02. Elaborar una previsión de recursos humanos necesarios para la ejecución de la propuesta y del tiempo requerido.	Intentar conseguir personal para limpiar, desoxidar las piezas más esenciales del reloj. Realizar una estimación del tiempo requerido para la propuesta de intervención personal de los estudiantes o bajo la contratación de una empresa.	Una vez aprobado el proyecto se podría contactar a una empresa especializada en el mantenimiento de relojes antiguos de torre, parecidos al nuestro, que consigan limpiarlo, restaurarlo y volverlo a poner en marcha. También está la posibilidad de aportar mano de obra propia y llegar a limpiar y desoxidar el reloj. Por otra parte, si ocurre alguna falta de material, el instituto Valle del Ebro está dispuesto a realizar copias de las piezas que faltan con el uso de las impresoras 3D.	23-11-23 14-12-23

	03.03. Detallar una estimación económica del coste de la intervención propuesta.	De la mano de Javier Moreno, podremos realizar una estimación económica para un futuro realizar la propuesta de intervención.	Gracias a Javier Moreno hemos podido realizar 2 propuestas económicas aproximadas con fines distintos pero que confluyen en dar a conocer el bien	23-11-23 14-12-23
	03.04. Registrar la documentación gráfica y complementaria que se haya obtenido en el curso de la investigación.	Realizar visitas a los lugares que están relacionados con el reloj, tanto Archivo Municipal de Tudela, Casa del Reloj y almacén de la brigada municipal	Hemos podido acceder a todos los lugares deseados, consiguiendo así las fotos empleadas en este trabajo.	24-02-23 16-03-23 23-03-23 15-12-23
04. Conservación	04.01. Presentar el proyecto al Ayuntamiento de Tudela, esperando la aprobación del mismo	Reunión con el alcalde para presentarle nuestra investigación y la propuesta de intervención	Nos reunimos con el alcalde de tudela para exponerle el proyecto, a lo que se mostró muy interesado y prometió valorar su aplicación.	16-1-24

Fuente: Elaboración propia.

## v. Preservación

En este apartado hablaremos sobre las recomendaciones generales de mantenimiento para preservar y conservar el bien hasta su intervención y las medidas y cuidados necesarios que requiere el reloj una vez finalizada su intervención.

Un engrase regular y la mayor limpieza en el mecanismo son fundamentales para asegurar su buena marcha. Así mismo, dicho mecanismo debe ser mantenido en el mismo estado de limpieza del día de su instalación.

### - Engrase

Cada 8 días poner algunas gotas de aceite en las clavijas de la rueda de escape y en los rozamientos de los dientes de acero para evitar su desgaste y posible oxidación. (Solo en el caso de su exposición los 365 días del año).

Cada 2 meses poner aceite en las poleas, ejes de los engranajes, palancas de los martillos y en piezas de sonería.

Es preciso quitar el aceite caído de las partes untadas, así como el polvo de las piezas y de los rodajes: deberán limpiarse los dientes de las ruedas y piñones, las piezas de acero bruñidas y los ejes con un trapo limpio, humedecido en aceite o con un cepillo apropiado.

Las gotas de aceites viejo y sucio han de ser quitadas con gran cuidado de todas las piezas y engranajes. También, las manchas de óxido han de ser quitadas con tela de esmeril fina y engrasadas.

### - Cuerdas metálicas

Para asegurarnos de su larga duración y facilitar su enrollamiento sobre los cilindros y poleas, dichas sirgas deberán untarse en toda su largura, cada 6 meses, con un trapo empapado de sebo o grasa pura sin sal.

Para evitar su rotura, será preciso evitar los golpes al dar cuerda con la manivela cuando llega la pesa arriba y evitar que se enrolle sin el debido cuidado. Dichos tropezones o descensos bruscos, traen consigo la rotura y retorcimiento de los finos hilos de acero que la forman.

### - Mantenimiento exposición

Una vez el reloj haya conseguido ser albergado en un sitio para facilitar su exposición, ese lugar tiene que contener una serie de regulaciones para poder mantener el bien en buen estado.

Se recomienda utilizar una urna de metacrilato o vidrio alrededor de todo el reloj para preservarlo de posibles contaminaciones como el polvo del aire o de cualquier daño que pueda provocar el vandalismo .

Además, para evitar el desgaste de algunas partes del reloj se recomienda que no esté en un lugar exterior, es decir, no dejar el reloj a la intemperie, ya que los rayos del sol pueden provocar efectos nocivos en el reloj, de tal manera que consigan desgastar o dañar alguna de sus partes, ya que este mecanismo no está preparado ni diseñado para una exposición exterior

## **F. Recursos**

Para llevar a cabo la restauración y conservación del reloj, es necesario hacer un planteamiento previo de los recursos humanos y materiales, así como del equipamiento y el tiempo necesario para poder llevar a cabo la propuesta. Por este motivo, en este apartado abordaremos todos estos aspectos teniendo en cuenta las dos diferentes propuestas de intervención posibles: contemplando únicamente la restauración del reloj sin que este sea capaz de funcionar (sirviendo únicamente como objeto de adorno) o pretendiendo hacer una restauración funcional del objeto, lo cual requiere de una mayor inversión temporal y económica.

### **a. Estimación económica**

#### **i. Recursos humanos**

Para realizar cualquiera de las intervenciones posibles, no se requiere de una gran cantidad de personal. En primer lugar, se necesitaría un grupo reducido (de entre 3 a 5 miembros) dedicado a realizar una limpieza de las distintas partes del reloj. Sería necesario también contar con una persona acreditada en el manejo de una grúa horquilla, para facilitar la manipulación y el transporte del objeto en espacios reducidos. Por último, habría que considerar a alguien experto en el campo de la relojería o con amplios conocimientos sobre el funcionamiento del objeto tratado, que oriente las actividades restauradoras y a las personas encargadas de la limpieza del reloj. Además, convendría contar con alguien que pueda aportar herramientas y alguna maquinaria, para ahorrar coste.

Hemos pensado también en la posibilidad de presentar el proyecto a la Asociación de Amigos del Patrimonio Arqueológico de la Ribera que es una asociación que congrega a otras de diferentes pueblos de la Ribera incluida Tudela. Se podría contactar con esta para ver si podrían hacerse cargo del trabajo voluntario del proyecto, ya que nos consta que dentro de esta asociación se están encargando de atender temas culturales como, por poner un ejemplo entre otros, el caso de Cortes, donde se está realizando una gran labor voluntaria de restauración y de divulgación del castillo con visitas guiadas y además, un importante trabajo de colaboración en el yacimiento del Alto de la Cruz. Así mismo, en otros pueblos de la Ribera se están llevando a cabo otras actividades relacionadas con la conservación del patrimonio de todo tipo. El reloj de torre del Ayuntamiento de Tudela podría ser uno de estos bienes de Arqueología Industrial a tener en cuenta en esta Asociación.

La estimación económica de este apartado debería ser llevada a cabo por el ayuntamiento o la entidad encargada de la restauración del reloj y podría variar en función de si el personal participante en el proyecto fuera voluntario o contratado.

## ii. Recursos materiales

En la fase de restauración serán necesarias herramientas y productos para despiezar y realizar una limpieza del bien. El coste de estos materiales puede ser variable dependiendo de si fuera necesario adquirirlos o no, en caso de contar con alguien que ya sea poseedor de ellos y pudiera prestarlos para la causa (por esto, la necesidad de contar con alguien dedicado al campo de la relojería o con una entidad, como podría ser la brigada municipal de Tudela).

Si la aprobación del proyecto, supone una restauración no funcional y, serán necesarios los siguientes materiales para realizar la intervención:

- En primer lugar, como se ha mencionado anteriormente, hará falta contar con material de limpieza, cubetas de plástico donde guardar los materiales, productos desengrasantes y desoxidantes, etc. Además se necesitarán cepillos, lijas y alambriillo, para eliminar los residuos de grasa y otorgar un mejor aspecto al bien.
- Además, para renovar el aspecto del reloj restaurado será necesario emplear pintura, de colores similares a los que presenta el reloj (negro y dorado), así como barniz, aceite y pasta para pulir. Para aplicar esto se necesitarán pinceles, cepillos y brochas.
- Habrá que adquirir una lámina de suspensión de acero, debido a la rotura que presenta la actual.
- Habrá que restaurar la desgastada esfera del reloj, encargando la fabricación de otra nueva, al igual que sucede con las agujas minutería y horaria.
- Será necesario restaurar las tres pesas encargadas de controlar el funcionamiento del reloj y conseguir tres enganches para la sujeción de las pesas.
- Dado que se debe despiezar el objeto, será de gran utilidad contar con un granete y un juego de punzones de numeración, para marcar las piezas, organizarlas y posteriormente volver a colocarlas en su lugar correspondiente.

Por otro lado, si se pretende llevar a cabo una restauración funcional del bien, además de lo mencionado anteriormente, se necesitarán también otros elementos añadidos:

- Habrá que adquirir una manivela, una campana con su correspondiente soporte y una rueda como la que falta, dado que las anteriores no se encuentran presentes en el objeto de estudio. Además faltan los mecanismos del mazo, del golpeteo de la campana y las agujas.
- Será necesario sustituir la sirga, por lo que se necesitará otra de unos 12 o 15 metros.
- Además, para mejorar la exposición se podría construir una esfera mayor, de unos 40 centímetros de diámetro. Esto requeriría además de una varilla transmisora, que conectará esta esfera supletoria con el tren de rodaje, otras agujas minutería y horaria (que corresponden a esta nueva esfera) y un soporte para la esfera.

## iii. Infraestructura y equipamientos específicos

Para realizar la restauración, es esencial contar con un espacio en el que poder trabajar, además, también hace falta buscar un lugar en el que posteriormente se pueda exponer el reloj.

En cuanto al transporte, estaría bien contar con una grúa horquilla que permita mover el reloj en espacios reducidos y con una furgoneta u otro tipo de transporte que traslade el reloj desde su ubicación actual (almacén de la brigada de Tudela), hasta el establecimiento en el que va a ser restaurado y más adelante, hasta el lugar de su exposición.

No obstante, resulta complejo elaborar el gasto aproximado que supondrán estas cuestiones, ya que aún están por determinar, por lo tanto, sería tarea del Ayuntamiento encargarse del transporte y la búsqueda de lugares para la restauración y la exposición.

**iv. Presupuesto estimado**

**Tabla 5. Presupuesto aproximado**

Motivo	Descripción	Unidades	Precio/unidad (€)	Gasto (€)
Limpieza	Cubetas de plástico	3	6	40
	Desengrasante "El milagrito"	1	10	10
	Decapante	1	16	16
	Lijas	4	6	24
	Alambrillo	2	8	16
	Cepillos de mano	3	6	18
	Brochas	4	4	16
	Pinceles	4	4	16
	Pack de cepillos para pulir	1	11	11
	Desoxidante "titan"	1	16	16
	Pasta de pulir	2	10	20
	Aceite industrial	1	12	12
	Barniz para metales	1	12	12
	Bote de pintura negra satinada	1	23	23
	Bote de pintura dorada	1	10	10
	Granete	1	3	3
	kit de protección (gafas y guantes)	4	9	36
	Juego de punzones de numeración	1	16	20
<b>Total limpieza</b>				<b>319</b>
Restauración no funcional	Restaurar las 3 pesas			45
	Restaurar esfera pequeña de porcelana			100
	Agujas minutería y horaria			45
	Lámina de suspensión de acero			8
	Enganches para las pesas	3	14	42
<b>Total restauración no funcional</b>				<b>240</b>
Restauración funcional (sin contar con los gastos de la restauración no funcional)	Adquirir campana y soporte de la campana			1500
	Esfera supletoria de porcelana de 35 cm de diámetro			110
	Agujas minutería y horaria			50
	Soporte metálico para la esfera supletoria			170
	15 metros de sirga de 4 mm			70
	Lámina de acero para la suspensión del péndulo			6
	Adquirir manivela			20
<b>Total restauración funcional (sin contar con los gastos de la no funcional)</b>				<b>1926</b>
<b>Total limpieza + Total restauración no funcional</b>				<b>559</b>
<b>Total limpieza + Total restauración no funcional + Total restauración funcional (sin contar con los gastos de la no funcional)</b>				<b>2485</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede ver una aproximación de los gastos necesarios tanto para una intervención de conservación del bien, como para una de conservación y restauración (propuestas explicadas en el apartado E.b.i). Como se ha dicho a lo largo de este apartado, al ser una estimación, los precios pueden variar. Además faltan por considerar algunos asuntos (personal, maquinaria, transporte, localizaciones...) que realmente serían preocupación del Ayuntamiento y que no se podrían determinar correctamente hasta la aprobación del proyecto.

### **b. Subvenciones y fuentes de financiación**

Como se puede observar en la tabla 5, realizar una intervención de conservación rondaría los 500 € y una de conservación y restauración los 2500 € aproximadamente. Existe una notable diferencia económica entre los dos tipos de intervención propuestos, pero realmente ninguno supone un presupuesto desorbitado. Es por esto que consideramos que es posible llevarlas a cabo. Pero para esto será necesario contar con alguna institución o con algún plan que subvencione el proyecto, teniendo en cuenta principalmente las siguientes:

- En primer lugar existe la opción de que el proyecto sea subvencionado por el Ayuntamiento de Tudela, institución que debe aprobar el presupuesto para la intervención del bien.
- También, con el debido tiempo, se puede buscar alguna subvención de Patrimonio del Gobierno de Navarra, aunque habría que pasar una fase previa en la que el reloj de torre del Ayuntamiento de Tudela fuese considerado bien de interés cultural. Para ello, habría que incluirlo en el Registro General de Bienes de Interés Cultural y del Inventario General de Bienes Muebles.
- Por último, en caso de que las dos opciones anteriores no resulten efectivas, o incluso si estas lo son, hemos habilitado un espacio en la página web creada donde se pueden hacer donaciones para contribuir a los gastos de limpieza y posible restauración del reloj.

## 7. Conclusión

Este proyecto de conservación y restauración del reloj de torre del Ayuntamiento de Tudela se ha concluido por el momento, pero todavía no se ha llevado a cabo ninguna intervención sobre el reloj, por lo que este trabajo no podría considerarse como un éxito absoluto, ya que no ha cumplido todos los objetivos planteados en el Ap.4. Sin embargo, a pesar de no alcanzar todas las metas, si que se han realizado de manera satisfactoria la mayoría de propuestas planteadas.

En primer lugar gracias a la investigación hecha, principalmente mediante las actas del archivo municipal de Tudela, se ha logrado realizar una amplia contextualización histórica sobre el bien, que abarca desde que este fue instalado, hasta el momento en que fue sustituido y reemplazado por un reloj electrónico.

Además el estudio realizado para conocer la historia de los relojes, nos permite comprender de mejor manera la importancia e influencia que un objeto como este puede tener en la sociedad, y por lo tanto, señala la importancia de la necesidad que tienen esta clase de objetos de ser restaurados y conservados adecuadamente.

Por otro lado, gracias sobre todo a la labor del maestro relojero Javier Moreno (quien nos ha ayudado también ofreciéndonos datos sobre la historia y la evolución del reloj), hemos podido conocer diferentes aspectos sobre este aparato, como su funcionamiento, las medidas que necesita para mantenerse en buen estado, los pasos que habría que seguir para realizar una restauración del mismo, etc. Todo esto ha contribuido a que podamos elaborar una propuesta en la que hemos detallado las indicaciones necesarias para dar vida de nuevo a este reloj, destacando la estimación económica, parte que debe tenerse muy en cuenta para posteriormente aprobar el proyecto.

Además, la página web, así como los planos y representaciones, ayudarán a dar a conocer y a entender mejor el mecanismo de este objeto de la arqueología industrial.

En este punto es importante resaltar nuevamente que el proyecto no está del todo finalizado, ya que faltaría la parte de la conservación, que dependerá de la aprobación del proyecto por parte del Ayuntamiento de Tudela, con quienes hemos tenido una reunión para presentarles la propuesta, en la cual han parecido bastante interesados a pesar de aún no haber concretado nada sobre si será posible llevar a cabo la fase final del proyecto.

Pero en resumen, a pesar de las dificultades que se han presentado, se ha podido realizar una propuesta de intervención para restaurar el bien estudiado y se ha contribuido con la investigación, aportando algo más de información sobre un tema muy presente en nuestras vidas (ya que casi todos tenemos relojes), pero del que no se tienen una gran cantidad de conocimientos, como es el ámbito de la relojería, un oficio, que con el avance tecnológico que se vive hoy en día va desapareciendo poco a poco. Es por ello que con este proyecto (y con la conclusión de este de ser aprobada la intervención), pretendemos recordar la importancia de volver a dar vida a las cosas del pasado, centrándonos en este caso en ese reloj de torre que reguló la vida de tantos habitantes de Tudela.

## 8. Agradecimientos

En estos momentos, resulta inevitable echar la vista atrás y ver el camino recorrido desde aquellos primeros días de septiembre de 2022, en los que 3 alumnos del Bachillerato Bi+ del Valle del Ebro nos reunimos con Pablo Ijalba (Coordinador del Bachillerato Bi+) y Ana Carmen Chueca (Tutora del proyecto), para estudiar y averiguar la manera en que se podía gestionar, dar a conocer y poner en valor el patrimonio del bien estudiado.

Queremos pues que nuestro primer recuerdo y agradecimiento sea pleno para ellos, ya que han realizado todo lo posible para guiarnos en este trabajo y que de esa manera salga adelante.

Por consiguiente, ese mismo año de 2022, tuvimos el placer de presentarnos con el proyecto ante una de las figuras más icónicas en cuanto a términos de relojería en Tudela, tal y como lo es Javier Moreno Zuazu, sin cuyo apoyo no se habría podido dar una puesta en valor del bien ni tampoco averiguar datos tanto técnicos como históricos sobre el reloj y la plaza en la que se albergaba.

Desde aquí queremos agradecerle toda la paciencia, tesón y cuidado que ha tenido con nosotros, ya que era la primera vez que nos enfrentamos ante un objeto de grandes dimensiones sin experiencia técnica alguna, y sobre todo subrayar su profesionalidad y honradez. Además de una persona encantadora, es un gran experto en su campo, ya que estuvo realizando constantes reparaciones y restauraciones al reloj durante años. Además de los nuevos conocimientos adquiridos por la investigación, nos ha enseñado que para conseguir resultados se necesita esfuerzo y empeño, dos factores clave en este trabajo.

También quisiéramos agradecer la labor de Luis Miguel Domínguez Cavero, nuestro profesor asociado por la UPNA y a Ruth María Aguado, profesora de dibujo técnico del I.E.S Valle del Ebro, quiénes han sido fundamentales, debido a su gran ayuda, en la elaboración las vistas planiféricas del reloj, ya que han acudido a varias de las visitas que hemos realizado para tomar medidas y previsualizar el reloj.

Tampoco queremos olvidarnos de la labor de aquellos técnicos que desarrollan su trabajo en el Archivo Municipal de Tudela, el servicio de Patrimonio Histórico del Gobierno de Navarra y a la Institución Príncipe de Viana, a todos ellos muchas gracias por la amabilidad, el respeto y la colaboración que nos han prestado y muy particularmente a Beatriz Pérez y a Iñigo Pérez del Archivo Municipal de Tudela (AMT), y Ana Redín de patrimonio, ya que no solamente nos han abierto las puertas de su casa, sino que también nos permitieron acceder a información, fotografías, referencias, informes, fichas técnicas o cualquier otro tipo de documento que pudiera servir en la realización de este proyecto.

Indudablemente este trabajo no hubiera sido posible sin la total colaboración de todos ellos y de todas las veces que han facilitado los medios para poder reunirnos, aclarar datos, realizar una propuesta de intervención conjunta, informarnos sobre el bien además de investigar sobre ello como objetivo principal del proyecto...

Por último nuestro más profundo agradecimiento al Ayuntamiento de Tudela, con el que nos reuniremos próximamente para exponerles el trabajo realizado, esperando que de dicha reunión se valore nuestro proyecto y accedan a la realización del mismo de manera que se llegue a conocer este bien fundamental para la historia de Tudela.

## 9. Bibliografía

Carrasco Navarro, C. (2015). La construcción de la Plaza Nueva y la Casa de la Ciudad. *Revista del Centro de Estudios Merindad de Tudela*, 23, 111-128

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5846336>

Claver Alba, A. y Aginaga, J. (2019). *Restauración y puesta en marcha del antiguo reloj del Ayuntamiento de Iruñea* (Trabajo Fin de Grado). UPNA, Pamplona.

Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH). (2003). Carta de Nizhny Tagil sobre el Patrimonio Industrial. Recuperado de <http://www.ticcih.es/wp-content/uploads/2012/03/nizhny-tagil-charter-sp.pdf>

Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH). (2011). *Principios de Dublín. Criterios conjuntos de ICOMOS-TICCIH para la conservación del Patrimonio industrial: sitios, construcciones, áreas y paisajes*. Recuperado de <https://culturapedia.com/wp-content/uploads/2020/09/2011-principios-de-dublin.pdf>

Consejo Internacional de Monumentos y Sitios, organismo "A" de UNESCO, ICOMOS. (2006). Carta de Monterrey sobre Conservación del Patrimonio Industrial. Recuperado de <http://www.ticcihargentina.com.ar/docs/CartamonterreyPatrimonioIndustrial.pdf>

Consejo Internacional de Museos, ICOM. (2008). XV Conferencia Trienal celebrada en Nueva Delhi. Recuperado de [https://ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/2008\\_Terminologia\\_ICOM.pdf](https://ge-iic.com/files/Cartasydocumentos/2008_Terminologia_ICOM.pdf)

De Jesús Aguilar Valdes, P. José (9 de julio de 2022), *Una visita espectacular al interior del Reloj de la Catedral de México*. Recuperado de <https://youtu.be/1yh4XB1xVSA?si=ICG33I3gwhPxUDiV>

Dirección General de Cultura - Institución Príncipe de Viana, Servicio de Patrimonio Histórico. (2014). *Conservar nuestro patrimonio: guía para su uso y mantenimiento*. Pamplona: Servicio de Patrimonio Histórico, Gobierno de Navarra. Recuperado de <https://www.culturavarra.es/imagenes/documentos/conservar-nuestro-patrimonio-62.pdf?t=20220601081127>

Fernández, por F. D. M. (3, enero, 2022). *1 Relojes de Torre en Iglesias, Relojes de Torre*. Molifer. Recuperado de <https://molifer.com/relojes-de-torre/>

Frank, M. (2013). *The Evolution Of Tower Clock Movements And Their Design Over The Past 1000 Years*

Instituto de Patrimonio Cultural de España, IPCE. (2015). *Proyecto COREMANS: criterios de intervención en materiales metálicos*. Madrid: Secretaría General Técnica, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado de [https://www.libreria.culturaydeporte.gob.es/ebook/2948/free\\_download/](https://www.libreria.culturaydeporte.gob.es/ebook/2948/free_download/)

*La noche* (29 de enero de 1948), página 1.

Ligues Creus, J.J. (12 de mayo de 1982), *Proyecto de Consolidación y remodelación de la Casa del Reloj*.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, MECD. (2015). *Plan Nacional de Patrimonio Industrial*. Recuperado de <https://www.culturaydeporte.gob.es/planes-nacionales/dam/jcr:88a504bd-a083-4bb4-8292-5a2012274a8c/04-maquetado-patrimonio-industrial.pdf>

Pardo Abad, C. J. (2016). *El patrimonio industrial en España: Paisajes, lugares y elementos singulares*. Madrid: Akal.

*Relojes de Torre: Características*. Site Bodet Time. (n.d.). Retrieved March 19, 2023. Recuperado de <https://www.bodet-time.com/es/bodet-time/noticias/1667-relojes-de-torre-caracteristicas.html>

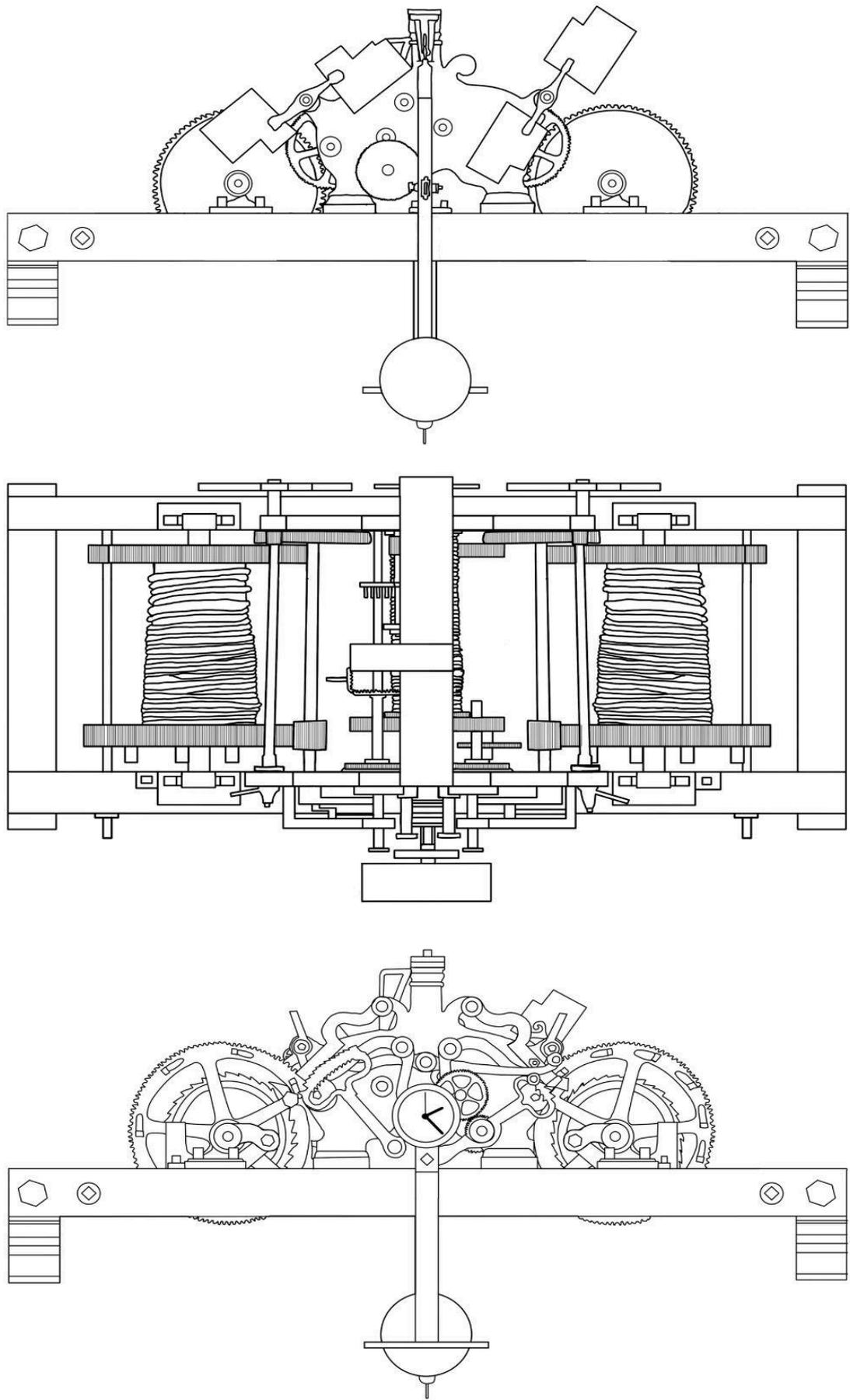
*Relojes y campanas viuda de Murua (Vitoria-Gasteiz). Más de un siglo Dando La Hora*. AVPIOP. (19, febrero, 2021). Recuperado de: <http://www.patrimonioindustrialvasco.com/actividades/relojes-y-campanas-viuda-de-murua-vitoria-gasteiz-mas-de-un-siglo-dando-la-hora/>

Roldán, K. y Salazar, E. (2022). *Censo y estudio de relojes de torre de Tudela*. (Proyecto del Programa del Bi+) IES Valle del Ebro.

Valverde, C. (27, abril, 2020). *Relojes de Torre Antiguos*. Relojería Industrial Candido Valverde. Recuperado de <https://candidovalverde.com/relojes-de-torre-antiguos/>

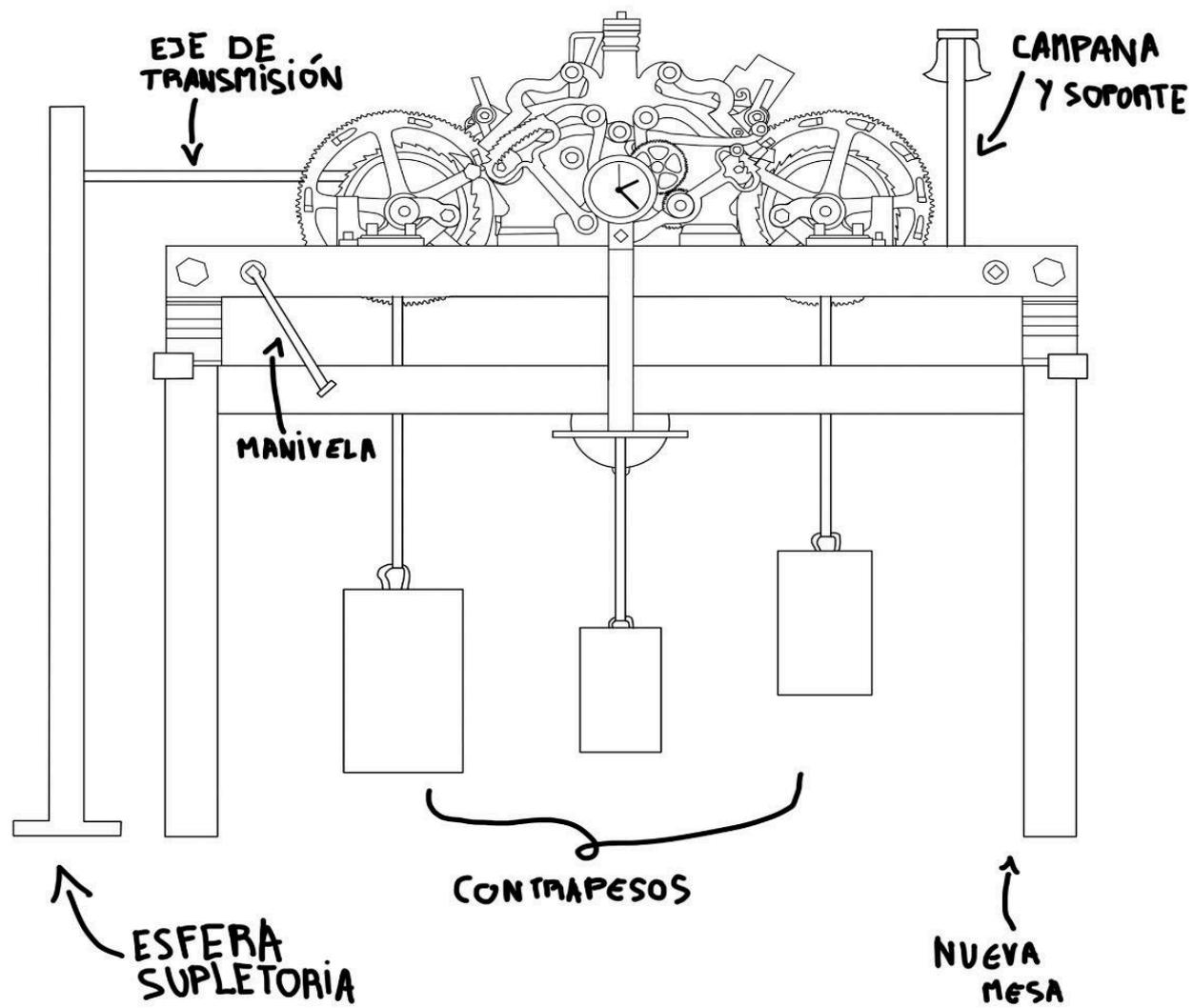
Qué es la clepsidra, El Reloj de Agua de la Antigüedad. Fundación Aquae. (2021, February 4). Retrieved April 5, 2023. Recuperado de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/las-primeras-clepsidras-los-relojes-hidraulicos-de-la-antiguedad/>

# PLANOS Y REPRESENTACIONES



REPRESENTACIÓN TRASERA, CENTRAL Y FRONTAL DEL RELOJ

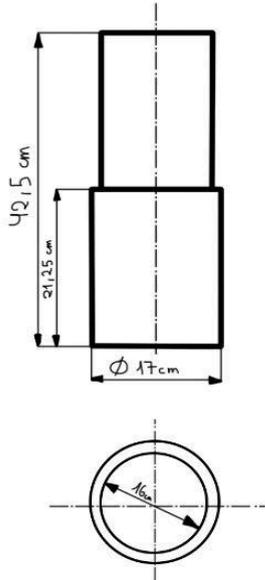
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



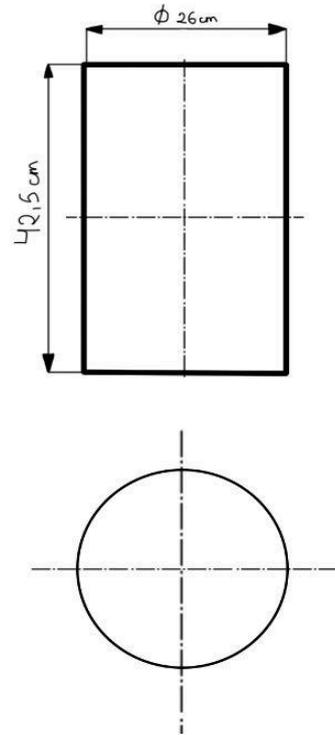
REPRESENTACIÓN FUTURA RESTAURACIÓN COMPLETA

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

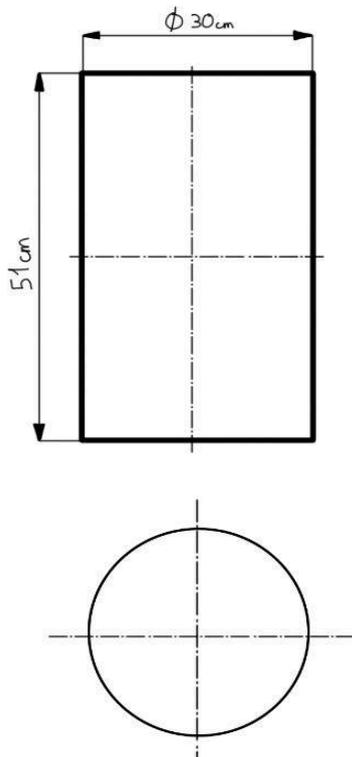
1.



2.



3.



1. PESA PEQUEÑA

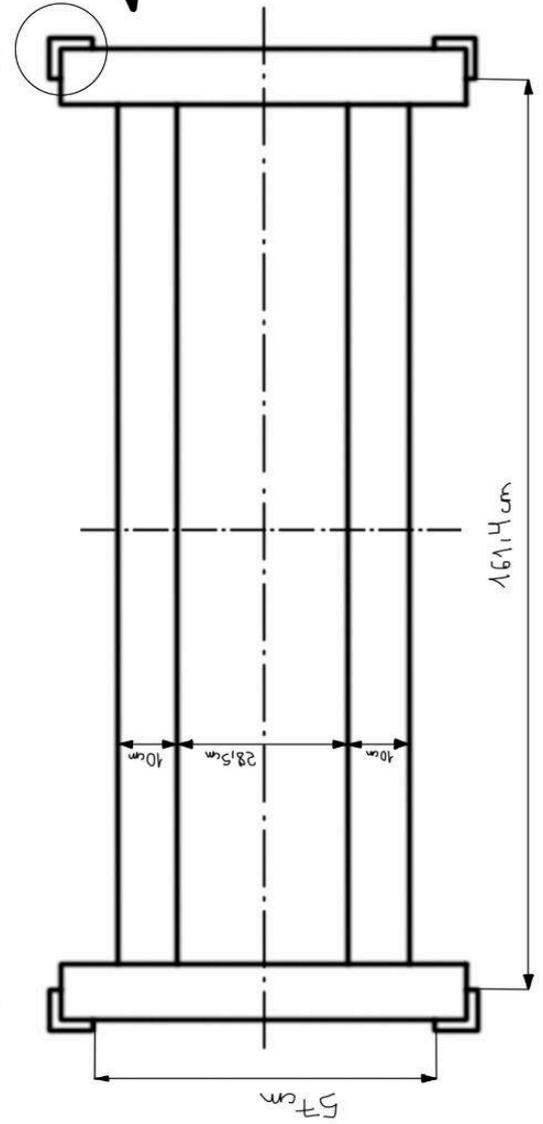
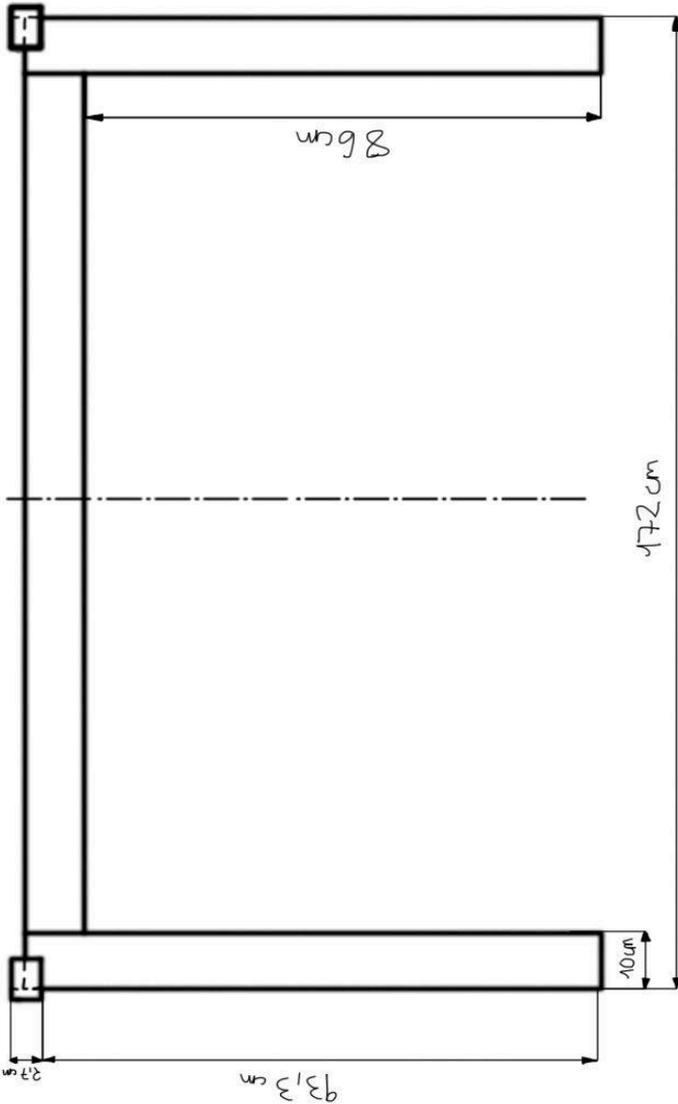
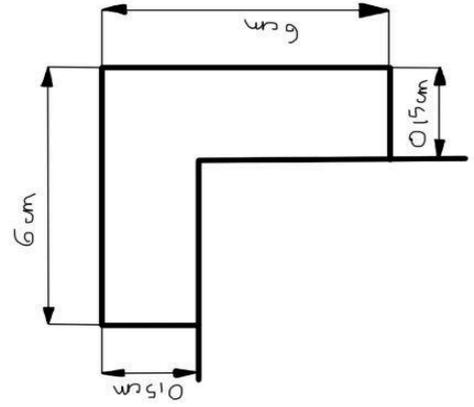
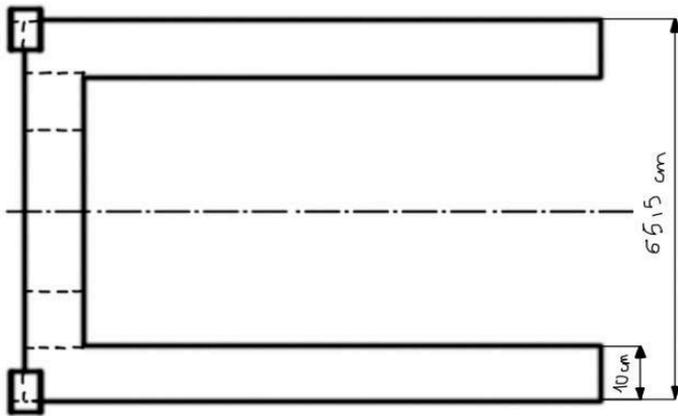
2. PESA MEDIANA

3. PESA GRANDE

## PLANOS DE LOS CONTRAPESOS DEL RELOJ

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

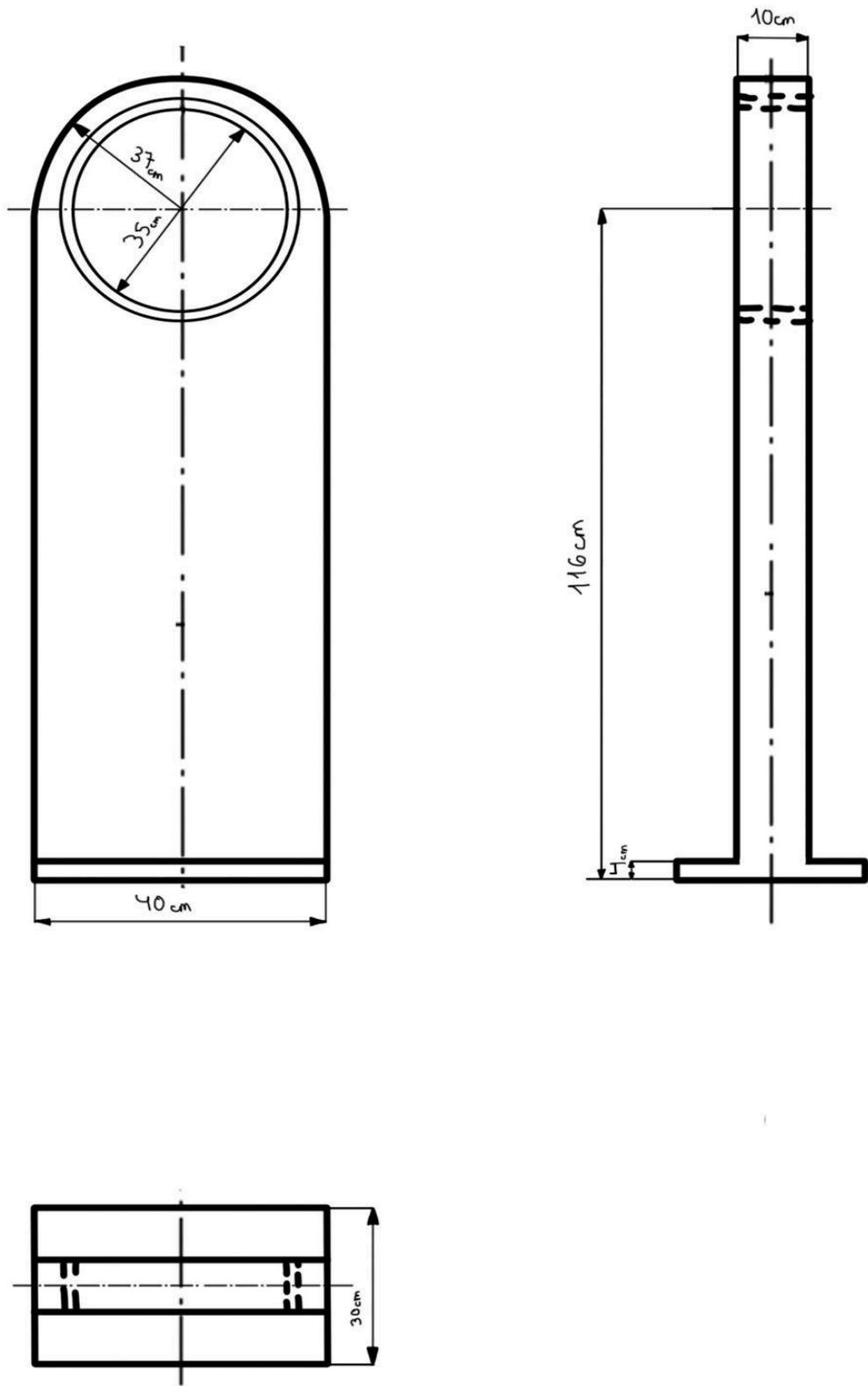
ESCALA EN CM: 1:10



## NUEVA MESA DE SOPORTE DEL RELOJ

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ESCALA EN CM: 1:15



# NUEVA ESFERA SUPLETORIA DEL RELOJ

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

ESCALA EN CM: 1:15

## **Anexo 1: Estructura y partes del protocolo de intervención (sin adaptarlo a nuestro proyecto)**

### **Parte primera Informe Diagnóstico**

#### **1. Introducción**

Se redactará indicando el objeto y finalidad del informe; el demandante del mismo; condiciones de la observación de la obra; medios utilizados para el diagnóstico; en los casos que lo requieran, breve explicación de los motivos aplicados para la selección de una o varias obras (de un conjunto o colección); y por último síntesis de la estructura y contenidos del informe.

#### **2. Identificación**

Consiste en un resumen de la ficha de patrimonio elaborada sobre el bien, con su número de registro.

#### **3. Historia**

El contenido de la historia material del bien debe ser elaborado completando los siguientes apartados con los datos facilitados por el demandante y la bibliografía básica, salvo en aquellos casos que requieran un trabajo previo de investigación.

##### **3.1. Origen histórico**

##### **3.2. Cambios de ubicación y/o propiedad**

##### **3.3. Restauraciones y/o modificaciones efectuadas**

##### **3.4. Exposiciones**

##### **3.5. Análisis iconográfico**

##### **3.6. Análisis morfológico-estilístico. Estudio comparativo con otras obras del mismo autor y/o época.**

##### **3.7. Notas bibliográficas y documentales**

#### **4. Datos técnicos y estado de conservación**

En este apartado se seguirá el esquema que mejor se adapte a las características de la obra, describiendo en todos los casos los datos técnicos, intervenciones y alteraciones que se observan en la misma. La estructura interna de este apartado de "Datos técnicos y estado de conservación" puede adoptar dos formas:

A) Primera estructura: Descripción separada de datos técnicos, intervenciones anteriores y alteraciones, por cada uno de los elementos que componen la obra [partes integrantes, complementarias (marcos, coronas, etc...) y accesorias (etiquetas pegadas al dorso...)]. Por ejemplo en obras de pintura:

##### 3.1. Datos técnicos.

3.1.1. Bastidor.

3.1.2. Soporte.

3.1.3. Película pictórica.

3.1.4. ...

...

##### 3.2. Intervenciones anteriores:

3.2.1. Bastidor.

3.2.2. Soporte.

3.2.3. Película pictórica.

3.2.4. ...

...

B) Segunda estructura: Descripción conjunta de datos técnicos, intervenciones anteriores y alteraciones, por cada uno de los elementos que componen la obra. Por ejemplo en obras de pintura:

3.1. Bastidor:

- 3.1.1. Datos técnicos.
- 3.1.2. Intervenciones anteriores.
- 3.1.3. Alteraciones.
- 3.1.4. Conclusiones.

3.2. Soporte:

- 3.2.1. Datos técnicos.
- 3.2.2. Intervenciones anteriores.
- 3.2.3. Alteraciones.
- 3.2.4. Conclusiones.

#### **4.1. Datos técnicos**

En estos puntos se incluirán todos los datos técnicos de las partes integrantes, complementarias y accesorias, tanto de los elementos originales como de los añadidos, obtenidos de forma organoléptica y de los resultados de los estudios analíticos, en caso que se demande.

#### **4.2. Caracterización de materiales**

Se refiere a los materiales constitutivos del bien, diferenciando entre los originales y los añadidos posteriormente.

#### **4.3. Estudio técnico**

Son estudios que permiten valorar el estado de conservación de la pieza (por ejemplo, mediante un estudio mecánico de estructuras resistentes), conocer el funcionamiento original (mecanismo) y proponer las actuaciones que se requieran (sustituir el funcionamiento de cuerda por uno mecánico).

#### **4.4. Intervenciones anteriores**

Descripción de las intervenciones de restauración que se observen durante la inspección visual. Razonando, bajo el punto de vista técnico, la conveniencia de su mantenimiento o eliminación.

#### **4.5. Alteraciones**

Enumeración de las principales alteraciones observadas en el examen del estado de conservación, tanto de los elementos originales, como de los añadidos

#### **4.6. Conclusiones**

Conclusiones extraídas del estudio de este apartado

### **Parte segunda**

#### **Propuesta de Intervención**

### **5. Propuesta de intervención**

#### **5.1. Estudios previos**

Enumeración de los estudios previos a la intervención indispensables para la confirmación y seguimiento del tratamiento previsto: Estudio histórico y analítico.

## 5.2. Metodología

### 5.2.1. Tipo de intervención

Puede ser parcial, integral, de conservación, de restauración, etc. Si es parcial, detallar los ámbitos (partes) que serán objeto de la restauración.

### 5.2.2. Criterios de intervención

Criterios generales habituales:

- El respeto a la autenticidad (entendido el tiempo del bien cultural como suma de todos sus tiempos)
- La legibilidad cultural del bien como objetivo
- La compatibilidad (material y conceptual)
- La mínima intervención

El proyecto de intervención se ceñirá en todo momento a las disposiciones legales en materia de patrimonio cultural que son de aplicación al territorio español a través de la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español y su Real Decreto de desarrollo 111/1986. [Vid: Título II, art. 14.1; Título IV, art. 39.2 y 3].

Se tendrá en cuenta los documentos publicados por el IPCE, los cuales rigen todas las actuaciones como es el Decálogo de la Restauración, criterios de Intervención en Bienes Muebles; Criterios de Intervención en Materiales Pétreos y su Revisión 2013-IPCE-Proyecto Coremans (Norma AENOR PNE 41810).

Del mismo modo, dichos criterios deberán estar sujetos a las tendencias actuales y recomendaciones de los organismos internacionales en materia de patrimonio, destacando los siguientes documentos: Carta 1987 de la Conservación y Restauración de los Objetos de Arte y Cultura (“Nueva Carta Italiana del Restauro”); Carta de Cracovia de 2000; Directrices profesionales de E.C.C.O: La profesión y su código ético, 2002, 2003 y 2004; ICOMOS Principios para la Preservación, Conservación y Restauración de Pinturas Murales-2003.

### 5.2.3. Tratamiento

Relación y descripción de los tratamientos a seguir. También se indicarán aquellos estudios técnicos que deban realizarse durante la intervención (p.e. radiografías, cuando se desmontan piezas).

### 5.2.3. Cronograma Faseado.

Descripción pormenorizada de las fases de trabajo.

### 5.2.4. Preservación Recomendaciones de mantenimiento hasta su intervención.

## 6. Recursos

Previsión de recursos humanos necesarios para la ejecución de la propuesta (describiendo todos los técnicos necesarios: fotógrafos, historiadores, analistas, biólogos, restauradores, etc.). También se realizará una estimación aproximada del tiempo de trabajo necesario para la puesta en práctica del proyecto (contemplando no sólo el tiempo de las fases de estudio e intervención, establecidas en la metodología del centro, sino también la de recopilación de la documentación y elaboración de la Memoria Final del Proyecto).

### 6.1. Estimación económica

1. Infraestructura (andamios, servicios, etc.)
2. Equipamiento: según la magnitud del proyecto se valorará el alquiler o compra de la maquinaria y/o instrumentos necesarios para la realización del trabajo.
3. Material fungible.
4. Embalaje, transporte y seguros.
5. Recursos humanos.
6. Estudios científico-técnicos.

Cada apartado llevará precios unitarios, descompuestos y por capítulos. O, resumiendo, se pueden desarrollar estos tres subepígrafes:

#### 6.1.1. Recursos humanos

Necesarios para la intervención, qué perfil técnico, cuántos, etc.

#### 6.1.2. Recursos materiales

Necesarios para la intervención, indicando el coste de cada uno, número de unidades, etc.

#### 6.1.3. Infraestructura y equipamientos específicos

Necesarios para la intervención: maquinaria auxiliar, traslado a otras instalaciones, etc.

### 6.2. Subvenciones y fuentes de financiación

Convocatorias que podrían solicitarse, o instituciones con quienes contactar para obtener dinero, etc.

## 7. Panel técnico

Aquí lo normal sería detallar los técnicos que han emitido y participado en la propuesta de protocolo elaborada (es decir, del Informe Diagnóstico y de la Propuesta de Intervención). Pero esta sección se dedicará a referir las personas con las que se ha contactado, consultado, etc. Durante el proceso de elaboración de esta propuesta.

## Parte tercera

### Memoria Final de Intervención

**(esto corresponde a quien vaya a ejecutarla y no forma parte de este proyecto)**

**Anexo 2. Entrevista a Javier Moreno, el último relojero de Tudela.  
23/02/2023. Archivo Municipal de Tudela. 12:00**

**1. *¿Cómo decidió hacerse relojero? ¿Cuál fue su primer contacto con el mundo del reloj?***

Mi padre fue mecánico de automóviles hasta el año 1939, en que empezó su actividad como relojero. A él le enseñó un tal Alarcón que tenía el taller en la Plaza Vieja. Así luego, mi padre me enseñó lo que sé y también he sido autodidacta. Desde pequeño me han gustado los trabajos manuales y se me daban bien. Empecé a los 12 años y ya no lo he dejado. La inspiración me vino con mi padre, en aquella época mi padre estaba suscrito a una revista de relojes de edición suiza que tenía muchísima información. También había revistas alemanas y francesas. Todo lo que tenía que ver con el mundo del reloj estaba en estos tres países. También había una revista española bastante técnica a la que también estaba suscrito.

**2. *¿Qué relojeros existían en Tudela?***

Desde 1960 ha habido buenos relojeros en Tudela, como Luis Villar y Lozano. Respecto a Alarcón, que es el que enseñó a mi padre, tuvo un hijo y un nieto, que también fueron relojeros.

**3. *¿Qué relojes de torre han existido en Tudela?***

Aparte del reloj de la Plaza de los Fueros, estaba el reloj de la torre de la Catedral de Tudela, que ahora no está. Era muy antiguo. Llegué a hacerle una puesta en marcha. El reloj era enorme. Ocupaba toda la superficie de la torre. Data de finales del siglo XVIII. Ahora ese reloj está desaparecido.

También instalé y llevé el mantenimiento del de la Plaza de los Fueros y del de la Plaza del Padre Lasa. Además llevé la instalación y el mantenimiento del reloj de la plaza de toros y del de la torre de Murchante hasta mi jubilación.

**4. *¿Llevaba mucho tiempo hacer las reparaciones de los relojes?***

El mantenimiento del reloj mecánico consistía en realizar una limpieza de las piezas del reloj, ya que les caía bastante polvo, después se aceitaban y engrasaban ciertas partes de dicho mecanismo. También era necesario ajustar con cierta frecuencia las barras de transmisión a los mazos de golpeo a las campanas. Estos factores evitaban las averías y el desgaste. Sobre todo se incidía en el engrase de las sirgas, pues suavizaba mucho el remontar de las pesas, etc. Esta intervención se realizaba como mínimo dos veces al año, salvo que hubiera una avería o rotura de alguna pieza. También se llevaba el mantenimiento de la iluminación de la esfera, inicialmente eran bombillas, y posteriormente la iluminación fue sustituida por tubos fluorescentes.

**5. *¿Cuánto costaba una reparación?***

De mantenimiento se solía cobrar unas 50 pesetas. Dependía bastante si había una rotura o solo era material de iluminación.

**6. *Cuando reparaba un reloj, lo hacía solo?***

No, solía trabajar con mi padre. Después, cuando mi padre ya se jubiló, lo hacía yo solo. Tuve que aprender varias disciplinas como mecánica, electricidad y hasta electrónica y programación. Han sido 53 años de trabajo.

### **7. ¿De dónde sacaban las piezas?**

Cuando estaba la fábrica de relojes en Vitoria (Álava), Viuda de Murua, el repuesto lo suministraba la propia fábrica, que fue la que realizó la manufactura de este reloj en el siglo XIX. Esta empresa estuvo activa hasta el año 1963. Posteriormente las piezas que pudieran ser necesarias se realizaban o reparaban, según el desgaste o la rotura, manualmente.

### **8. ¿Vivió el cambio de lo mecánico a lo eléctrico?**

Por supuesto, empecé con el sistema conocido, reloj mecánico, después vino el reloj sistema eléctrico, lo último, el reloj electrónico de cuarzo actual.

He llevado el mantenimiento desde el año 1991, antes lo llevaba Luis Villar. Fue en este año cuando recibí el encargo directamente de la Alcaldía de si podría ponerlo en marcha porque el reloj se paraba frecuentemente.

Le habían hecho una modificaciones, motorizando la elevación de las pesas. Comprobé que los fallos surgían como consecuencia de los que los sensores finales de carrera no actuaban bien en el remontaje de las pesas, y se paraba. El reloj necesitaba de reparaciones continuas. Anteriormente había una persona que se ocupaba de remontar las pesas, manualmente, que entonces eran unas piedras. Las pesas tardaban unos cinco días en bajar. Cada cinco días había que subir hasta donde se encontraba la máquina del reloj y darle bieletas con una manivela que remontaba las pesas de piedra hasta arriba.

Al ver esta situación propuse que se sustituyera el reloj mecánico por un sistema electrónico de última generación, de aquella época (1991), prácticamente infalible. Aunque el costo de la instalación era importante, ya que era un sistema controlado vía satélite, cuya central repetidora de control se sitúa en Stuttgart, Alemania. Este sistema actualiza constantemente la exactitud, junto con la posibilidad de cambio de hora automático de invierno a verano, y viceversa. El costo ascendió según presupuesto 906.864 pesetas (unos 5.450 euros).

El golpeo de mazos a las campanas también fue necesario sustituirlo por unos sistemas de electroimanes, y a su vez hubo que modificar la conducción de corriente eléctrica alterna de 220V, para transformarla en corriente continua. También fue necesario instalar motores electrónicos para ejercer el movimiento de las agujas, horaria y minutería. Se cambió la iluminación por tubos fluorescentes.

Al poco tiempo hubo que sustituir la esfera (Plaza de los Fueros) que era de cristal pintado de blanco, por una de vidrio semiblandado esmerilado, dado que sufrió una rotura por ataque vandálico, donde recibió los impactos de perdigones disparados con una escopeta de aire comprimido. Esta esfera fue realizada por la empresa Cristalería Santa María.

Posteriormente se realizó una ampliación en el torreón, hacia la parte del Paseo del Queiles, se añadió una esfera rectangular hecha en mármol Travertino, sobre el proyecto del arquitecto Don Manuel Blasco, elaborada por Mármoles Puertas.

### **9. ¿Hay algún otro reloj de esta época?**

Todos estos relojes son la mayoría de 1855 o de 1880 más o menos. El de Cascante es muy similar a éste. El de Ablitas fue instalado por un relojero que se llamaba Benito Aulet que tenía la relojería en la Calle Concarera. Benito vino a Tudela cuando instalaron la vía del ferrocarril. Aquí instaló una relojería que estuvo abierta hasta 1920.

### **10. ¿Quién construyó el reloj de la Casa del Reloj?**

Lo construyó Murua, como ya os he dicho antes. El tema de las cuerdas y las pesas lo llevaba el ayuntamiento.

**11. ¿Ha tenido muchas reparaciones?**

Si, muchas. El remontaje de las pesas de forma eléctrica, llevaba tres motores, uno para las horas, otro para los cuartos y en el centro, otro para la marcha.

**12. ¿Qué modificaciones necesitaría el reloj mecánico que quitaron?**

Ahora no está en marcha ni tiene ubicación adecuada. En primer lugar, requiere una limpieza, ver las piezas que faltan, o si están deterioradas, y también si hay algún casquillo desajustado.

**13. ¿De qué materiales está hecho?**

El armazón está hecho de hierro, algunas piezas son de acero, bronce y otras de latón.

**14. ¿Qué importancia tiene el material en el reloj?**

Tiene mucha importancia puesto que los diferentes metales se conjuntan para resistir más con la fricción al desgaste de las diferentes piezas de acero, hierro y metal.

**15. ¿Cómo han ido evolucionando los mecanismos de los relojes de torre?**

Han evolucionado en la mecánica. Algunos solo indicaban la hora con una sola aguja, después se añadió la aguja de horas y posteriormente se fue añadiendo sonido, mediante campanas emitiendo horas, más tarde mediante diferentes sonidos de la campana cada media hora y cuarto de hora... Seguido de los relojes mecánicos, se pasó a los eléctricos y después a los electrónicos.

**16. ¿Ha notado muchos cambios?**

Muchísimos. Dentro del tema de la electrónica, no se puede comparar lo que había en las décadas de los 60 y 70 con lo que hay ahora.

El primer paso fueron los relojes eléctricos, los segundos fueron los de cuarzo. El de agujas lleva un motor con imanes de neodimio.

Antes los relojes eléctricos y electrónicos permitían reparación, hoy en día no se hace, si se rompe hay que cambiar todo el bloque de la tarjeta o el módulo completo.

Como novedad, tenemos el cuarzo. Se llaman así porque la marcha de estabilización de la hora, es una cápsula de cuarzo envejecido en laboratorio. El cuarzo es un material que al conectar una corriente eléctrica produce una vibración estable entre 32768 Hz (oscilaciones por segundo). Este sistema se creó para que los relojes fueran más exactos. Ya que mecánicamente las mayores oscilaciones conseguidas son de 36000 por hora. Las oscilaciones más normales en mecánicos varían de 4500, 8500 a 18000.

**17. ¿De dónde se saca el cuarzo?**

El cuarzo es un mineral que se encuentra con facilidad en la capa terrestre y está presente en productos de uso cotidiano, sobre todo en productos electrónicos. Para poder usarse se necesita una alta tecnología en laboratorio. El láser necesita rubí.

**18. ¿Cómo evolucionó la tecnología de los relojes?**

El reloj mecánico comenzó en un monasterio para controlar los horarios de los rezos. El reloj de sol no funcionaba por la noche, lo único que funcionaban eran los relojes de arena y los de agua (clepsidra). Querían controlar el tiempo sin que hiciera falta observar las sombras de la luna y del sol, así que crearon un reloj mecánico.

Hay un dato curioso, en todas las ubicaciones donde había un reloj de torre, había antes uno de sol.

**19. ¿Cuál es el arreglo de reloj mecánico que más le ha costado?**

Hubo un reloj de pared al que le hice una reparación. Fue necesario hacer dientes, a las tres ruedas, a mano para que encajaran. Me llevó diez días hacerlo. Otra reparación complicada fue cambiar un microchip en un circuito, para la que tuve que utilizar un microscopio.

**20. ¿Qué relojes de torre ha reparado?**

He reparado además de este reloj de la Plaza de los Fueros, el de Murchante, el de Cabanillas, el de la Catedral de Tudela, el reloj de la Plaza de Toros, etc.

**21. ¿Cómo es devolverle la vida a un reloj?**

Me produce una gran satisfacción poner un reloj en marcha porque le devuelves la vida. Un reloj es un mecanismo que, cuando lo reparas, le das la vida. También he sido joyero, pero la joyería no es lo mismo que la relojería. Me gustaba mucho más la relojería que la joyería. Realizas una joya, la terminas y ya está. Solo queda la satisfacción de haberla diseñado y realizado.

**22. Respecto a la profesión de relojeros de relojes monumentales, ¿está desapareciendo?**

Sí, ahora vienen a reparar los relojes monumentales de Pamplona, San Sebastián, Zaragoza, Valencia... Respecto a los relojes mecánicos, pared, sobremesa, despertadores, etc., quedan muy pocos. No hay cambio generacional, ni tampoco hay interés por personas jóvenes (es cierto que en la actualidad es un trabajo poco valorado porque está mal remunerado).

**23. ¿Por qué cree usted que ha desaparecido el reloj mecánico?**

Por el uso, nadie quiere un reloj mecánico hoy en día. Hoy se siguen fabricando en Suiza para una élite que quiere un reloj de lujo. Son de edición limitada y están muy solicitados. Frente a un reloj electrónico, no es necesario realizar ninguna función para que esté en marcha.

**24. ¿Dónde puede una persona que quiere ser relojero aprender el oficio?**

En Suiza, Francia y Alemania hay centros de formación. En España hay escuelas en Barcelona, Madrid y Sevilla donde se imparten cursos. Para comprar piezas, repuestos, herramientas, utillajes, etc., hay empresas en Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla y Zaragoza.

**25. ¿Cómo definiría el trabajo de relojero?**

Es un trabajo muy minucioso donde es necesario habilidad, paciencia, vista, pulso y emplear mucho tiempo, y esto no está valorado.

**26. ¿Cuál es el problema de la reparación?**

El problema es a veces que el repuesto está agotado, y con habilidad se puede reconstruir una pieza. Lo citado anteriormente, se emplean muchas horas de trabajo y no se puede rentabilizar, por lo que está poco valorado el tiempo utilizado.

**27. ¿Cómo aprendió a realizar instalaciones electrónicas?**

Primero hice unos cursos en Madrid, en la asociación de fabricantes de relojes suizos, que se llama "Ebauches Suiza" y que todavía existe. Estuve cuatro años asistiendo. Pedían relojeros profesionales, que supieran bien como funcionaba el reloj mecánico. Daban unos conocimientos de electrónica adaptadas al reloj. El profesor era muy bueno, un buen profesional. El mayor fabricante de relojes suizos es el grupo Swatch que a su vez aglutina varias empresas. Aplicable también a los relojes japoneses, alemanes, americanos.

**28. ¿Cómo sabemos que un reloj es suizo?**

Hoy en día, podemos decir que un reloj es suizo cuando el 60 % de sus piezas están elaboradas en Suiza, aunque el resto estén en China. A veces en los relojes de oro las pulseras son de fabricación española. Generalmente diferentes fábricas realizan las piezas y otros fabricantes montan el proceso.

**29. ¿Cómo funcionaba el reloj mecánico de la Casa del Reloj?**

En principio, la maquinaria estaba arriba. La energía la transmitían las pesas, que estaban en el hueco del ascensor. Tardaban en bajar unos cinco días y entonces, había que subir a elevar las pesas. La oscilación del péndulo regulaba la marcha.

**30. ¿Quién les daba cuerda?**

Se ocupaba alguien de los trabajadores del ayuntamiento.

**31. ¿Ha conocido algún campanero o relojero que viviera allí mismo?**

En la Casa del Reloj no ha vivido nadie para dar marcha al reloj, era un empleado del Ayuntamiento que iba cada ciertos días y subía las pesas, pero en la catedral había una persona que vivía allí y se ocupaba de darle cuerda (el llamado campanero, encargado de tocar las campanas). El reloj antiguo de la catedral era enorme, tan grande que ocupaba una habitación entera de la torre.

**32. ¿Sabe si por aquí cerca hay algún museo de relojes?**

En Cascante, el reloj antiguo está expuesto en la Iglesia de la Virgen del Romero. En Santo Domingo de la Calzada hay un museo de relojes.

**33. ¿Nos puede dar más datos sobre el reloj antiguo de la Casa del Reloj que está en el almacén de la brigada?**

Simplemente que el reloj está depositado en las naves de la brigada de obras del Ayuntamiento, a espera de que se le dé una digna exposición.

**34. Y por último, después de 53 años de trabajo en el mundo de los relojes, ¿nos puede decir cómo está llevando su jubilación?**

Estoy muy ocupado, en el día no hay horas para todo lo que tengo que hacer. Todavía sigo en el mundo del reloj aunque de otra manera, por ejemplo, en este momento, voy a impartir un taller en la UNED este jueves 9 de marzo para enseñar a reparar un despertador antiguo. También estoy encantado de ayudar en todo lo que pueda en este proyecto del reloj del Ayuntamiento de Tudela, que al fin y al cabo, ha formado parte de mi vida.

Con esta última pregunta nos hemos despedido de Javier Moreno, el último relojero de la ciudad de Tudela.

Anexo 3. Póster informativo + Acceso a página web mediante el código QR.

# CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

## DEL RELOJ DE TORRE DEL AYUNTAMIENTO DE TUDELA

Javier Campo Campo, Daniel Miguel Martín, Pablo Sangüesa Hernández,  
Ana Carmen Chueca Malo y Pablo Ijalba Pérez

---

### INTRODUCCIÓN

La finalidad de este estudio es realizar un proyecto sobre la conservación y restauración del reloj de torre del ayuntamiento de Tudela, que sirva para que las administraciones responsables puedan considerar las medidas que deban tomar respecto a este bien. Se trata, por todo ello, de una investigación con aplicación real, tanto académica como profesional y multidisciplinar, reuniendo datos de diversas áreas de conocimiento y la aplicación de técnicas procedentes de estas disciplinas para llevarse a cabo.

### OBJETIVOS

El objetivo de esta investigación es conseguir una actuación multidisciplinar y completa del reloj de torre del ayuntamiento de Tudela. En el se incluirán aspectos históricos, arqueológicos, antropológicos y de estado de conservación con el fin de elaborar una propuesta de intervención para la recuperación y difusión del bien estudiado.

### METODOLOGÍA

1. Estudios previos
2. Diagnóstico e identificación de valores culturales (censo)
3. Propuesta de intervención
4. Ejecución
5. Puesta en valor
6. Memoria final y programa de mantenimiento.

### RESULTADOS

1. Propuesta de intervención real con presupuesto + puesta en valor.
2. Dar a conocer una de las reliquias olvidadas de Tudela, mediante su futura exposición.
3. Vistas planiféricas del reloj.
4. Página web: Con información relevante acerca del reloj

### FUTURA RESTAURACIÓN

### CONCLUSIÓN

Se ha conseguido dar una puesta en valor para restaurar y conservar uno de los tesoros más significativos de Tudela, como es el reloj de torre de su ayuntamiento. Además se ha propuesto dar a conocer el reloj al público en un lugar, a determinar, de Tudela, y de esta manera darle valor y prestigio, tanto al reloj como a la función que ha mantenido a lo largo de la historia.

Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

Tudela  
AYUNTAMIENTO

PRÍNCIPE DE VIANA