

**AUDITORIO DE LOS JAMEOS DEL AGUA**



**1-ANTECEDENTES**

El auditorio natural del complejo Jameos del Agua, Obra de Cesar Manrique, al norte de la isla de Lanzarote, permanece cerrado desde hace varios años, debido a las inestabilidades observadas en el terreno natural que forma la bóveda del mismo.

El auditorio es el producto de un sistema geológico de tubo volcánico, que actualmente se encuentra en proceso de degradación progresiva. La zona está constituida por una cavidad de origen natural, que lleva desde 1976 acondicionada como auditorio, siendo el mayor natural de Europa. (Fig. 1)

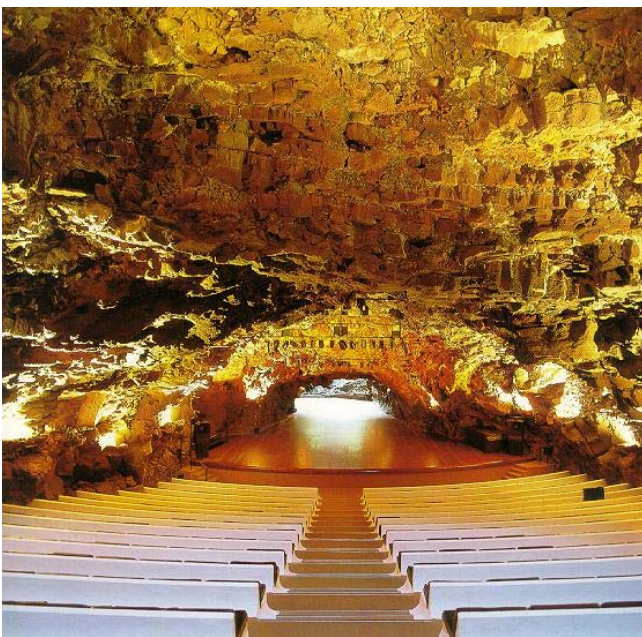


Fig. 1. Vista general del auditorio.



Fig. 2. Auditorio cubierto de andamios.

**2- OBJETO Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS.**

Se trata de hacer una consolidación de la totalidad de la bóveda, en varios niveles:

**Hidrodemolición:** La roca tenía numerosas eflorescencias. Como primera actuación se ha efectuado una limpieza generalizada, utilizando técnicas de hidrodemolición. Se han aplicado presiones de hasta 2.000 bar., que además de efectuar una magnífica limpieza, producen el desprendimiento de aquellas rocas que estaban muy sueltas. De esta manera se ha mejorado significativamente la seguridad del personal durante la ejecución de los trabajos. (Fig. 3)



Fig. 3. Eliminación de eflorescencias mediante hidrodemolición

**Bulonado corto:** Los taladros son de un metro de longitud y 22 mm de diámetro, debidos a las características de la roca volcánica y a la cantidad de problemas sufridos por nuestro personal a la hora de la ejecución de los mismos, HCC decidió realizar estas perforaciones mediante radiales neumáticas provistas de aire comprimido y refrigeradas por agua. (Fig. 4)



Fig. 4. Perforación de taladro de 1 m y d 22 mm, mediante radial neumática.

Una vez introducido el bulón de fibra de 16 mm. de diámetro, se obturó el taladro y se inyectó con resina epoxi de media viscosidad. El objetivo era lograr una corona de un metro de espesor de roca consolidada. La cuadrícula de estos taladros tiene un espaciamiento de aproximado de 1x1 m. Ejecución de aproximadamente 2000 taladros. (Fig. 5)

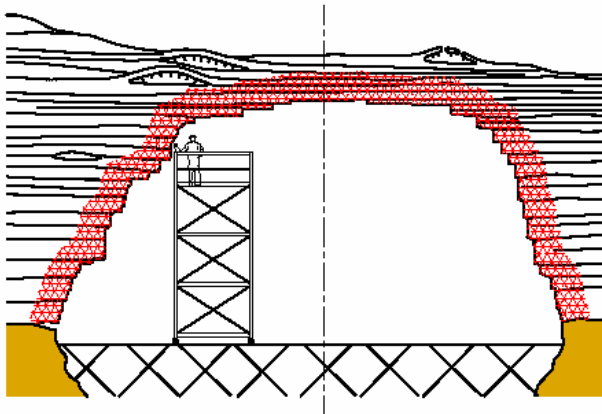


Fig. 5. Fase de bulonado corto

**Bulonado largo:** Se realizaron perforaciones a rotación de 46 mm., y de al menos 4 metros de longitud. (Fig. 6 y 7)

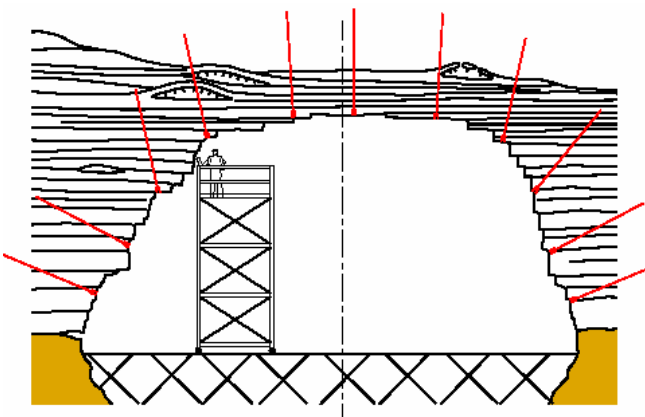


Fig. 6. Fase de bulonado largo.



Fig. 7. Perforación a rotación de taladro de 4 m y d 46 mm.

Debido a la cantidad de cavidades encontradas en su interior se optó en primer lugar por inyectar acuareactiva para rellenar estas cavidades y a continuación re-perforar en el mismo taladro introduciendo en cada una de ellos un bulón de fibra de vidrio y resina de poliéster, de 25 mm. de diámetro. Posteriormente el taladro se obturó y se inyectó con resina epoxi de media viscosidad. Ejecución de aproximadamente 600 bulones. (Fig. 8)



Fig. 8. Vista general del bulonado en la bóveda del auditorio.

**Losa de hormigón aligerado:** Con esta solución se ha pretendido crear un estrato artificial de terreno mejorado en las zonas en las que el espesor en clave fuera reducido. El objetivo de este tratamiento era crear un estrato artificial en el que efectuar el anclaje de los bulones, no obstante para mejorar el comportamiento se incluyó un armado de refuerzo.

Un aspecto fundamental de este estrato mejorado es su peso, ya que se sitúa en la zona especialmente sensible a las posibles sobre-cargas, por lo tanto para contrarrestar el sobrepeso, se utilizó un hormigón formado con árido ligero.

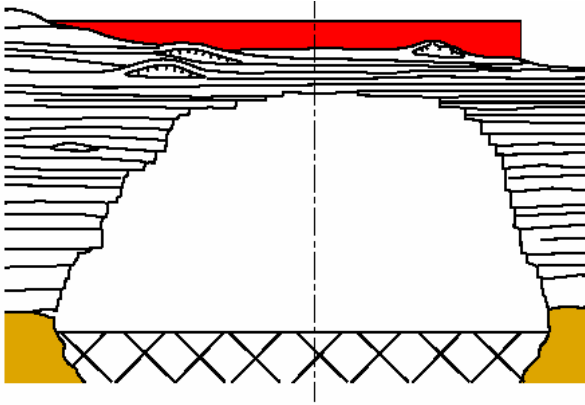


Fig. 9. Estrato mejorado de hormigón.

Posteriormente se realizaron una serie de perforaciones a rotación de 46 mm. de diámetro desde la losa de hormigón hasta el interior de la bóveda. Al introducir nuestra cámara pudimos ver la gran variedad de cavernas, por lo que decidimos inyectar un mortero fluido de altas prestaciones sin retracción para el tratamiento de inyección y relleno de grandes huecos.

Finalmente se procedió a re-perforar en los mismos taladros introduciendo en cada uno de ellos un bulón de fibra de vidrio y resina de poliéster, de 25 mm. de diámetro. (Fig. 9 y Fig.10)



Fig. 10. Obturadores en la losa de hormigón.

**Microcosido:** De forma puntual, con el objeto de sujetar rocas sueltas, se efectuaron microcosidos, con pequeños refuerzos de fibra y resina, rellenando posteriormente el taladro con epoxi. (Fig. 11)



Fig. 11. Ejecución de microcosido.

**Soldadura química:** También de forma puntual, aquellas rocas que tenían peligro de caída y no eran suficientemente grandes para realizar un micro-cosido sobre ellas, se sellaron simplemente con un potente adhesivo. (Fig. 12)

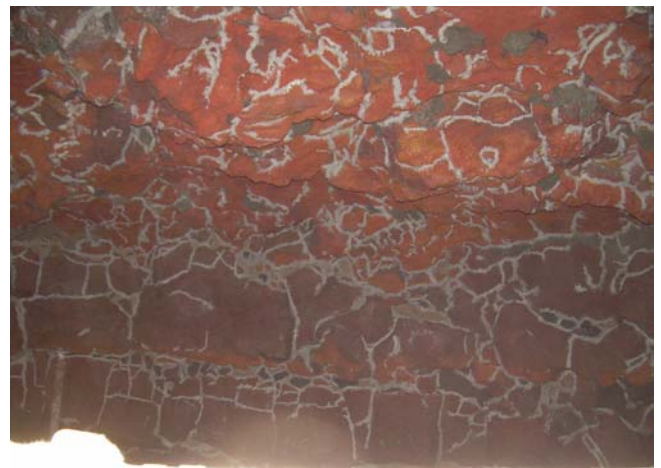


Fig. 12. Soldadura química.

**Hidrodemolición:** Una vez terminados los trabajos de consolidación procedimos a una última limpieza con agua a alta presión, utilizando técnicas de hidrodemolición. Se aplicaron presiones de hasta 2.000 bar., que además de efectuar una magnífica limpieza, ayudaron a los desprendimientos de aquellas rocas que estaban sueltas. Este procedimiento nos permitió establecer el límite de resistencia mínima que tenía la piedra ofreciendo una mayor seguridad. (Fig. 13)



Fig. 13. Hidrodemolición.

Acondicionamiento estético: Complementariamente se ejecutaron otros trabajos de acondicionamiento estético. Primero procedimos al revestimiento de bulones con mortero pétreo y con una coloración adecuada al entorno elaborada con piedra natural de la zona y en segundo lugar utilizamos una coloración adecuada al entorno para encubrir el cordón de soldadura química. (Fig. 14)



Fig. 14. Coloración de la soldadura química..

Tratamiento generalizado de mineralización: Concluidos los trabajos anteriores, se aplicó de forma generalizada un mineralizador que perfeccionó las características superficiales de la roca, evitándose el desprendimiento de "arenillas".

### **3-SEGUIMIENTO Y ASCULTACIÓN DURANTE LA OBRA.**

Como medida de precaución, durante la obra, se llevó un control topográfico detallado mediante nivelaciones de clave, y posteriormente toma de convergencias en clave y hombros mediante mini-prismas. (Fig. 15)



Fig. 15. Equipo de nivelación topográfica.

Durante el descimbrado del estrato mejorado, se realizó un control en superficie mediante 3 clinómetros colocados próximos a la zona de mayor voladizo y repartidos homogéneamente en las tres zonas del descimbrado. En el interior de la cueva se controlaron, con la misma precisión, posibles movimientos con el equipo topográfico. (Fig. 16)



Fig. 16. Colocación de clinómetros en la losa-estrato.

Durante las obras no se conocieron movimientos que podrían haber sido detectados por nuestros clinómetros y equipos topográficos.

#### **4-CONCLUSIONES**

HCC ha terminado satisfactoriamente los trabajos de consolidación del auditorio Jameos del Agua, gracias a la creación de una nueva técnica instrumental pensada especialmente para la realización de este trabajo.

El acondicionamiento de los Jameos del agua supone la primera obra de estas características realizada en un entorno volcánico. El éxito de la obra ha concluido con la obtención de unos magníficos resultados tanto estructurales como estéticos con un perfecto acondicionamiento al medio natural. (Fig. 17)



*Fig. 17. Vista general del auditorio trabajos finalizados*

[www.hcc-es.com](http://www.hcc-es.com)

Avda. Euskadi 5. 28917 Leganés. Madrid  
Telf. 916108506. Fax: 916107827

Dpto. Comercial: [virginia@hcc-es.com](mailto:virginia@hcc-es.com)

