

Despenalización del delito de violación entre adolescentes: Tutela a los derechos de libertad e igualdad



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v9i1>

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Bibliographical and systematic review of the use of monitoring technologies for heritage assets worldwide.

Revisão bibliográfica e sistemática do uso de tecnologias de monitoramento de bens patrimoniais em todo o mundo.

Luis Francisco -Sinchi Rivas ^I

arq.luisfranciscosinchi@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9611-2514>

Juan Carlos- Cobos Torres ^{II}

Juan.cobos@ucacue.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8153-8379>

Carmen Alexandra- Sinchi Rivas ^{III}

csinchi@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-9611-2514>

Correspondencia: arq.luisfranciscosinchi@hotmail.com

* **Recibido:** 23 de Febrero de 2023 * **Aceptado:** 12 de marzo de 2023 * **Publicado:** 1 de abril de 2023

- I. Arquitecto, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador
- II. Doctor dentro del programa de doctorado en Ingeniería eléctrica, Electrónica y Automática, ingeniero eléctrico, Docente, Facultad de Ingeniería, Industria y construcción, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador
- III. Ing. Químico, Master Universitario en Química Orgánica, Docente, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Resumen

El presente artículo realiza una revisión bibliográfica, sistemática del uso de las tecnologías de monitoreo de bienes patrimoniales. Hoy en día, la conservación del patrimonio cultural requiere del desarrollo de estrategias de protección preventiva que deben ser cada vez más innovadoras, eficaces, duraderas y económicamente sostenibles. El monitoreo es un proceso que trata de recolectar, analizar y utilizar información para realizar seguimiento sobre el progreso de un bien en el tiempo, básicamente consiste en observar el estado actual y compararlo con el anterior. El objetivo de la presente investigación es definir las tecnologías y estrategias innovadoras del proceso de monitoreo de los bienes del patrimonio mundial, por lo cual se ha desarrollado una investigación de tipo observacional - descriptiva. Se ha realizado una revisión sistemática en bases de datos bibliográficas (Taylor Francis Online, Web of Science, Scopus, Science Direct, Springer, Ebsco, EBSC, Pro Quest Google Scholar) y manualmente a través de Internet en revistas y organismos públicos.

Los resultados obtenidos señalan que para el monitoreo de bienes patrimoniales los dispositivos más utilizados son los sensores alámbricos e inalámbricos por sus ventajas tales como como bajo peso, alta relación resistencia-peso, facilidad de manejo, velocidad de instalación, bajo espesor y bajo impacto visual. Finalmente, se puede concluir que todas las tecnologías actuales ya sean sensores, VANT, escáneres, entre otros deben trabajar de manera paralela para preservar los bienes patrimoniales

Palabras claves: revisión bibliográfica; tecnologías; monitoreo; bienes patrimoniales; patrimonio; control.

Abstract

This article carries out a systematic bibliographical review of the use of heritage monitoring technologies. Nowadays, the conservation of cultural heritage requires the development of preventive protection strategies that must be increasingly innovative, effective, durable and economically

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

sustainable, monitoring is a process that tries to collect, analyze and use information to track the progress of a good over time, basically it consists of observing the current state and comparing it with the previous one. The purpose of the research is to define the technologies, innovative strategies of the monitoring process of world heritage assets, a methodological design has been developed. descriptive observational. A systematic review has been carried out in bibliographic databases (Taylor Francis Online, Web of Science, Scopus, EBSC, Pro Quest Google Scholar) and manually through the Internet in journals and public bodies.

Results. Finally, with the information obtained, we will have knowledge of the different methods and technological systems that will help us to determine their use and application in the monitoring of heritage assets.

Conclusion. The results achieved in the course of this research determine the application of the different technologies that will be of importance for the monitoring of heritage assets.

Key Word: (literature review, technologies, monitoring, heritage assets, heritage, control.)

Resumo

Este artigo realiza uma revisão bibliográfica sistemática sobre o uso de tecnologias de monitoramento patrimonial. Nos dias de hoje, a conservação do patrimônio cultural exige o desenvolvimento de estratégias preventivas de proteção que devem ser cada vez mais inovadoras, eficazes, duradouras e economicamente sustentáveis, a monitorização é um processo que procura recolher, analisar e utilizar informação para acompanhar a evolução de um bem ao longo do tempo, basicamente consiste em observar o estado atual e compará-lo com o anterior. O objetivo da pesquisa é definir as tecnologias, estratégias inovadoras do processo de monitoramento de ativos do patrimônio mundial, um desenho metodológico foi desenvolvido. observacional descritivo. Foi realizada revisão sistemática em bases de dados bibliográficas (Taylor Francis Online, Web of Science, Scopus, EBSC, Pro Quest Google Scholar) e manualmente pela internet em periódicos e órgãos públicos.

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Resultados. Finalmente, com as informações obtidas, teremos conhecimento dos diferentes métodos e sistemas tecnológicos que nos ajudarão a determinar seu uso e aplicação no monitoramento de bens patrimoniais.

Conclusão. Os resultados alcançados ao longo desta investigação determinam a aplicação das diferentes tecnologias que serão importantes para a monitorização dos bens patrimoniais.

Introducción

El valor del patrimonio para la sociedad está en aumento y aunque no se conoce la razón exacta, se cree que puede estar relacionado con la velocidad acelerada de la modernización y los cambios que experimenta la sociedad actualmente. En estas condiciones, los restos de las antiguas sociedades pueden brindar a las sociedades modernas un sentimiento de pertenencia y seguridad, al mismo tiempo que funcionan como un punto de referencia en un mundo que está en constante y vertiginoso cambio. Igualmente, en varias sociedades, el patrimonio puede ser un factor determinante en la definición de su identidad. La comprensión del pasado puede resultar muy útil para abordar los problemas del presente y del futuro.

mundo moderno.

A menudo, las ciudades se apoyan en su patrimonio para definir su identidad social o incluso para su supervivencia, y a su vez, el patrimonio cultural puede beneficiarse de la ciudad, sus valores culturales y su gestión. En este sentido, el papel del patrimonio cultural en el desarrollo sostenible es una de las preocupaciones más urgentes en la gestión del patrimonio en el mundo contemporáneo.

Es importante valorar la contribución dada por los bienes del Patrimonio Mundial y lo que pueden ofrecer a la sociedad y a las economías locales y nacionales. La atención prestada al patrimonio es urgente, ya que contribuye al desarrollo sostenible brindando de identidad y dignidad para las comunidades a nivel mundial, es urgente tomar en la importancia que nos brindan estos lugares respecto al uso sostenible y los beneficios que nos brindan en el ámbito económico para poder preservar los mismos. En años recientes, impulsado por grandes fenómenos como la globalización, el aumento demográfico y las demandas frecuentes de desarrollo, ha surgido un debate en el sector

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

del patrimonio cultural sobre la relación entre la conservación y el desarrollo sostenible (Tassara Andrade, 2002).

El estado de conservación del Patrimonio Cultural, así como los artefactos almacenados en museos, edificios históricos, entre otros.) puede verse gravemente afectados por las condiciones ambientales a las que están expuestos. Por esta razón, generalmente se requiere de un sistema de monitoreo adecuado en dichos lugares, para detectar condiciones potencialmente inseguras y monitorear los principales parámetros atmosféricos como temperatura, humedad relativa, y la presencia de gases.

Los sitios y artefactos patrimoniales de todo el mundo son activos frágiles, se enfrentan a desafíos diferentes y continuos. Tanto, peligros naturales; por ejemplo, terremotos, inundaciones, tormentas e incendios forestales, así como los peligros provocados por el hombre; por ejemplo, conflictos armados y guerras, contaminación, urbanización descontrolada y desarrollo turístico, plantean importantes problemas de conservación (Teijgeler, 2018) (Fatorić & Seekamp, 2017).

El mantenimiento regular está estrechamente vinculado a la preservación de los monumentos, y la conservación preventiva es una necesidad real en la práctica diaria. Los edificios históricos están continuamente expuestos a una amplia gama de amenazas que pueden afectar su conservación y apariencia. Los procesos de alteración del material que ocurren en la superficie del monumento, identificados a corto, mediano y largo plazo respectivamente, pueden conducir a eflorescencias salinas, formación de costras negras, alteración biológica, exfoliación del material y descomposición (Chen et al., 2000).

Gestionar adecuadamente el patrimonio construido conlleva varios desafíos, como la complejidad de los elementos patrimoniales y la extensión del área a manejar, lo que requiere una utilización eficiente de los recursos disponibles. En este contexto, el enfoque de conservación preventiva, basado en la idea de "prevenir es mejor que curar", surge como una estrategia y alternativa para evitar la pérdida gradual e inminente de monumentos y sitios patrimoniales. El monitoreo periódico se convierte en una herramienta esencial para detectar oportunamente los cambios en los activos patrimoniales (Patrimonio, 2017).

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Uno de los instrumentos para el monitoreo de bienes patrimoniales, es la digitalización del patrimonio cultural urbano. Es reconocida dentro de las políticas de la UE (Unión Europea) como una oportunidad para hacer de patrimonio cultural urbano un motor de transformación urbana hacia un futuro sostenible e inclusivo. Varias plataformas digitales están surgiendo como herramientas no solo para almacenar, recuperar, comparar y procesar diferentes tipos de datos relacionados con la conservación de la cultura, para el uso de planificadores y administradores urbanos, sino también como herramientas participativas para la toma de decisiones distribuida. La creciente integración entre el ámbito físico y digital a través de varios instrumentos digitales, como Internet de las cosas IoT, realidad virtual y aumentada, aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje natural, ha llevado a los diseñadores a conceptualizar la necesidad de fusionar diferentes paneles y plataformas de ciudades inteligentes, en un sistema integrado; sistema conocido como el gemelo digital urbano (GDU). Esta tarea solo puede ser posible mediante la construcción de una ontología compartida de la ciudad, que permita la interoperabilidad de diferentes sistemas de datos (P. Cultural et al., 2021).

Existen investigaciones donde se emplea tecnología para el monitoreo de bienes patrimoniales tales como, una red de sensores inalámbricos, diseñada y desarrollada en el Politécnico di Torino, para dos campañas de monitoreo de larga duración en Colombia; el Museo Nacional de Colombia (Bogotá) y el sitio histórico del Puente di Boyacá (Tunja). La arquitectura se ha implementado tanto en el interior de los museos como en el exterior de los sitios históricos, lo que demuestra sus capacidades.

El sistema está compuesto por pequeños nodos sensores con volumen inferior a 8 cm y dimensiones de 2,5x1,5 cm, que son capaces de medir la temperatura y humedad relativa por un tiempo superior a tres años. Los sensores funcionan con baterías y se comunican de forma inalámbrica a pequeños concentradores basados en Arduino conectados a Internet y a un almacenamiento en la nube. Los datos de todos los sensores están disponibles en los teléfonos inteligentes donde la búsqueda, recopilación y filtrado de la información curada en tiempo real, de modo que todo el sitio puede ser monitoreado desde cualquier lugar. Los sensores tienen la capacidad de almacenar localmente todas las mediciones tales como la temperatura y la humedad, si la conexión a Internet no está disponible o falta la fuente de alimentación.

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

El sistema tiene la posibilidad de cargar la información ya almacenada en los dispositivos, si se encuentran sin conexión a internet se almacenan localmente la información, al momento de restaurar la conexión los datos se vuelven a cargar localmente.

Las necesidades y demandas actuales en la gestión del patrimonio arquitectónico han llevado a la utilización de tecnologías, inventario, para su monitoreo. Estos recursos han transformado radicalmente los procesos de conservación del patrimonio arquitectónico y la forma en que los sitios históricos son identificados y valorados. Por consiguiente, su gestión implica nuevos retos y conocimientos en la protección de los sitios patrimoniales, con el fin de abordar las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las diferentes tecnologías utilizadas en el monitoreo de bienes patrimoniales en los últimos 20 años?

¿Cuál es el funcionamiento de los dispositivos aplicados en el monitoreo de bienes patrimoniales en los últimos 20 años?

¿Cuál es el dispositivo más utilizado en el monitoreo de bienes patrimoniales en los últimos 20 años?

Marco teórico

Los bienes del patrimonio cultural están continuamente expuestos a riesgos y peligros. Con el objetivo principal de evaluar el deterioro y mejorar los métodos de conservación, la comunidad científica ha propuesto una variedad de herramientas para la identificación temprana de cambios en el patrimonio (Abate, 2019). A continuación, se detalla un resumen de los equipos tecnológicos más utilizados actualmente.

Sensores

Un sensor es un dispositivo que proporciona una respuesta, normalmente mediante la generación de una señal eléctrica frente a estímulos o señales físicas o químicas (Fraden et al., 2002). Los sensores que imitan la percepción humana utilizan características similares a nuestros sentidos, como los

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

sensores fotoeléctricos para la vista, la presión del aire para el oído y las galgas extensiométricas para el tacto, entre otros. Estos sensores son componentes esenciales en cualquier sistema automatizado, ya que son los encargados de recopilar información y proporcionarla para su procesamiento. (Grado & Martín, 2016).

Características. Dentro del monitoreo de bienes patrimoniales, se debe considerar las características de los sensores en base al tipo del bien inmueble, pues no es lo mismo el monitoreo de un bien patrimonial que se encuentra a la intemperie que uno que se encuentra bajo techo. Se deberá considerar las características detalladas en la Figura 1.

Resolución	<ul style="list-style-type: none"> • La resolución del sensor se refiere al menor cambio en la magnitud que puede ser detectado por el mismo.
Sensibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede definir como la relación que existe entre la magnitud de entrada y la magnitud de salida de un sistema.
Error	<ul style="list-style-type: none"> • Se trata de la diferencia anticipada en comparación con la medida real, y se expresa en %.
Precisión	<ul style="list-style-type: none"> • se relaciona con el grado de exactitud en el que se puede medir una cantidad, teniendo en cuenta el margen de error
Repetitividad	<ul style="list-style-type: none"> • Es el promedio del error esperado en una escala de medida uniforme.
Rapidez de respuesta	<ul style="list-style-type: none"> • Dependiendo del contexto, es esencial priorizar la velocidad de respuesta por encima de cualquier otra consideración, como en el caso de los detectores de humo contra incendios
Situación en la que van a ser utilizados	<ul style="list-style-type: none"> • Ya sea que estén aislados o no, dependiendo de las opciones de mantenimiento periódico y su costo
Fiabilidad en su funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Por las mismas razones.
Radio de acción	<ul style="list-style-type: none"> • La necesidad y posibilidad de instalar repetidores para amplificar la señal de tensión
Tensiones de alimentación y consumo de corriente	<ul style="list-style-type: none"> • Asociados con el rendimiento energético y la frecuencia de reemplazo de baterías o interrupciones en el suministro de energía eléctrica.
Márgenes de temperatura de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento adecuado y fiabilidad de medición en ambientes extremos.
Interferencias de agentes externos y/o vandálicos y resistencia a ellos	
Relación calidad/precio	

Figura 1. Características generales de sensores.

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Clasificación. Los sensores de acuerdo a diferentes criterios se clasifican según: la variable que miden (temperatura, presión, humedad, distancia, velocidad, etc.), la naturaleza de la variable de salida (digitales y analógicos) o el tipo de variable que se tiene a la salida (resistivos, capacitivos e inductivos) (Tableroalparque, 2021). Se han creado numerosos tipos de sensores, dado el amplio rango de variables que pueden medirse en el entorno humano, surge la necesidad de clasificarlas. En resumen, la clasificación se puede observar en la Figura 2.

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.



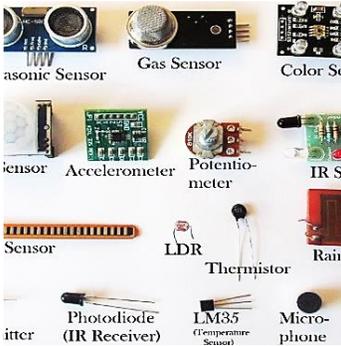
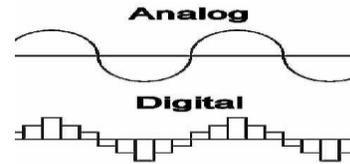
En función de su operatividad:

Activos: Su funcionamiento requiere una fuente de alimentación externa. La mayoría de los sensores se encuentran en esta categoría.
Pasivos: No necesitan energía externa para funcionar. Los más básicos son conmutadores que se abren cuando entran en contacto con algo.

En función de las señales que emiten:

Analógicos: Proporcionan información de forma continua, a través de una relación proporcional entre la tensión y la corriente, por lo que pueden asumir una infinidad de valores entre un mínimo y un máximo.

Digitales: Proporcionan información de forma discreta, utilizando solo los valores "0" y "1" del sistema binario.



En función de la naturaleza de su funcionamiento:

Posición: Miden las variaciones de la posición que ocupan en cada instante del tiempo.
Fotoeléctricos: Miden las variaciones de la luz que incide sobre ellos.
Magnéticos: Responden a las variaciones del campo magnético que les atraviesa, como los interruptores diferenciales.
Humedad: Detectan las variaciones de humedad en su entorno, como las estaciones meteorológicas.
Presión: Responden a la presión que se ejerce sobre ellos, como las pantallas táctiles de los dispositivos electrónicos.
Movimiento: Detectan las variaciones en la cantidad de movimiento que experimentan.
Químicos: Responden a las variaciones de los agentes químicos que se encuentran en su entorno.

En función de las características de su fabricación Mecánicos.

- Resistivos: Aquellos que utilizan componentes resistivos eléctricos.
- Capacitivos: Aquellos cuya fabricación implica el uso de condensadores.
- Inductivos: Aquellos cuya fabricación implica el uso de bobinas.
- Piezoeléctricos: Aquellos que incorporan cristales de cuarzo.
- Semiconductores: Aquellos que utilicen el silicio en su fabricación.

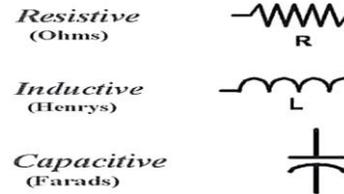


Figura 2. Clasificación de los sensores

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Escáneres 3d

Los escáneres 3D son dispositivos que se utilizan para generar imágenes en tres dimensiones de objetos existentes. Para lograr esto, se recolecta una nube de puntos de datos mediante el escaneo del objeto. Hay varios tipos de escáneres, pero principalmente se dividen en dos categorías: aquellos que requieren contacto con el objeto y aquellos que no lo necesitan".

Características. La tecnología Láser 3D se distingue de otros métodos de levantamiento gracias a su capacidad de capturar una gran cantidad de datos en poco tiempo, lo que resulta en una alta densidad de información. Además, esta tecnología permite obtener datos radiométricos y geométricos al mismo tiempo, lo que brinda soluciones completas para la representación en 3D y 2D de estructuras arquitectónicas y su entorno físico. ver Figura 3.

Se trata de un equipo que recopila una gran cantidad de información y que es capaz de analizar tanto objetos como el entorno físico	Está basado en la tecnología LIDAR.	Reporta una nube de puntos tridimensional que es una representación discreta de una superficie continua.	Genera una representación tridimensional discreta de una superficie continua, en forma de nube de puntos.
Analiza un objeto o una escena para reunir datos de su forma y ocasionalmente su color.	Este dispositivo opera mediante la emisión de un rayo de luz láser para medir distancias y ángulos.	Permite documentar geométrica y visualmente una realidad física con gran detalle, rapidez y precisión.	Registra las coordenadas geográficas de todas las superficies dentro de un área limitada que lo rodea.
	Se recoge la información del color en cada punto.	Proporciona una precisión muy elevada, alcanzando valores de décimas o centésimas de milímetro	

Figura 3. Características Generales de los Escáneres.

Clasificación. El escaneo láser se refiere al proceso de muestrear o explorar una superficie mediante tecnología láser, (Viera Rodríguez, 2019), para recopilar datos sobre su forma y, posiblemente, su

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

apariencia, como el color. Estos datos pueden utilizarse para crear modelos digitales, planos bidimensionales o modelos tridimensionales que son útiles en una amplia variedad de aplicaciones. A diferencia de las cámaras fotográficas, los escáneres 3D recopilan información sobre la geometría de la superficie, es decir, obtienen la posición de cada punto en el espacio. La clasificación de los escáneres 3D se puede visualizar en la Figura 4.



Según el contacto con el objeto

Los escáneres de contacto examinan el objeto a través de toques físicos directamente sobre el mismo, asignando un punto del modelo a cada toque realizado. Estos escáneres son capaces de proporcionar modelos extremadamente precisos, lo que los convierte en herramientas ideales para la fabricación de piezas. Sin embargo, presentan la desventaja de que pueden dañar el objeto escaneado al tocarlo y su velocidad de escaneo es más lenta en comparación con otros tipos de escáneres.



Sin contacto con el objeto

Los escáneres sin contacto no requieren tocar físicamente el objeto escaneado, ya que utilizan alguna forma de radiación, como luz láser, luz infrarroja o ultrasonido, entre otras. Estos escáneres, como los que vamos a discutir y clasificar, funcionan de esta manera.

Figura 4. Clasificación de los equipos de escaneo.

VANT Los drones o las aeronaves no tripuladas, UAV de manera abreviada (Unmanned Aerial Vehicle), comúnmente conocidos como drones, se caracteriza por poseer cuatro rotores para su sostén y propulsión. Para que el aparato se mantenga estable respecto al eje, unas hélices giran en un sentido y las otras giran en el otro sentido. Una de las características distintivas de los vehículos aéreos no tripulados es que no cuentan con un piloto a bordo, lo que significa que su dirección es controlada por un operador externo o un sistema electrónico que toma decisiones en cada momento sobre el

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

siguiente paso a seguir. En lugar de depender de la habilidad, los sentidos y la pericia de un piloto, los drones se basan en sensores electrónicos altamente precisos. (García, 2017).

Características.

Un dron es una aeronave que se mueve por el aire sin la necesidad de tener a un piloto a bordo, es decir, es un vehículo aéreo no tripulado. Pueden ser controlados a distancia o programados con software y GPS para operar de manera autónoma. Entre sus características destacan:

- Dureza: es la capacidad de un material para resistir la penetración o los rasguños.
- Fragilidad: es la tendencia de un material a romperse con facilidad.
- Ductilidad: es la capacidad de un material para deformarse bajo tensión sin romperse.
- Resistencia: es la habilidad de un material para absorber grandes cantidades de energía antes de fracturarse.

Clasificación. Con el fin de categorizar estos dispositivos, se han establecido grupos en función de sus características clave, tales como su diseño, propiedades de vuelo, tamaño y peso (Figura 5). De esta manera, se pueden clasificar según su uso, lo que facilita la selección en función de sus características y limitaciones.

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.



Figura 5. Clasificación de VANT.

Proceso Documental

Cuando en 1992 se crea el programa “Memoria del Mundo”, se establece formalmente un espacio dentro de la UNESCO respecto al patrimonio documental. El patrimonio documental se refiere a los documentos que tienen valor histórico, artístico, científico, literario y cultural para una comunidad y que regularmente se conservan en archivos y bibliotecas.

El resguardo del patrimonio documental depende no solo de las políticas de conservación documental que tengan las unidades de información, sino que necesariamente implica el compromiso del Estado para asegurar su correcto resguardo; es por ello que, en el 2015, la UNESCO emitió una serie de recomendaciones respecto a la preservación y acceso al patrimonio documental tanto impreso como digital. En el cual, se establece los lineamientos respecto a las políticas de estado para la conservación del patrimonio documental por parte de los países miembros (Saldivar Victoria C Groschopf &

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Solange Saldivar Victoria Carolina Groschopf Lida Vilma González Rosa Mabel Dominguez Romina Elizabeth Meza Eliana Noemí Rodríguez Norma Isabel Wionczak, 2020).

Características.

Los documentos son importantes para la memoria colectiva de un pueblo, nación, región o sociedad, ya que pueden tener características relevantes y ser símbolos de esta memoria. A través de su contenido y soporte, reflejan la diversidad de las culturas, idiomas y pueblos, y pasan a ser parte del patrimonio de la humanidad. El Programa Memoria del Mundo establece las directrices para el patrimonio documental que se encuentra en museos, archivos y bibliotecas de todo el mundo. Según estas directrices, el patrimonio documental comprende elementos que son móviles, consistentes en signos/códigos, sonidos y/o imágenes, conservables (ya que los soportes son elementos inertes), reproducibles y trasladables, y fruto de un proceso de documentación deliberado

Clasificación. Las herramientas se pueden clasificar en función de la forma en que se recolectan, manipulan y procesan los datos, ya sea mediante tecnología análoga o digital, como se muestra en la Figura 6. En el primer caso, se utilizan sistemas manuales que requieren una manipulación y un proceso de información desde un nivel inicial. En el segundo caso, la información se obtiene de forma rápida, exacta y precisa mediante un proceso digitalizado. (Preti, 2017).

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.



Análogas: Se describen como técnicas elementales que pueden resultar difíciles de almacenar, manipular, calcular y recuperar información. Estas herramientas son operadas de forma manual y no proporcionan una digitalización automática de la información, lo que puede dar lugar a errores humanos o de medición. Algunas herramientas análogas comunes incluyen el flexómetro, el distanciómetro, el calibrador, las reglas, la cinta métrica y el teodolito en su concepción inicial. A pesar de sus limitaciones, estas técnicas permiten una relación de contacto directo con el objeto de estudio, lo que permite al operador conocer de manera minuciosa las particularidades de cada objeto.



Digitales: Las herramientas digitales son de alta tecnología y permiten la captura de información de manera rápida, precisa y sin necesidad de mucha intervención humana. Su uso requiere de equipos especializados y de software para la digitalización de la información, lo que implica mayores costos tanto tecnológicos como económicos. Algunos ejemplos de estas herramientas son el láser escáner aéreo y terrestre, el levantamiento mediante drones, la fotogrametría y la fotografía rectificada.

Figura 6. Técnicas de Documentación.

Metodología

Este estudio se ha basado en la revisión de la literatura científica existente sobre el tema en cuestión; para lo cual, se realizó una revisión de información científica de los últimos 20 años sobre tecnologías diseñadas, desarrolladas e implementadas para monitoreo de bienes patrimoniales. El método PRISMA se empleó como una guía para realizar una revisión sistemática adecuada, lo que implica los pasos de identificación, cribado, idoneidad e inclusión de los estudios pertinentes en la literatura científica.

Las primeras búsquedas se realizaron en julio de 2021 combinando los términos "monitoring of heritage assets worldwide", en las bases de datos especializadas tales como Taylor Francis Online, Web of Science, Scopus, Science Direct, Springer, Ebsco, EBSC, Pro Quest Google Scholar y manualmente a través de Internet, de igual manera, se consultaron las bibliotecas digitales de diversas instituciones que ofrecen artículos de sus investigadores en línea.

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Posteriormente, se amplió con una combinación, usando términos (Tabla 1) "monitoring heritage assets sensors", "assets monitoring scan", "conservación de espacios patrimoniales", "monitoring of built heritage", "bibliographical review of heritage assets monitoring", "property assets monitoring techniques". Las búsquedas realizadas produjeron una gran cantidad de resultados, algunos de los cuales se repitieron o resultaron poco útiles para la revisión. Sin embargo, proporcionaron una visión general de la amplitud del tema..

BÚSQUEDA	BASE DE DATOS	ARTÍCULOS
monitoring of heritage assets worldwide	Scopus	32
conservación de espacios patrimoniales	Google Académico	41
monitoring of heritage assets worldwide	Pro Quest	36
monitoreo en bienes patrimoniales	Ebsco	44
monitoring of built heritage	Web o Science	16
monitoring of heritage assets worldwide	IEEEEXPlore	3
assets monitoring	Science Direct	19
assets monitoring	Springer	10
Total		201

Tabla 1. Búsquedas empleadas para el tema de investigación.

Concretamente, se obtuvieron 201 resultados en Taylor Francis Online, Web of Science, Scopus, Science Direct, Springer, Ebsco, EBSC, Pro Quest Google Scholar. Se establecieron previamente los criterios de inclusión y exclusión antes de llevar a cabo la selección de los artículos. (ver tabla 1).

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Criterios de inclusión.

- Los criterios de exclusión establecidos fueron la exclusión de investigaciones que no fueran empíricas, tales como revisiones, estudios de caso único, libros o manuales.
- Que se haga uso de dispositivos tecnológicos para monitoreo en diferentes bienes patrimoniales, para detectar deterioro de los mismos y su funcionamiento.
- Que hablen del correcto uso de los dispositivos para el monitoreo de los mismos
- Que se estudie los dispositivos más utilizados en el monitoreo de bienes patrimoniales a nivel mundial.
- Que utilicen metodologías y técnicas de documentación para preservar el patrimonio mundial.
- Se estableció como criterio de inclusión que los estudios empleen una tarea de tipo 50/50 mixed o similar para medir el sesgo, excluyendo otras tareas que puedan dificultar la síntesis e interpretación de los resultados.
- Se estableció como criterio de inclusión que los estudios seleccionados debían haber sido publicados en el periodo comprendido entre 2008 y 2018.

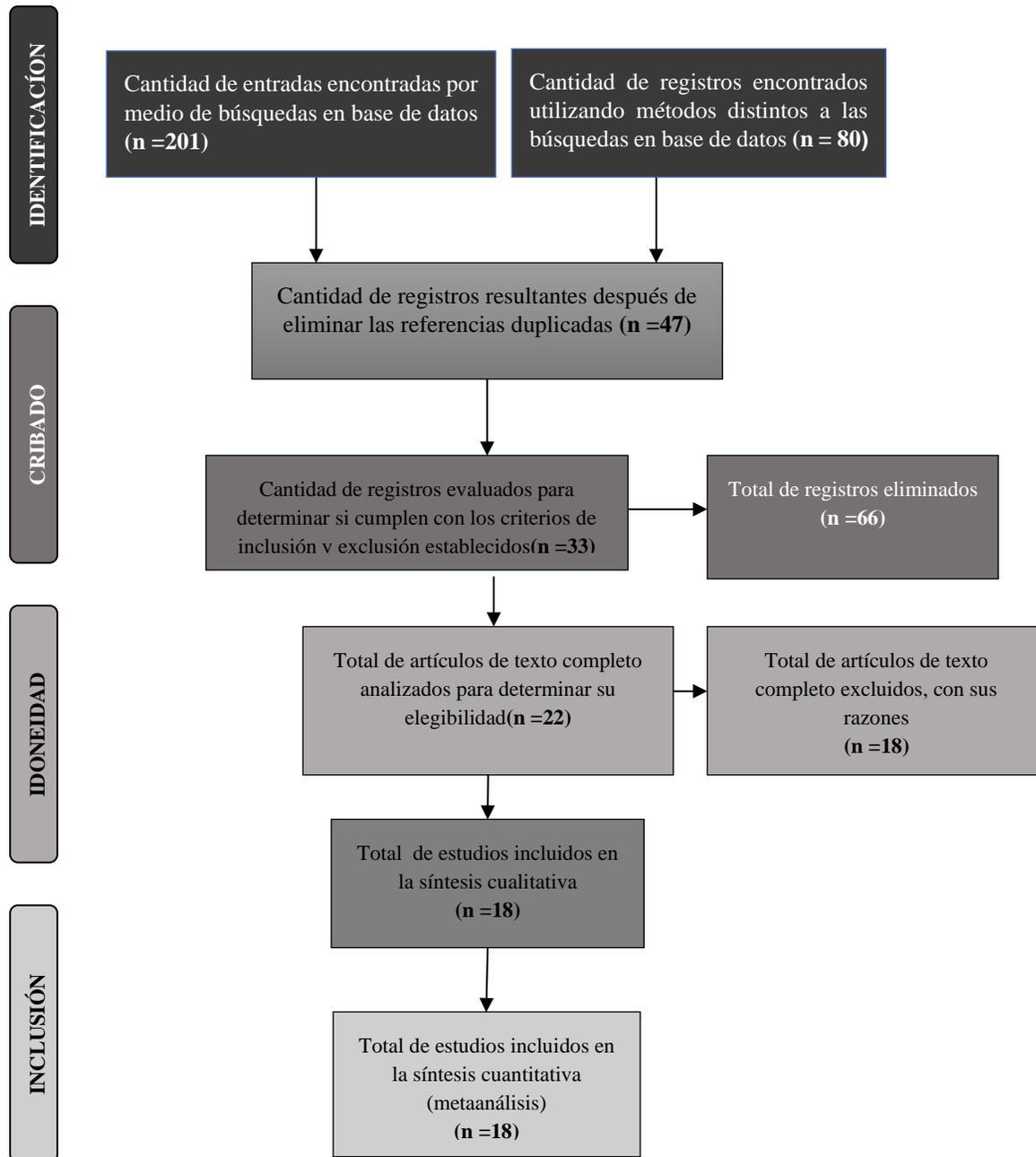
Criterios de exclusión.

- Los estudios que no estén relacionados con el monitoreo de bienes patrimoniales serán excluidos..
- Los que utilizan otros dispositivos tecnológicos que no sean aplicados en monitoreo de bienes patrimoniales.
- Los que no estudien metodologías interdisciplinarias para evaluar las condiciones de conservación del patrimonio cultural
- Excluimos las revisiones bibliográficas que no fueron publicadas en el periodo de 2008 a 2018.

Tabla 1. Criterios de inclusión, exclusión

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Un detalle de todo el proceso se puede observar en la ver Figura 7.



Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Figura 7. Diagrama de flujo Prisma en Cuatro Niveles.

Resultados

La determinación de la presentación de resultados y los diversos criterios de aplicación, inclusión y exclusión se basó en el examen de múltiples autores y sus ideas. Un resumen de los hallazgos de los estudios elegidos sigue el orden que se ha considerado más pertinente para facilitar la comprensión e integración de los resultados. El monitoreo de bienes patrimoniales como ya se detalló en el marco teórico, se lo puede realizar mediante sensores alámbricos e inalámbricos. A continuación, se detallan los estudios más relevantes con estas dos tecnologías. Con sensores alámbricos se tiene el caso de Polímero Reforzado con Fibra PRF (Coricciati et al., 2017). Este estudio caracteriza ventajas, tales como bajo peso, alta relación resistencia-peso, facilidad de manejo, velocidad de instalación, bajo espesor y bajo impacto visual. Ha permitido el monitoreo de la estructura (deformación, grietas, temperatura, entre otros), mediante la combinación de materiales PRF y fibra óptica; ya que son químicamente duraderas, resistentes a la corrosión, estables e insensibles a las perturbaciones electromagnéticas y ambientales externas. Lo que permite la transmisión de señales a largas distancias y varias medidas en diferentes puntos. El estudio fue realizado en el Monasterio de Sant'Angelo d'Ocre, en la ciudad Ocre AQ de Italia.

Así mismo, (Alaggio et al., 2021) utilizan 78 acelerómetros Force-Balance de equilibrio de fuerza, cinco sensores de temperatura y humedad alámbrico, los mismos miden las variables de temperatura y humedad relativa, comportamiento estático, dinámico de las estructuras históricas de mampostería. Cada unidad de control se comunica vía LAN con la computadora de recolección y procesamiento de datos. Cada unidad de control interactúa con un GPS que transmite cada segundo una señal de sincronización en formato NMEA a través de la interfaz RS422, el lugar escogido para el monitoreo fue la basílica de Santa María di Collemaggio.

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Hasta ahora, los resultados mencionados utilizan las tecnologías de monitoreo de sensores alámbricos, pero también existen estudios de sensores inalámbricos como el presentado por (Angelis et al., 2020), quienes desarrollaron un sistema de sensores electrónicos alámbricos para monitorear la vibración de una estructura. Este sistema de bajo costo consta de varios sensores y un receptor central. Todos los sensores se construyen utilizando componentes electrónicos. Cada uno de los sensores funciona con batería y está equipado con un acelerómetro MEMS triaxial, un módulo transceptor inalámbrico de largo alcance (TILA) para la transmisión de datos. Por tanto, se puede emplear para detectar las tensiones más relevantes a la estructura, permitiendo la identificación de riesgos, el estudio fue realizado en las afueras de la ciudad de Perugia (Italia Central).

De manera similar, (O. D. P. Cultural et al., 2015) analizaron los métodos de monitoreo de preservación adecuados para Taiwán, el estudio se basa en un sensor inalámbrico de alta posición, el mismo monitorea temperatura y humedad relativa. El estudio fue realizado en monumentos en zonas de clima cálido y húmedo Taichung, Taiwán, República de China.

El análisis de los patrones de fisuras, es uno de los pasos más importantes en la evaluación de daños estructurales. Así (Verstryngge et al., 2018) han investigado varias técnicas novedosas basadas en monitoreo de deformación distribuida y detección de emisión acústica (AE) en una prueba experimental, para mediciones de grietas en mampostería patrimonial. Las técnicas aplicadas fueron fibras ópticas integradas con sensores de rejilla de Bragg de fibra distribuida, correlación de imagen digital de visión estereoscópica. Estas pruebas, se realizaron en un laboratorio en Bélgica.

Por otro lado, (Ceriotti et al., 2022) aplicaron redes de sensores auto amplificadas inalámbricos, para el monitoreo de bienes patrimoniales; ya que son fáciles de implementar y tienen un bajo impacto visual. El hardware personalizado se ocupa de manera eficiente de los datos de vibración de alto volumen, y los sensores especialmente diseñados adquieren la deformación del edificio, el software recopila los datos, de manera eficiente las diversas velocidades de datos y las necesidades de los sensores, el estudio se realizó en la ciudad de Trento (Italia) cerca del Castillo de Buonconsiglio, es una torre medieval de 31 metros de altura.

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Por otra parte, (Egipto et al., 2020) presentan un sistema de monitoreo que aplica una red inalámbrica compuesta por pequeños sensores de temperatura y humedad relativa. Los sensores son dispositivos independientes capaces de medir la temperatura y la humedad relativa, se caracteriza por mínima invasividad (sin cableado, pequeñas dimensiones) para no perjudicar el deleite del visitante, larga vida operativa, facilidad de despliegue y mantenimiento, y bajo costo. Los mismos están conectados a través de un enlace inalámbrico a un pequeño receptor para enrutar los datos a un sistema, donde se almacena la información y se envía a la nube. Se puede acceder a los datos de la nube desde cualquier lugar, en tiempo real a través de teléfonos inteligentes y se pueden descargar fácilmente para realizar análisis adicionales. El estudio fue realizado en Museo de la Facultad de Arqueología de la Universidad de Sohag en Egipto.

La aplicación de sistemas de monitoreo también fue analizado (Hisico et al., 2019), por lo cual han desarrollado sistemas, que se basa en pequeños sensores inalámbricos de detección. Estos son alimentados por baterías, son capaces de conectarse de forma inalámbrica a receptores ubicados en lugar donde van a ser monitoreados. Una infraestructura donde se almacenan y procesan los datos, permite al usuario acceder a los datos en todo el mundo en tiempo real. Se caracteriza por tener sensores de detección muy pequeños, mínimo consumo de energía y la ausencia de cableado, permiten que el sistema se despliegue dentro de museos y exposiciones; sin perjudicar la realización de recorridos por parte del visitante. Puede funcionar correctamente durante tres años, prácticamente sin costo de mantenimiento. Se aplicaron en los sitios patrimoniales de Puente de Boyacá y el Museo Nacional de Colombia.

Además, (Aparicio et al., 2016) implementaron en un estudio de evaluación el rendimiento de topologías de enrutamiento de árbol y redes de sensores inalámbricos tipo malla. Estos, se caracterizan por La eficiencia energética y un rendimiento de operación en entornos remotos. Monitorearon condiciones de temperatura y humedad durante períodos de semanas, para probar qué topología de enrutamiento era mejor. Se probaron dos sistemas el protocolo: XMESH una red en malla para redes inalámbricas. y el protocolo de árbol de colección. La red CTP funcionó mejor que la red XMESH en todos los experimentos, lo que significa que se perdieron menos mensajes. La

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

principal razón de este comportamiento es que la red XMESH tiende a reconfigurarse más rápido que la CTP, si hay problemas de comunicación, que se debieron principalmente al movimiento de personas. El lugar seleccionado para el estudio fue un sitio de patrimonio cultural, la iglesia de San Juan Bautista en Talamanca de Jarama (Madrid, España).

Complementariamente, (París et al., 2006) construyó y patentó un nuevo dispositivo, llamado “sensor de punto de rocío”, para proteger las vidrieras al detectar la condensación en la superficie del vidrio. La investigación se centró en pruebas de laboratorio y campañas experimentales. Se supervisaron dos importantes monumentos franceses, Sainte-Chapelle en París y la Basílica de Saint-Urbain en Troyes mediante tres sistemas diferentes para detectar el fenómeno de la condensación. Esto, con el fin de evaluar y comparar su precisión y confiabilidad. La medición indirecta a través de cálculos matemáticos utilizando la temperatura del aire y la humedad relativa, y dos mediciones directas mediante el punto de rocío y los sensores de humedad.

De manera similar, (Ruga, 2019), analiza las partículas fúngicas, potencialmente biodeteriogeno, a través de un monitoreo volumétrico aerobio lógico. El muestreo aerobio lógico, se realizó utilizando instrumentos no invasivos para capturar las esporas fúngicas dispersas en la atmósfera por aspiración de volúmenes de aire conocidos y constantes dentro de valiosos sitios históricos, artísticos y culturales. También analizo la temperatura y humedad relativa utilizando un sensor inalámbrico termo Hygro RTGR328N, frecuencia de RF de 433 MHz. Los estudios se llevaron a cabo monitoreando en tres sitios, los espacios conservados del Archivo Histórico de la Abadía de San Pedro en Perugia, la Biblioteca de Doctorado de la Universidad de Perugia y los ambientes del museo de la Galería Nacional de Umbría.

Adicionalmente se encontraron estudios relevantes para monitoreo mediante escáneres y modelos 3D. Así, (Alfaro Malatesta et al., 2015), se utilizó la tecnología de escaneo láser 3D junto con un sistema de información geográfica para obtener un modelo tridimensional de la estructura de cubierta y muros del templo nuevo de San Roque de Peine en el Salar de Atacama, Chile. En primer lugar, se generó una nube de puntos que se transfirió a varios programas de dibujo para su análisis. Esto permitió comparar los efectos del derrumbe y reconstruir meticulosamente el dibujo en su estado original. Los

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

registros obtenidos del levantamiento en el Laboratorio 3D complementaron las diversas vistas capturadas por el escáner láser durante el estudio.

De manera similar, (Armesto-González et al., 2010) han planteado una metodología que combinó la tecnología del escáner láser terrestre con técnicas de procesamiento de imágenes digitales para examinar los daños en los materiales pétreos de edificios históricos. Por tanto, son necesarios estudios multidisciplinares para conocer el deterioro que afecta a los diferentes materiales, lo cual es muy importante para cumplir una tarea adecuada para la restauración y conservación. Se emplearon algoritmos de clasificación no supervisados para categorizar imágenes de intensidad 2D que se obtuvieron a partir de datos en 3D recopilados por el equipo de escaneo láser. Según los resultados obtenidos se muestra el potencial que ofrece el uso de datos de intensidad de escáner láser terrestre para identificar y describir ciertas anomalías en los materiales de construcción. El sitio de estudio fueron las ruinas de Santo Domingo, ubicadas en el corazón de la ciudad de Pontevedra, Galicia (España).

Así mismo, (Del et al., 2017) utilizan técnicas no destructivas basadas en la digitalización 3D mediante el escaneo y la obtención de la nube de puntos del edificio, para verificar y monitorear las deformaciones y movimientos del edificio. Además, esta técnica ayuda a apreciar mediante exploraciones sucesivas en el tiempo, la posible degradación del material pétreo y las pérdidas de estos, en combinación con el empleo de un programa de procesamiento y comparación de nubes de puntos (LIDAR) y sistemas de información geográfica (SIG). El lugar para el estudio está ubicado en Biar, localidad de la provincia de Alicante, se ubica la Iglesia de Nuestra Señora de la Asunción.

Asimismo, (La et al., 2019) investigaron que la herramienta digital de Modelado de Información de Edificios Históricos (HBIM) es una alternativa relevante para la gestión colaborativa de la información relacionada con las estructuras existentes. Aparte de los beneficios obvios del HBIM para el intercambio de información entre las partes interesadas durante el proyecto de monitoreo y conservación de los lugares patrimoniales, el proceso de HBIM se basa principalmente en los usuarios y los operadores tengan el modelo constantemente actualizado. El objetivo HBIM es optimizar la eficiencia en la gestión de la información entre las partes interesadas del patrimonio cultural, para

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

garantizar una preservación más sensata de los activos históricos y reducir los costos relacionados con las obras de conservación. Los datos almacenados en el modelo HBIM, se pueden observar tanto en el sector académico como en el profesional.

De igual manera, (Tsilimantou & Delegou, 2020.) parten de información como datos históricos, arquitectónicos, imágenes, archivos y dibujos arquitectónicos e históricos, fases de construcción documentadas y trabajos de intervención anteriores, lo cual es un punto clave para los proyectos de rehabilitación. Tales materiales de construcción, se muestra y se emplea en el contexto de un sistema de información geográfica (SIG). Además, el procedimiento de documentación multidisciplinar, agregado con los productos topográficos, genera un modelado de información de edificios patrimoniales (HBIM) en 3D, la metodología descrita, combina los datos para el desarrollo de mapas temáticos GIS y un HBIM, aplicada en el edificio histórico de Villa Klonaridi, Atenas (Grecia).

Por otro lado, (P. Cultural et al., 2021) analizan un estudio de caso de la plataforma interoperable denominado con el nombre ROCK, configurada como un entorno de colaboración entre actores urbanos, pero también como un repositorio de datos co-creados sobre el patrimonio cultural. Investigan algunos casos de digitalización de patrimonio a través de plataformas colaborativas proyectos de la UE. Este marco permite resaltar la necesidad de ir más allá del DW, como herramienta de control tecnológico o narrativa, pero como instrumento para empoderar tanto a las instituciones como a la ciudadanía. La plataforma interoperable ROCK, se presenta como un estudio de caso útil que operó de procesamiento de datos para ampliar el acceso al conocimiento utilizable del patrimonio cultural. Se centró en los centros históricos de las ciudades como laboratorios, para demostrar cómo el patrimonio cultural puede ser un motor de regeneración, desarrollo sostenible y crecimiento económico. El enfoque de ROCK, previó a la aplicación sistémica e integrada de una serie de iniciativas y modelos a seguir, se empleó en tres sitios de prueba en las ciudades de Bolonia, Lisboa y Skopje, apoyando la transformación de los centros históricos de las ciudades. El objetivo del proyecto fue proporcionar un enfoque colaborativo para promover la regeneración eficaz y la reutilización adaptativa en los centros históricos de las ciudades.

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Asimismo, (Ratoiu & Petculescu, 2017) presentan un proyecto demostrativo recién iniciado sobre la implementación y validación de un modelo de investigación interdisciplinario, con el desarrollo de un producto digital interactivo en línea. El mismo proporcionaría datos complementarios sobre los monumentos históricos y su entorno, así como actualizaciones constantes y comparativas estadísticas para generar una evaluación precisa del estado de conservación del paisaje cultural. Además, la información resultante contribuirá en el proceso de toma de decisiones para las políticas de desarrollo regional. Se desarrolla modelos digitales 3D de los monumentos históricos seleccionados, monitoreo de microclimas, estudio de radar de penetración terrestre, imágenes multiespectrales y térmicas, caracterización de suelos y rocas, estudios ambientales. Este producto digital está constituido por un sitio web intuitivo con una base de datos que permite la corroboración de datos, visualización y comparación de los modelos digitales 3D, así como un mapeo digital en el sistema GIS. El lugar seleccionado es el paisaje cultural de Aluniș-Bozioru (Rumania).

En los resultados para el monitoreo de bienes patrimoniales es importante analizar el uso y aplicación de otros VANTs. Así, (Claver & Sebastianorte, 2020) los cuales analizaron una metodología donde se aplica la tecnología de VANT marca Phantom. Estos dispositivos pueden incorporar sistemas de captura de imágenes de alta calidad generando fotografías de alta resolución y videos de alta definición. Así, los VANT permiten obtener imágenes aéreas de grandes superficies terrestres y también acceder a zonas y espacios de difícil acceso a un menor costo. Dependiendo del sistema de captura de imágenes incorporado, se pueden generar imágenes térmicas y multiespectrales que pueden aplicarse en la investigación del patrimonio, la metodología propuesta se puede aplicar en la investigación patrimonial, para la generación de modelos de activos 3D que utilizan fotogrametría. Durante la ejecución del vuelo se pueden emplear diferentes aplicaciones para tomar fotografías (es decir, Pix4D Capture, Mission Planner, otros) y las imágenes capturadas se pueden procesar usando diferente software tales como (testo IRSoft, FLIR Tools, otros), los lugares escogidos para el estudio, la fábrica de caña de azúcar San Joaquín y en el acueducto del Águila, ubicado en Nerja (España). De igual manera, (Bakirman et al., 2020) investigaron la eficiencia de VANT ultraligero para la documentación de un edificio histórico. En este estudio, se utilizó el sistema fotogramétrico de

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

monitoreo, para crear datos de nubes de puntos tridimensionales de un edificio histórico utilizando vehículos ultraligeros de bajo costo. Las nubes de puntos resultantes se compararon con los datos de un escáner láser terrestre. Las desviaciones estándar máximas se calcularon como 0,62 cm y 1,87 cm para VANT phantom PRO-4, con una cámara de 20 megapíxeles y vehículos ultra ligeros VUL de bajo costo. Para producir de nubes de puntos, se utilizó el software comercial Pix4D, que se basa en el método de sistema fotogramétrico de monitoreo. El lugar escogido para el estudio fue una iglesia histórica en el centro de la ciudad de Estrasburgo (Francia).

Asimismo, (Zhenrao et al., 2021) exploran un modelo de desarrollo sostenible del patrimonio cultural para construir un puente entre la protección del patrimonio cultural y el desarrollo turístico a través de un enfoque de plataforma integrada. Se adoptaron diferentes tecnologías digitales para la información del turismo cultural, como escenas macro topográficas, edificios antiguos, vistas panorámicas, utilizaron la fotografía aérea para obtener imágenes de fotografía oblicua. Se planificó la ruta de vuelo y la altitud de los VANT. A continuación, se construyeron modelos 3D mediante la creación de nubes de puntos, la construcción de triangulaciones irregulares y la realización de mapas de textura. Se realizaron ajustes en los resultados del modelo 3D con el fin de obtener los resultados del modelo de superficie digital. (MSD). Finalmente, curvas de nivel y puntos de elevación, el sitio de estudio monte Lushan, ciudad de Jiujiang, provincia de Jiangxi, (China).

Después de haber analizado los dispositivos tecnológicos utilizados en los últimos 20 años se puede evidenciar que los dispositivos de sensores inalámbricos son los más utilizados, ya que tienen ventajas tales como bajo peso, alta relación resistencia-peso, facilidad de manejo, velocidad de instalación, bajo espesor y bajo impacto visual. Como describen los siguientes autores (Angelis et al., 2020), , (O. D. P. Cultural et al., 2015), (Verstryngge et al., 2018), , (Ceriotti et al., 2022), , (Egipto et al., 2020), (Hisico et al., 2019), , (Aparicio et al., 2016), (París et al., 2006), (Ruga, 2019)

Discusión

Con esta revisión, el objetivo es analizar los diferentes dispositivos utilizados para el monitoreo de bienes patrimoniales a nivel mundial. El primer dispositivo (Coricciati et al., 2017), utiliza

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

dispositivos inteligentes de polímero de fibra reforzado lo cual son tecnologías innovadoras para el monitoreo ya que brinda, una de las soluciones más innovadoras que se está desarrollando en los últimos años, ya que tiene muchas ventajas comparadas con las tradicionales tales como bajo peso, alta relación resistencia-peso, facilidad de manejo, capacidad de drapeado, velocidad de instalación, bajo espesor e impacto visual. La utilización de la fibra óptica permite obtener datos confiables y estos se les puede utilizar en lugares hostiles, ya que son químicamente duraderas, resistentes a la corrosión, estables e insensibles a las perturbaciones electromagnéticas y ambientales externas, los cuales ayudan a monitorear a distancias más largas por la misma fibra óptica que utilizan. Además, (Verstryngge et al., 2018) el material de fibra óptica hacen que este material muy utilizado ya que al contar con características de diámetro total de 1 mm para permitir la incrustación del sensor en entornos hostiles. La fibra óptica estaba equipada con cinco sensores FBG, que se instalaron con una longitud de base de 0,8 m 0,55 m para el control de deformaciones. En un extremo de la pared, la fibra óptica se dobló para permitir la cobertura de dos juntas horizontales con una sola fibra y para Incrementar la robustez del sistema de monitorización en caso de rotura de la fibra, ya que la fibra óptica puede ser manipulada desde ambos extremos. De manera similar, (Angelis et al., 2020) plantea el diseño del sensor, se similares características utilizadas por (Coricciati et al., 2017) las cuales son de bajo consumo de energía y bajo costo. el sistema propuesto de varios sensores y un receptor central. Son componentes electrónicos listos para usar y monitorear una estructura de patrimonio cultural, a diferencia de (O. D. P. Cultural et al., 2015), los cuales utilizan sensores inalámbricos ubicados estratégicamente en 4 esquinas de una altura aproximadamente 3,60 metros la posición más alta y 60 cm la posición más baja. Estos sensores de posición alta y un sensor de posición baja colocados en el espacio interior en el futuro, pueden calcular la diferencia de humedad relativa y la evaluación de valores anormales. Este estudio puede reducir los recursos humanos y preservar el patrimonio cultural. Por otra parte, (Ceriotti et al., 2022) demuestran que el sistema de monitoreo basado en redes de sensores inalámbricos nos muestra que los datos altamente confiables sostenida durante un período de tiempo prolongado. Además, el hardware puede ser reutilizable y extensibles demostrando los beneficios de las abstracciones de alto nivel en una implementación del mundo real para la

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

monitorización de otros edificios patrimoniales, verificando así la flexibilidad y reutilización del sistema de monitoreo, (Alaggio et al., 2021), podemos que los sensores de temperatura que miden la temperatura y la humedad relativa son los más utilizados. Los acelerómetros Force-Balance registran la respuesta dinámica de las grietas en toda la estructura. Hay grietas que se estiran cuando sube la temperatura y grietas que actúan en sentido contrario. El proceso de monitoreo dinámico de muros de la nave y la fachada. (Egipto et al., 2020), describen una solución completa para evaluar las condiciones ambientales y la agresividad de la atmósfera en el interior de un museo, también utilizan sensores inalámbricos. Los sensores son capaces de medir la temperatura y la humedad relativa durante mucho tiempo, coinciden con los dispositivos de (Coricciati et al., 2017) los cuales tienen similares características tales como no utilizan cableado, pequeñas dimensiones para no perjudicar la fruición del visitante, larga vida operativa, facilidad de despliegue y mantenimiento, confiabilidad en diferentes escenarios y bajo costo. Asimismo, (Hisico et al., 2019) manteniendo la misma línea, analizan las condiciones ambientales como la temperatura y la humedad relativa ya que estos afectan directamente la degradación de los artefactos en sitios interiores como expuestos a condiciones exteriores. Además, por lo tanto, a menudo se requiere un sistema de monitoreo ambiental eficaz y flexible para evaluar si las condiciones ambientales son adecuadas para la conservación adecuada de los artefactos o si se debe tomar alguna acción específica para su salvaguarda, específicamente para el campo del patrimonio cultural. Igualmente, (Ruga, 2019) analiza las partículas fúngicas, potencialmente biodeteriorante, a través de un monitoreo volumétrico aerobio lógico dentro de valiosos sitios históricos, artísticos y culturales. Las metodologías aplicadas han proporcionado una descripción confiable de la contaminación biológica del aire por presencia esporas de hongos; además, han permitido la prevención de situaciones de riesgo y la medición de su evolución para limitar los procesos de degradación pero coincide también en el monitoreo propuesto (Hisico et al., 2019) y (Egipto et al., 2020) donde mide la temperatura y humedad relativa durante el muestreo biológico para tener una evaluación ambiental interior y exterior utilizando un termohigrómetro digital. Por otra parte, (París et al., 2006) no coincide con las variables de medición de temperatura y humedad, los mismos plantean una mejor comprensión del efecto del medio ambiente en las

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

superficies de vidrio y pintura y evaluar la eficiencia del sistema de acristalamiento de protección, con el fin de encontrar soluciones sostenibles para proteger vidrieras antiguas. Patentaron un nuevo dispositivo, llamado “sensor de punto de rocío”, lo cual el sistema ha confirmado la eficacia del sistema de acristalamiento de protección, en lo que respecta a la intemperie de las vidrieras. (Alfaro Malatesta et al., 2015) En contraste, se investigan tecnologías convergentes que faciliten el trabajo de preservación del Patrimonio Arquitectónico Vernáculo, el cual se caracteriza por el uso de materiales naturales y no industrializados. Hoy es posible incorporar herramientas digitales cuyas tecnologías están diseñadas para obtener lecturas detalladas y fidedignas de cada una de las partes y elementos del edificio. La interface entre el edificio y el ordenador es aquí definida como una nube de puntos 3D. Se generó una nube de puntos que luego se transfirió a distintos programas de dibujo con el fin de analizarla. Así, (Armesto-González et al., 2010) coinciden una metodología similar para combinar la tecnología del escáner láser terrestre con técnicas de procesamiento de imágenes digitales para investigar los deterioros en los materiales pétreos presentes en construcciones histórica., utilizando datos de intensidad de tres escáneres láser terrestres con diferentes especificaciones técnicas. De manera similar, (Del et al., 2017) guardan relación en aplicar la tecnología LIDAR para modelar los edificios ya que es una tecnología que está en auge en los actuales momentos , sus movimientos y deformaciones en una escala cuantificándolos hasta alcanzar precisiones de milímetros. Incluso llegar a comparar los posibles movimientos que un edificio o parte de él ha podido sufrir en el tiempo, mediante sucesivos escaneos y controles sobre el mismo, para la adquisición de datos, el levantamiento gráfico y su modelado 3D de todo el edificio. Similar metodología la utilizaron (Armesto-González et al., 2010). Los resultados que (Claver & Sebastianorte, 2020), (Bakirman et al., 2020) siguen la misma línea en metodologías de VANT los cuales ofrecen la posibilidad de obtener imágenes de alta resolución y videos de alta definición en zonas y espacios de difícil acceso a un menor costo. Dependiendo del sistema de captura de imágenes incorporado, se pueden generar imágenes térmicas y multiespectrales que pueden aplicarse en la investigación del patrimonio, la metodología propuesta se puede aplicar en la investigación patrimonial, para la generación de modelos de activos 3D que utilizan fotogrametría.

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Hasta ahora, se ha mencionado dispositivos inteligentes pero existen herramientas digitales (La et al., 2019), tales como (HBIM) es una alternativa relevante para la gestión colaborativa de la información relacionada con las estructuras existentes. Aparte de los beneficios obvios del HBIM para el intercambio de información durante el proyecto de conservación, no se debe descuidar el potencial de tales procesos para apoyar las estrategias de conservación. Los desarrollos recientes de las interfaces web de HBIM ilustran la necesidad de una investigación adicional para fortalecer las relaciones entre el modelo digital y el mundo real para apoyar mejor la conservación preventiva de los lugares patrimoniales, (Tsilimantou & Delegou, 2020.) mantienen una línea similar en el sistema de información lo cual considera un punto clave para los proyectos de rehabilitación. La información sobre el estado de conservación y / o toma de decisiones, para la restauración sostenible es un requisito previo, lograr la integridad estructural de un edificio histórico, especialmente uno que ha pasado por muchas fases de construcción necesita de una metodología que incluye la adquisición, clasificación y manejo de diversos datos multisensoriales, se muestra y aplica al interior de un sistema de información geográfica (SIG). Además, el procedimiento de documentación multidisciplinar, agregado con los productos topográficos, genera un modelado de información de edificios patrimoniales (HBIM). (P. Cultural et al., 2021) ya analizan un estudio de caso aplicando la digitalización del patrimonio cultural. Varias plataformas digitales están surgiendo como herramientas no solo para almacenar, recuperar, comparar y procesar diferentes tipos de datos relacionados con el patrimonio cultural para el uso de planificadores y administradores urbanos, sino también como herramientas participativas para la toma de decisiones. La creciente integración entre el ámbito físico y digital a través de varios instrumentos digitales, como Internet de las cosas, realidad virtual y aumentada, aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje natural, ha llevado a los diseñadores a conceptualizar la necesidad de fusionar diferentes paneles y plataformas de ciudades inteligentes en un sistema integrado. sistema conocido como el gemelo digital urbano (GD). Esta tarea solo puede ser posible mediante la construcción de una ontología compartida de la ciudad, que permita la interoperabilidad de diferentes sistemas de datos. (Ratoi & Petculescu, 2017) combinan las herramientas digitales, con el desarrollo de un producto digital interactivo en línea y escaneos de

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

monumentos históricos realizados por un grupo de expertos en geología y biología los incluirían incluirán modelos digitales 3D de los monumentos históricos seleccionados, este trabajo multidisciplinario, proporcionaría datos complementarios sobre los monumentos históricos y su entorno, así como actualizaciones constantes y comparativas estadísticas para generar una evaluación precisa del estado de conservación de este paisaje cultural. Este producto digital está constituido por un sitio web intuitivo con una base de datos que permite la corroboración de datos, visualización y comparación de los modelos digitales 3D, así como un mapeo digital en el sistema GIS.

En conclusión, es importante señalar que este proyecto tiene ciertas limitaciones que podrían ser perfeccionadas. En particular, podría haber otros dispositivos disponibles para monitorear el patrimonio cultural que no han sido investigados en profundidad.

Conclusiones

Una de las mejoras en el ámbito tecnológico analizado para el monitoreo de bienes patrimoniales es la metodología HBIM, misma que puede monitorear en tiempo real las construcciones patrimoniales, juntamente con los VANT y la tecnología escáneres laser 3D, prometen avances tecnológicos para que en el futuro seguir preservando el patrimonio cultural.

El presente trabajo ayudará a tomar conciencia, como un correcto monitoreo utilizando los diferentes sistemas tecnológicos pueden preservar el patrimonio cultural, para que los gobiernos de turno planteen nuevas leyes y reglamentos en la constitución de un correcto monitoreo en las ciudades de valor patrimonial, fomentar a las universidades mejorar sus planes de estudio, talleres donde se involucre a los estudiantes a tomar conciencia del valor patrimonial que se posee, firmar convenios con instituciones públicas y privadas para el mantenimiento de estos ya que serán un legado para las futuras generaciones, su preservación es un importante activo para el desarrollo económico, político y social de los países.

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

Los dispositivos tecnológicos más utilizados para el monitoreo de bienes patrimoniales son los sensores inalámbricos ya que, por su bajo peso, alta relación resistencia-peso, facilidad de manejo, velocidad de instalación, bajo espesor y bajo impacto visual son los más utilizados.

Agradecimientos

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo

Referencias

1. Abate, D. (2019). Built-Heritage Multi-temporal Monitoring through Photogrammetry and 2D/3D Change Detection Algorithms. *Studies in Conservation*, 64(7), 423–434. <https://doi.org/10.1080/00393630.2018.1554934>
2. Alaggio, R., Aloisio, A., Antonacci, E., & Cirella, R. (2021). Two-years static and dynamic monitoring of the Santa Maria di Collemaggio basilica. *Construction and Building Materials*, 268(xxxx). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121069>
3. Alfaro Malatesta, S., Pérez Lancellotti, G., García Gallardo, B., Serrano, M., Pérez lancellotti, G., García Gallardo, B., & Serrano velásquez, M. (2015). ARQUITECTURA VERNÁCULA Y TECNOLOGÍA: de la piedra a la nube de puntos, templo nuevo de San Roque de Peine, Salar de Atacama, Chile. *Arquitectura Del Sur*, 47, 716–2677.
4. Angelis, A. De, Santoni, F., Carbone, P., & Cecconi, M. (2020). *sensores aplicado a un sitio hipogeo*.
5. Aparicio, S., Martínez-garrido, M. I., Ranz, J., Fuerte, R., & Izquierdo, Á. G. (n.d.). *sensores*.
6. Armesto-González, J., Riveiro-Rodríguez, B., González-Aguilera, D., & Rivas-Brea, M. T. (2010).

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

- Terrestrial laser scanning intensity data applied to damage detection for historical buildings. *Journal of Archaeological Science*, 37(12), 3037–3047. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.06.031>
7. Bakirman, T., Bayram, B., Akpinar, B., Karabulut, M. F., Bayrak, C., C, A. Y., & Zafer, D. (2020). *CienciaDirecta Implementación de sistemas UAV ultraligeros para la documentación del patrimonio cultural*. 44, 174–184.
 8. Características, T. L. (n.d.). *Sistema de medición preciso y complejo que tiene como objetivo el análisis, conservación, restauración y/o la catalogación de obras de valor artístico, arquitectónico o industrial*.
 9. Ceriotti, M., Mottola, L., Picco, G. Pietro, Murphy, A. L., Gună, Ș., Corrà, M., Pozzi, M., Zonta, D., Zanon, P., Bruno, F., Irst, K., Trento, U. De, Meccanica, I., Trento, U. De, & Srl, T. (2022). *Monitoreo de edificios patrimoniales con redes de sensores inalámbricos : la implementación de Torre Aquila*. 13–16.
 10. Chen, J., Blume, H.-P., & Beyer, L. (2000). Chen et al_2000_lichens. *Catena*, 39, 121–146. www.elsevier.com/locate/catena
 11. Claver, J., & Sebastianorte, M. A. (2020). *ciencias Aplicaciones gráficas de vehículos aéreos no tripulados (UAV) en el estudio de activos patrimoniales industriales*.
 12. Coricciati, A., Ingrosso, I., Sergi, A. P., Largo, A., & Km, S. S. (2017). *El Monasterio de Sant ' Angelo d ' Ocre*. 747, 448–456.
 13. Cultural, O. D. P., Cultura, M. De, Los, P. De, Lee, M. C., B, Y. L. T., Lin, M. L., Hang, L. W., Chen, C. Y., Vi, C., & Vi, W. G. (2015). *Mecanismo de seguimiento en la conservación de monumentos en zonas de clima cálido y húmedo ABSTRACTO : concreto reforzado (temperatura , humedad y contenido de humedad) y adoptar sensores de monitoreo y seleccionar los lugares de monitoreo apropiados .* 271–276.
 14. Cultural, P., Digitales, H., & Roca, L. A. (2021). *PATRIMONIO CULTURAL Y HERRAMIENTAS DIGITALES : LA ROCA*. 4, 276–288.
 15. Del, Y. S., Construido, P., La, A. A., Principal, F., Cereceda, M. L., Spairani, Y., Departamento, B., & Arte, E. D. E. L. (2017). *TÉCNICAS LIDAR Y GIS EN LA ENCUESTA DE LA IGLESIA DE BIAR*.

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

- 171, 53–62.
16. Egipto, U. D. S., Lombardo, L., Parvis, M., Angelini, E., & Grassini, S. (2020). *La Campaña de Monitoreo Ambiental del Museo de la Facultad de Arqueología de la*. 521–526.
17. Fatorić, S., & Seekamp, E. (2017). Are cultural heritage and resources threatened by climate change? A systematic literature review. *Climatic Change*, 142(1–2), 227–254. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-1929-9>
18. Fraden, J., Norton, H. N., Middelhoek, S., Audet, S. A., & Sensors, S. (2002). 2. Sensores 1. *Sensores*, IV, 33 Pag. https://www.ele.uva.es/~lourdes/docencia/Master_IE/Sensores.pdf
19. García, G. I. (2017). *Estudio sobre vehículos aéreos no tripulados y sus aplicaciones*. 196. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/23021/TFG-P-528.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
20. Grado, T. D. F. De, & Martin, D. M. (2016). *Monitorización de patrimonio cultural*.
21. Hisico, P. A. G., Pag, J. N., Lombardo, L., Parvis, M., Corbellini, S., Posada, C. E. A., Grassini, E. A. S., Telecomunicaciones, D. E., & Torino, P. (2019). *Artículo regular Seguimiento medioambiental en el ámbito del patrimonio cultural -*.
22. La, A. T. D. E., Significado, C. D. E., & Patrimonio, D. E. L. (2019). *DIGITAL TWIN: UNA METODOLOGÍA BASADA EN HBIM PARA APOYAR LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA DE ACTIVOS HISTÓRICOS*. 609–616.
23. París, S., Troyes, B. D. S., Bernardi, A., Becherini, F., B, G. B., & B, M. B. (2006). *Condensación en vidrieras antiguas y eficiencia*. 7, 71–78.
24. Patrimonio, E. D. E. L. (2017). *Procesos de clasificación supervisados para la caracterización de*. IV, 39–46.
25. Preti, silvia. (2017). *Facultad De Arquitectura Y Urbanismo Metodología De Documentación Digital Del Patrimonio*. 163.
26. Ratoiu, L., & Petculescu, A. (2017). *PLATAFORMA DIGITAL INTEGRADA PARA LA VALORIZACIÓN DE UN CULTURAL*. 22–24.
27. Ruga, L. (2019). *sensores*.
28. Saldivar Victoria C Groschopf, D. S., & Solange Saldivar Victoria Carolina Groschopf Lida Vilma

Revisión bibliográfica y sistemática del uso de tecnologías de monitoreos de bienes patrimoniales a nivel mundial.

-
- González Rosa Mabel Dominguez Romina Elizabeth Meza Eliana Noemí Rodríguez Norma Isabel Wionczak, D. (2020). *El patrimonio documental: elementos básicos para su identificación y conservación*.
29. Tableroalparque. (2021). *Introducción a los sensores*. 33–60.
https://tableroalparque.weebly.com/uploads/5/1/6/9/51696511/introducción_a_los_sensores.pdf
30. Tassara Andrade, P. (2002). Patrimonio Mundial. In *revista PH*.
<https://doi.org/10.33349/2002.40.1420>
31. Teijgeler, R. (2018). Preserving cultural heritage in times of conflict. In *Preservation Management for Libraries, Archives and Museums*. <https://doi.org/10.29085/9781856049214.010>
32. Tsilimantou, E., & Delegou, E. T. (n.d.). *GIS y BIM como entornos digitales integrados para el modelado y seguimiento de edificios históricos*.
33. Verstryngge, E., De Wilder, K., Drougkas, A., Voet, E., Van Balen, K., & Wevers, M. (2018). Crack monitoring in historical masonry with distributed strain and acoustic emission sensing techniques. *Construction and Building Materials*, 162, 898–907.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.01.103>
34. Viera Rodriguez, 2019. (2019). *Trabajo Para El Escaneo Con*.
35. Zhenrao, C., Chaoyang, F., Qian, Z., & Fulong, C. (2021). Joint development of cultural heritage protection and tourism: the case of Mount Lushan cultural landscape heritage site. *Heritage Science*, 9(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s40494-021-00558-5>