



Informe sobre la instrumentalización del Giraldillo

SEGUIMIENTO DE LA RESPUESTA MECÁNICA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN
Septiembre 2009

Durante el proyecto de reposición del Giraldillo sobre la torre de la Giralda, en 2005, se instaló un sistema de instrumentación que permitiese posteriormente realizar un seguimiento sobre su respuesta mecánica y estado de conservación.

Este sistema persigue el objetivo de registrar distintas variables asociadas a la respuesta mecánica del Giraldillo (movimientos, esfuerzos mecánicos), acciones a las que se ve sometida (velocidad y dirección del viento), condiciones meteorológicas (temperatura y humedad), corrosión de materiales, etc.

Este sistema de instrumentación despierta por un lado el evidente interés que supone el control y estudio de la evolución del comportamiento del Giraldillo, pero también tiene un relevante interés técnico por cuanto supone el carácter singular que le confiere su especial ubicación, objetivos, diversidad de magnitudes a registrar, controlar y analizar, etc.

La mayoría de sensores instalados se encuentran sobre el vástago que sostiene al Giraldillo sobre la torre, ya que se trata del elemento fundamental para mantener la estabilidad del conjunto, y porque la colocación de sensores sobre la escultura o en su interior resulta complicada y costosa por su difícil acceso y carácter giratorio.

A continuación se resumen las distintas magnitudes que son registradas por el sistema.

Velocidad y dirección del viento: Se dispone de un anemómetro y una veleta para registrar la velocidad y dirección del viento incidente sobre el Giraldillo, que es la principal acción mecánica que soporta. Este registro resulta fundamental para evaluar el correcto funcionamiento de la Veleta, ya que las magnitudes mecánicas objeto de estudio están directamente relacionadas con la acción del viento.

Medida de esfuerzos en el vástago: Una sección del vástago se encuentra instrumentada para medir los esfuerzos mecánicos que ha de soportar debido a la acción del viento sobre el Giraldillo o a un posible movimiento sísmico.

La medición de los esfuerzos de flexión, junto con la velocidad del viento permite establecer una correlación entre ambos. La detección de posibles desviaciones permanentes con respecto a esta correlación podría indicar un funcionamiento anómalo de la Veleta.

La medida de esfuerzos flectores en el vástago tiene una utilidad añadida, y es que debido al desequilibrio del conjunto del Giraldillo permite conocer la orientación de la Veleta.

Medida de vibraciones: Se dispone de 6 acelerómetros y 4 clinómetros ubicados a lo largo del vástago.

El análisis dinámico de las señales suministradas por estos sensores permite determinar los parámetros que caracterizan la respuesta dinámica de la Veleta (obtención de frecuencias naturales, modos de vibración y amortiguamientos). El estudio de la evolución temporal de estos parámetros y su posible evolución, así como su correlación con la acción del viento, permitirá advertir alguna variación en su respuesta que pueda estar relacionada con algún tipo de deterioro en su funcionamiento o estado de conservación.

Corrosión: Para registrar la posible tendencia a la corrosión en las uniones entre distintos los distintos metales presentes en el Giraldirillo se dispone de una sonda de corrosión, compuesta por muestras de los distintos materiales en contacto entre sí, y entre los que se mide el potencial galvánico existente en cada momento.

Temperatura y humedad: A fin de conocer el ambiente en que se encuentra la Veleta, se han colocado dos sondas de temperatura y humedad, una en el exterior y otra en el interior de la bola, donde se reproduce un ambiente similar al del interior de la escultura

En total, se tienen 21 canales de medida asociados a las distintas magnitudes a registrar. Los cables de los sensores recorren una distancia de entre 35 y 40 m hasta el punto donde se ubica el sistema de adquisición, en el Cuerpo del Reloj de la Giralda, que es el punto más alto de la torre al que se puede llegar fácilmente para realizar tareas de programación o mantenimiento sobre el sistema.

RESULTADOS OBTENIDOS

El Giraldirillo presenta dos orientaciones preferentes, NE y SO, coincidentes con las direcciones del viento predominante en Sevilla. Se observa una tendencia predominante SO en la orientación del Giraldirillo debida a una mayor intensidad de dichos vientos. En torno al 40% del tiempo está orientado según la dirección del viento, y se ha podido estimar que necesita una velocidad de unos 10 m/s para asegurar su movimiento y orientación de acuerdo a la dirección del viento.

Hasta el momento, el Giraldirillo ha llegado a soportar vientos de hasta 100 km/h.

Los ciclos de temperatura y humedad diarios se han registrado nítidamente con las sondas de temperatura y humedad interior y exterior de la escultura. Las diferencias de temperatura entre una y otra se producen principalmente en los niveles máximos de dichos ciclos, siendo inferiores normalmente a 5°C. Hasta el momento se han registrado temperaturas desde los 48°C en el interior hasta 0°C en el exterior.

En relación a la respuesta dinámica, se han detectado valores de las frecuencias naturales de vibración del Giraldirillo y la Giralda acordes con los obtenidos a partir de los modelos computacionales elaborados durante el proyecto de restauración. A partir de las distintas técnicas de detección de daño implementadas basadas en la respuesta dinámica, se concluye que durante el periodo considerado no se han observado tendencias en los distintos parámetros de control que alerten sobre algún cambio en el comportamiento de la estructura del vástago. Este tipo de análisis está indicado para un seguimiento a largo plazo donde se puedan percibir ciertas tendencias o cambios en las propiedades dinámicas de la estructura que indiquen la necesidad de realizar algún tipo de intervención.

CONCLUSIONES

El sistema ha permitido obtener información relevante y de gran interés para el estudio del comportamiento del Giraldirillo y su estado de conservación. Además, las técnicas implementadas permitirán disponer a largo plazo de una herramienta que permita diagnosticar algún tipo de deterioro en la estructura del Giraldirillo y advertir de la necesidad de realizar algún tipo de intervención.

No obstante, y dado el lógico deterioro que sufre cualquier tipo de sensor a lo largo del tiempo y más si se encuentra expuesto a condiciones climatológicas severas, es lógico recomendar que se realice una revisión de la instalación al menos cada 5 años, coincidiendo con las operaciones de revisión y mantenimiento del estado de conservación del Giraldirillo que se estimen oportunas, y que se han de llevar a cabo independientemente de que en el proceso de monitorización se haya detectado algún funcionamiento anómalo.