

Digitalización 3D en Arqueología

Lluís Vila Bonamusa¹ y Lluís Viladrihtor²

¹ ESTRATS S.L.Gestión del Patrimonio Cultural, Sant Esteve de Palautordera, Bracelona. España

² SOLUMETRICS, 3D Scan, foto aérea y métrica, Sant Cugat del Vallés, Barcelona. España

Resumen:

El objeto de la comunicación es poner de manifiesto, a partir de varios proyectos arqueológicos, los resultados conseguidos en colaboración entre dos empresas especializadas en disciplinas diferentes: una en arqueología y patrimonio cultural y la otra en medición y digitalización 3D. El conjunto de elementos que se van a describir corresponden a proyectos que se encuentran en fase de ejecución, por lo que su nivel de desarrollo no es aún suficiente para poder presentar unas conclusiones que nos permitan valorar y profundizar el resultado de los trabajos desarrollados entre ambas empresa.

Palabras Clave ARQUEOLOGÍA, PATRIMONIO, ESCÁNER 3D, FOTOGRAMETRÍA, FOTO AÉREA.

Abstract

The purpose of the communication is to show, from several archaeological projects, the results achieved in cooperation between two companies specialized in different disciplines: one in archeology and cultural heritage and other measurement and 3D scanning. The set of elements will be described relate to projects that are being implemented, so that their development is not enough yet to present some conclusions to allow us to evaluate the outcome of the work carried out between the two company.

Keywords: ARCHAEOLOGY, HERITAGE, 3D SCANNER, PHOTOGRAMMETRY, AERIAL PHOTO

La presente comunicación resume los trabajos realizados hasta el momento sobre monumentos arqueológicos de tipologías y requerimientos muy distintos. Con ello mostramos cómo la aplicación de tecnologías digitales ayuda a conseguir los requerimientos arqueológicos planteados, ofreciendo, incluso alternativas que, sin éstas técnicas, serían difícilmente obtenibles. El primer proyecto se está realizando sobre dos rocas con grabados rupestres, conocidas como la Pedra de Fanals y la Pedra del Puig Romani. El segundo proyecto se centra en la Torrassa del Moro, torre circular que presenta un basamento de origen romano. El último proyecto recae en la recientemente descubierta estatua-menhir de Mollet.

localizadas en el bloque granítico de Mas Rotllant de Vinyers, a unos 200m (Pedro, 2009).



Pedra de Fanals en su enclave original

1. PROYECTOS REALIZADOS

1.1. La Pedra de Fenals d'Aro y la Pedra del Puig Romani (Baix Empordà, Girona).

La Pedra de Fanals así como la Pedra del Puig Romani se localizan en el municipio de Castell – Platja d'Aro, en la comarca del Baix Empordà (Girona). El hallazgo se debe a la ejecución de las obras de desdoblamiento de la carretera C-31, entre Platja d'Aro y Palamós, promovidas por la empresa GISA.

Durante el control arqueológico de retirada de la tierra vegetal, se pudieron documentar, además de las citadas, otro conjunto más numeroso formado por unas cincuenta insculturas,

La Pedra de Fanals presenta unas dimensiones de unos 6m en su eje longitudinal (NW-SE) y de unos 4m en su eje transversal (NE-SW). El eje longitudinal presenta una inclinación del 33,5% en sentido E-W. Se caracteriza por la presencia de cazoletas con surcos que se localizan en la plataforma superior-central. El elemento principal lo forman dos cazoletas de mayores dimensiones unidas por un surco más remarcado y más largo. De este surco surgen otros surcos dando la apariencia de brazos que finalizan en otras cazoletas.

La Pedra del Puig Romani presenta un conjunto gravado que mide 1,40 m. de longitud, en sentido norte-sur y 0,80 m

perpendicularmente. En la zona sur se observa un pico al que se asocian directamente tres cazoletas. Hay cinco cazoletas más unidas a través de los surcos, y cuatro que se encuentran aisladas.

Ambos conjuntos podrían interpretarse como motivos antropomorfos. Técnicamente se realizaron mediante repicado, siendo la sección del gravado en U. A pesar del control y la excavación realizada en la zona, no se documentó ningún tipo de restos arqueológicos asociados (González, 2010). El establecimiento de su cronología ha sido realizado, de manera relativa, a partir del estudio de los paralelos documentados en las construcciones megalíticas del Empordà, concretamente de la zona localizada al sur del macizo de las Gavarres. Éstos se fechan en el neolítico medio-calcolítico, perdurando hasta el bronce inicial (Tarrús 2002; Tarrús et al. 1998).

Debido a la importancia de estos conjuntos, los cuales tienen la categoría de BCIN, se llevó a cabo su documentación exhaustiva, también a través del levantamiento con escáner 3D. Bajo el punto de vista de la digitalización del monumento, los retos planteados eran el conseguir un modelo 3D digital con suficiente precisión y detalle y, a la vez, capturar las texturas, tanto de color como de los detalles de forma, para conseguir una reproducción física 1:1 lo más fidedigna posible. Cabe destacar que la piedra tenía que ser cubierta de nuevo puesto que quedaba afectada directamente por el trazado de la carretera, y no podía ser extraída de su entorno ya que ello podía significar su destrucción.

La digitalización de las inculturas se planteó según la siguiente estrategia:

- La digitalización 3D se hizo al aire libre con un escáner terrestre equipado con una cámara fotográfica capaz de dar color a cada punto escaneado. Con ello se consiguió una nube de puntos procesada y uniformizada de unos 2.000.000 puntos, con una densidad de un punto cada 3mm, y con una precisión por punto de 2-3 mm, considerada suficiente para la posterior reproducción 1:1.
- Fotografía métrica: durante la misma jornada se hizo una sesión fotográfica con una cámara digital calibrada y con un patrón KODAK para uniformizar los colores durante el post-procesado de las fotografías.
- A partir de la nube de puntos, por ingeniería inversa, se formó una malla de la superficie y a partir de ella se realizaron diversas pruebas de mecanizado sobre una máquina herramienta de cinco ejes de tamaño suficiente.



Modelo 3D mallado y texturizado

- A partir de los resultados obtenidos se mecanizó la pieza como contramolde para luego hacer el positivo con resina de poliéster ignífuga, laminada con fibra de vidrio. El conjunto se montó sobre un bastidor especial para darle la suficiente rigidez.
- A continuación se texturizó con la misma resina utilizando tampones de silicona, realizados anteriormente a partir de piedra original de la zona triturada. La última capa se hizo con piedra triturada recogida en la zona del yacimiento. Por último se aplicó una capa de acabado para consolidar el conjunto, dándole, en base a las fotografías tomadas, colores de oxidación y tonalidades imitando el original

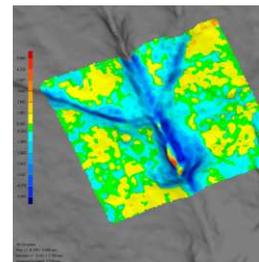


Aspecto de la reproducción física E: 1/1

Con todo este proceso consiguió una reproducción con un color y texturas muy parecidas al original y, gracias al escaneo 3D, la garantía de la máxima precisión dimensional. Dicha precisión fue comprobada escaneando la reproducción y, luego, comparando la nube de puntos con el original. Las máximas diferencias eran de pocos mm en la parte central de la pieza y menos de 1cm en alguna zona periférica, achacable a la propia deformación del fraguado de la resina – fibra de vidrio y el soporte.

La realización del proceso descrito permite:

- Reducir el tiempo de documentación gráfica de las piedras.
- Realizar una documentación exhaustiva y más objetiva que la llevada a cabo a través de los métodos arqueológicos tradicionales.
- Reducir al máximo posible cualquier actuación sobre los monumentos que pudieran significar su alteración.
- Reducir el tiempo de digitalización en campo (comparado con la realización de un molde)
- Eliminar el problema de almacenamiento del molde después de su uso y garantizar que en posteriores reproducciones las dimensiones sigan invariantes.
- Reducir costes de mecanizado adoptando el criterio de texturización final por medios artesanales.



Verificación dimensional entre el modelo y el original

1.2. La Torrassa del Moro (Llinars del Vallès):

La Torrassa del Moro es un edificio de origen romano que ostenta la categoría de BCIN, según la Ley 9/93. Es un edificio singular y uno de los mejores ejemplos conservados de torres circulares del período republicano de la Hispania romana. Se encuentra al norte de Barcelona, a unos 30 kilómetros. Su localización en una cima, le permite disponer de un amplio dominio sobre el territorio, controlando el paso natural de la Depresión Prelitoral, eje de comunicación norte sur y sobre el cual discurriría la Vía Augusta y, en la actualidad, la autopista AP-7 (Girona – Barcelona).

El Ayuntamiento de Llinars, titular del edificio, promovió el proyecto de recuperación de este singular edificio. Para ello se iniciaron una serie de trabajos, llevados a cabo por la empresa ESTRATS GPC, que consistieron en la realización de excavaciones, el estudio arqueoconstructivo del edificio así como el proyecto museológico y museográfico. Paralelamente también se redactó el proyecto de rehabilitación y restauración. Para profundizar y facilitar el estudio del edificio se planteó la realización del escáner 3D a partir del cual se pudo disponer de la imagen virtual del edificio y analizar con mayor detenimiento las características arquitectónicas y el estado de conservación que presentaba.

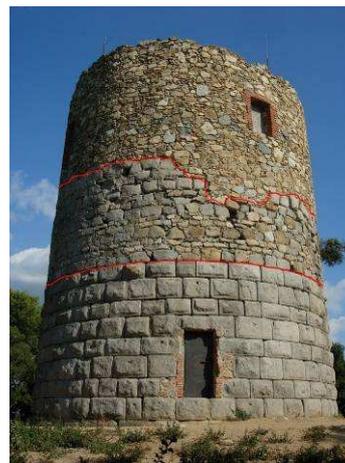
La Torrassa del Moro, como otras torres de vigía de época romana relacionadas con el control y la defensa de la red de caminos, fueron construidas después de la Segunda Guerra Púnica, cuando el estado romano confirmó su intención de consolidar su dominio en la Península Ibérica. A mediados del siglo II a.C., y especialmente a partir del 121 a.C., cuando Roma finalizó la conquista del sur de la Galia, se consolidó un primer eje de comunicación que conectaba Roma con Hispania a través de los Pirineos, y que con posterioridad se conocería como a Vía Augusta. Las descripciones más antiguas que hacen referencia a esta vía se encuentran en los vasos encontrados en Aquae Apollinares (Vicarello, Italia), a través de los cuales se describen los diversos itinerarios de la vía que comunicaba Roma con Gades. A través de estos vasos se puede reconstruir el trazado y la ubicación de diferentes mansiones, una de las cuales recibe el nombre de Praetorium, que comúnmente se ha relacionado con Llinars del Vallès o también con la Roca del Vallès.

Además de las mansiones, se establecieron recintos militares como el que se encuentra en Can Tacó (Montmeló) o torres de control como la misma Torrassa del Moro, con el fin de controlar amplias zonas del territorio y su paso. Otros ejemplos de torres de características arquitectónicas similares serían la de Castell de Falgars, (Beuda, la Garrotxa), la Torrassa de la Mora (Arbúcies, La Selva) o la de Castellví de Rosanes (Castellví de Rosanes, Barcelona), entre otras.

Desde finales de la época romana, la historia de la Torrassa del Moro presenta algunas incertidumbres. Se ha sugerido la posibilidad de que fuera reutilizada como lugar de vigía durante el período Emiral, pero no existe confirmación arqueológica. De hecho, de la baja edad Media tenemos evidencias de un nuevo uso del edificio, que pasaría a formar parte de una casa fortificada ya en el siglo XIV. Durante este período funcionó, probablemente, como lugar avanzado de guardia de la fortificación medieval del Castellvell de Llinars.

La Torrassa del Moro es una torre circular que conserva una altura total de 12 m. Presenta tres niveles. En la parte inferior se observa un paramento formado por 9 hiladas de 36 sillares que miden 60 cm x 45 cm cada uno. Son de piedra granítica y están perfectamente trabajados siguiendo la forma del almohadillado.

La técnica constructiva de este nivel corresponde al *opus quadratum*, con bloques colocados según la técnica de soga y tizón. Esta técnica constructiva y el aparejo presentan similitudes con las documentadas en las murallas republicanas de Gerunda, así como en la ciudad romana de Empúries, y en la fortaleza de Riells, a l'Escala. El segundo nivel se atribuye a una reutilización de época medieval. Se trata de un muro hecho con sillares de granito, de dimensiones más reducidas que las del nivel inferior. En general son poco trabajados, se encuentran ligados con mortero claramente diferenciado. El tercer nivel corresponde al edificio de principios del siglo XX, cuando se transformó en un pabellón de caza.



Vista general

A partir de los requerimientos del equipo arqueológico la estrategia de digitalización del monumento se planteó para obtener como documentación del proyecto:

- Planos de plantas, planta-cubierta, secciones y alzados
- Plano de desarrollo de las paredes cilíndricas en el interior y el exterior del monumento para el estudio y documentación del mismo (estado, patologías, anastilosis, etc.)
- Modelo 3D del monumento para usarlo como base de la presentación al Ayuntamiento.

Una vez analizados los requerimientos, el estado del monumento (interior vacío, de unos 12 m de altura y en estado ruinoso) y las técnicas de levantamiento en campo y post-procesado más adecuados, la estrategia que se empleó fue:

- Trabajos de campo: tanto la fotografía como el escaneado se diseñaron para tener suficiente resolución (puntos – pixels) para obtener planos de escalas hasta E: 1/20
 - Escaneado 3D del interior y exterior desde el suelo y de unas posiciones intermedias a las que hubo que acceder escalando por el interior de la torre en la que había una instalación de cuerdas fijas.
 - Fotografía métrica en color de las paredes exterior e interior con mástil de 8 metros de altura y cámara robotizada.

- Fotografía métrica en color del entorno y cubierta de la torre con globo cautivo de helio y cámara robotizada. Altura de vuelo hasta los 100m sobre el terreno.
- Apoyo topográfico.
- Post-proceso:
 - Obtención del modelo 3D completo de la torre a partir de las nubes de puntos del escaneado
 - Obtención directa (contra la nube de puntos) de los planos de plantas y secciones vectorizados
 - Obtención de las orto-foto-proyecciones por sectores de las paredes exterior e interior para usarlas de base para la confección de los alzados. Se desarrolló una metodología que permitió controlar el error máximo por debajo del admisible en base a la escala de representación empleada.
 - Obtención de fotografías aéreas de la cubierta (acceder a ella era casi impracticable, por la forma y precariedad de su estado).
 - Creación de fotos 360° del interior y desde el aire
 - Creación del prototipo de un sistema de presentación 3D del monumento con links gráficos interactivos para obtener, sobre el modelo 3D, los planos, fotos, vistas 360, y cualquier otro documento relacionado con el proyecto.



Vista general

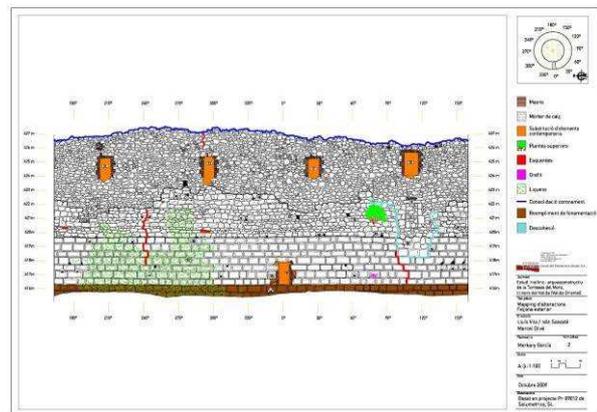
Unos apuntes sobre los planos del desarrollo de las paredes cilíndricas:

Como información de base se usó el levantamiento 3D de la torre y el reportaje fotográfico con cámara calibrada. Los pasos del proceso fueron los siguientes:

1. Corrección de la aberración óptica por los objetivos de la cámara
2. Paredes exteriores: dada su forma cilíndrica se optó por hacer un desarrollo cilíndrico, a pesar de que el diámetro en la parte superior e inferior era algo

distinto. El relieve de las hiladas de piedras de la época romana comprometía el proceso de proyección geométrica, pero el uso combinado de fotografía y escáner 3D permitió controlar los errores. Se usaron dos técnicas de rectificación:

- a. La basada en la proyección geométrica (homotético): de aplicación rápida y muy productiva que funciona bien cuando se trata de objetos planos
 - b. La basada en la rectificación polinomial que da buenos resultados sobre superficies no-planas pero relativamente uniformes sin irregularidades o relieves prominentes.
3. Paredes interiores: el proceso aplicado fue similar a las paredes exteriores pero mucho más complejo en el detalle. Dicha complejidad fue motivada por el relieve de las paredes, los cambios de grosor de las paredes (y por lo tanto de los diámetros interiores), la presencia de una escalera construida en la pared y de una ventana y otros detalles constructivos. Todo ello hacía que la geometría interior de un monumento tan sencillo fuera bastante más compleja que lo esperado en un primer análisis.



1.3. La estatua-menhir del Pla de les Pruneres (Mollet del Vallès)

La estatua-menhir del Pla de les Pruneres representa uno de los descubrimientos más destacados y relevantes de la arqueología megalítica en Catalunya. Debido a las características excepcionales del descubrimiento se generó una gran expectación, no sólo en el mundo científico sino también en ámbitos de la ciudadanía y los medios de comunicación en general. El conjunto de los trabajos fueron financiados por el propio ayuntamiento de la ciudad.

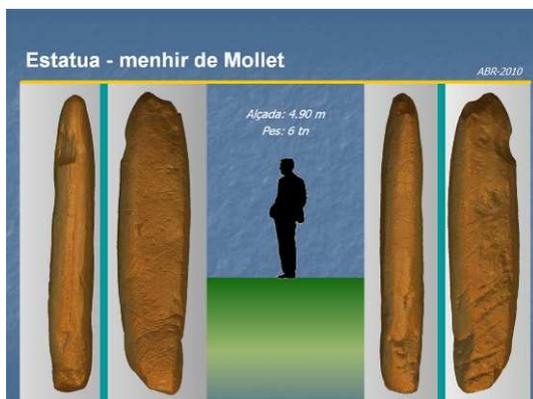
Fue localizada a raíz de la construcción de un parking, motivo por el cual se inició el proceso de excavación de la zona, dirigida desde la empresa Estrats por el arqueólogo Pablo Martínez. A pesar de los trabajos intensivos llevados a cabo, los resultados de las excavaciones fueron escasos y poco relevantes en relación al menhir y su contexto arqueológico.

En lo que atañe al monumento en sí mismo, se trata de una de las estatuas-menhir más grandes y destacadas de Catalunya y seguramente de Europa, con unos 4,90 metros de longitud y

unas 6 toneladas de peso. A pesar de presentar algunas marcas de la máquina excavadora, su estado de conservación general es óptimo. Consta de dos caras decoradas, en una de ellas se identifica el rostro de un personaje y en la posterior su espalda, donde destaca una decoración iconográfica formada básicamente por círculos y semicírculos.

Si bien se encuentra todavía en fase de estudio por especialistas, es necesario avanzar que el análisis de su iconografía mostrará, a todas luces, resultados innovadores. Tal como destaca Pablo Martínez (2010), en el anverso, el rostro humano destaca por la presencia de los ojos, las cejas y la nariz, característica iconográfica propia del Midi francés, correspondiente al grupo de la Provenza. Sin embargo, la técnica en la que fue esculpida, en bajo relieve, es propia del grupo de la Rouergue y Languedoc. En la zona dorsal encontramos una relación inversa motivo-técnica. La profusa decoración formada por los omoplatos y diversos elementos circulares ya mencionados, es propia del grupo de la Rouergue, mientras que la técnica que se aplicó, realizada a través del repicado, se corresponde con las tradiciones del grupo de la Provenza.

Debido a la trascendencia e interés de la estatua-menhir, la Direcció General de Patrimoni Cultural de la Generalitat de Catalunya, creyó oportuno llevar a cabo el levantamiento 3D del monumento combinando escaneado 3D por laser y por triangulación en color con fotografía de alta resolución. El objeto, tal como ya se ha destacado anteriormente, también era la preservación digital del monumento y, a la vez la obtención de secciones y ortofotoproyecciones de los grabados. A partir del modelo 3D se ha podido definir la geometría del sistema de soportación del menhir y, en un futuro cercano, se prevé la realización de una reproducción E: 1/1



Vistas del menhir

La pieza, por sus dimensiones y peso representaba un reto:

El tamaño: La pieza es muy grande para un escaneado con luz tramada (casi 5 metros de longitud) que, además requeriría trabajar en un entorno controlado (poca luz):

- Se requiere un gran número de scans (registro de unos 50-70 scans)
- La luz tramada requiere trabajar con poca luz

- Los andamios colocados alrededor del menhir impedían trabajar con facilidad con un equipo de esas características

La resolución: La pieza tiene detalles que un escáner 3D terrestre no garantiza recuperar para asegurar una buena reproducción a E: 1/1 con las texturas de forma iguales, o al menos semejantes, al original, especialmente en las zonas con insculturas

- Por su tamaño es adecuado para un escáner terrestre, pero un escáner terrestre no puede recuperar detalles de la superficie del orden de 1 mm o menos.

Color y Textura: El menhir se ubica para su restauración y digitalización en un patio exterior del CCBM con luz natural y bajo un toldo verde para protegerlo de la lluvia:

- Para garantizar los resultados es necesario conseguir una buena calidad en el color y tonalidad de las texturas del menhir a partir de las fotografías.

Para resolver los requerimientos del proyecto la estrategia se basó en lo siguiente:

1. Escaneado completo del monumento con un escáner terrestre de diferencia de fases a máxima resolución para conseguir una nube de puntos densa y completa. El proceso se hizo en dos fases, con el menhir en vertical y luego en horizontal para recuperar la información de la base enterrada. A pesar de todo por la cantidad de tubos de la estructura y otros apoyos impiden completar toda la superficie que se extrapola a partir del mallado por ingeniería inversa.
2. Definición de las zonas a levantar con mayor detalle: se determinaron tres áreas:
 - a. Zona de la cara ubicada en el lateral frontal del menhir
 - b. Zona trasera del menhir parte correspondiente a la trasera de la cara
 - c. Zona trasera del menhir, parte inferior correspondiente a la espalda o cuerpo.

Estas tres zonas se escanearon con un laser 3D de triangulación, un sistema que permite garantizar resoluciones y precisiones del orden de los 0,1-0,2 mm adecuados para captar los detalles “finos” para una reproducción E: 1/1

El proceso se realizó controlando las condiciones de luz ambiente, pero fue insuficiente y ello implicó trabajar durante la noche con un sistema compacto y autónomo con buenos resultados en cuanto a resolución y precisión. Las nubes de puntos generadas se registraron entre sí y luego sobre las nubes de puntos del conjunto del menhir.

3. La captura del color y textura de la pieza se hizo con una cámara réflex digital calibrada y con un patrón

Kodak que permitiera reducir al máximo las malas condiciones de iluminación (toldo verde principalmente). El post-procesado de las fotos permitió reducir y uniformizar el color antes de aplicarlo para texturizar las nubes de puntos.

En el momento actual se está finalizando el procesado geométrico – dimensional del menhir, obteniendo:

- Secciones transversales y longitudinales para definir las cimentaciones y verticalidad de la pieza en su futura nueva ubicación.
- Secciones sobre las partes esculpidas y gravada para su análisis arqueológico
- Preparación de un formato digital adecuado para su mecanizado por control numérico, y posterior realización de una réplica hasta a escala E: 1/1.
- Estudio de las geometrías y tipos de decoración.



Detalle de la representación facial

NOTAS AL MARGEN:

- | | |
|-----------------------|--|
| Preservar: | Proteger de un daño o peligro posible o probable.
Proteger, resguardar, salvaguardar. |
| Preservación digital: | Búsqueda de soluciones para conservar documentos digitales independientemente de su formato y del proceso de generación. |

ABREVIATURAS:

- BCIN: Bien Cultural de Interés Nacional
- GPS: Global Positioning System
- HDS: High Definition Survey
- HDRI: High Dynamic Range Imaging

2. LECCIONES APRENDIDAS

1. **Colaboración entre especialistas desde las primeras etapas del proyecto**
 - a. Permite mejores garantías en la consecución de los resultados esperados
 - b. Potencia resultados complementarios de alto valor que se obtienen con un diferencial de coste muy bajo
 - c. La preparación adecuada de la toma de datos influye mucho en la calidad de los datos obtenidos, hecho que tiende a ser minimizado por la propiedad.
2. **Garantía durante la toma de datos:**
 - a. Escalas de representación
 - b. Nivel de detalle – resolución - precisión
 - c. Eliminación de zonas de sombra en partes importantes
3. **Garantía durante el procesado y obtención de resultados**
4. **Sinergia en la obtención de resultados y mejor explotación del trabajo realizado.**
5. **La selección de la empresa que digitaliza debe garantizar los resultados finales adaptados a las necesidades reales del proyecto arqueológico (...las nubes de puntos no son suficientes...)**
6. **En muchos proyectos arqueológicos es necesaria una relación prolongada porque el proyecto se dilata en el tiempo (descubrimiento / definición de responsables / política / ubicaciones finales / ...)**

BIBLIOGRAFIA

La Pedra de Fenals d'Aro y la Pedra del Puig Romani

GONZÁLEZ, R. 2010, *Intervenció arqueològica a les obres de desdoblament de la carretera C-31. Tram Castell-Platja d'Aro – Palamós (Castell-Platja d'Aro, Calonge i Palamós, Baix Empordà)*. Febrer 2010. Sant Esteve de Palautordera, Estrats, Gestió del Patrimoni Cultural SL, informe inèdit.

PEDRO, M. 2009, *Intervenció arqueològica a les obres de desdoblament de la carretera C-31. Tram Castell-Platja d'Aro – Palamós (Castell-Platja d'Aro, Calonge i Palamós, Baix Empordà)*. Juny 2009. Sant Esteve de Palautordera, Estrats, Gestió del Patrimoni Cultural SL, informe inèdit.

ROQUÉ, C.; PALLÍ, L.; TARRÚS, J.; CARRERAS, E. 1995, *Aportacions al coneixement dels gravats prehistòrics dels massissos de les Gavarres i de Begur (Girona)*, *Estudis del Baix Empordà* 14, Homenatge a Lluís Esteva i Cruaïnes, 77-90.

TARRÚS, J. 2002, *Poblats, dòlmens i menhirs. Els grups megalítics de l'Albera, serra de Rodes i cap de Creus (Alt Empordà, Rosselló i Vallespir Oriental)*. Girona, Diputació de Girona.

TARRÚS, J.; BOFARULL, B.; CARRERAS, E.; GAY, P.; PIÑERO, M. D. 1998, *Reflexions sobre els gravats rupestres prehistòrics de Catalunya: el cas de l'Alt Empordà*, *Cypsela* 12, 119-134.

Torrassa del Moro

BALIL, A. (1953): *Prospecciones arqueológicas al valle del Mogent (Barcelona)*. *Archivo Español de arqueología* nº XXVI, pp 87 i 88.

OLIVÉ, M., SALVADÓ, I. VILA, LL. (2009): "Estudi històric i arqueoestructiu de la Torrassa del Moro", Informe inèdit, Estrats GPC.

MARTI CASTELLÓ, R. (2005): "Fars de terra endins. A propòsit de la Torrassa del Moro". *Laietania* nº16, pp185-197. Mataró.

SANCHEZ, E. (1994): "Informe preliminar sobre la intervenció arqueològica a la Torrassa del Moro Campanya del 8 al 22 d'agost de 1994 (Llinars el Vallès, Vallès Oriental)". Informe inèdit, Arqueociència s.l.

Zabala, M. (2007): *Memòria d'excavació de la Torrassa del Moro, Llinars del Vallès, Vallès Oriental*, Estrats S.L.

La estatua-menhir del Pla de les Pruneres

PHILIPPON, A. 2002, *Statues-Menhirs, des énigmes de pierre venues du fond des âges*. Rodez.

BELLEY, A. M.; MEZZENA, F.; RENDA, A. et ZIDDA, G. 1998, *Dei di Pietra. La grande statuaria antropomorfa nell'Europa del III Millennio a.C.*, Ginevra-Milano.

D'ANNA, A. 1977, *Les Statues-Menhirs et Steles Anthropomorphes du Midi Méditerranéen*, Paris, C.N.R.S.

D'ANNA, A. 2002, *Les statues-menhirs en Europe à la fin du Néolithique et au début de l'Âge de Bronze*. Dins AA.VV. 2002, *Statues-Menhirs, des énigmes de pierre venues du fond des âges*. Rodez.

FFORTÓ, A.; MARTÍNEZ, P.; MUÑOZ, V. 2006, *Ca l'Estrada (Canovelles, Vallès Oriental): un exemple d'ocupació de la plana vallesana des de la prehistòria a l'alta edat mitjana*. *Tribuna d'Arqueologia* 2004/2005. Barcelona.

FORTÓ, A.; MARTÍNEZ, P.; MUÑOZ, V. 2007, *Ca l'Estrada. Història de Canovelles 1*. Museu de Granollers, Ajuntament de Canovelles. Granollers.

LANDAU, J. 1977, *Les représentations anthropomorphes mégalithiques de la région méditerranéenne, (III au I millénaire)*, CNRS, 1977.

LOPEZ, J.; MOYA, A.; ESCALA, O.; NIETO, A. (En premsa), *La cista tumular amb esteles esculpides dels Reguers de Seró (Artesa de Segre, Lleida): Una aportació insòlita dins de l'art megalític peninsular i europeu*. *Tribuna d'Arqueologia* 2007-2008, Generalitat de Catalunya, Barcelona. (En premsa).

MARTIN, A. 2003, "Els grups del neolític final, calcolític i bronze antic. Els inicis de la metal·lúrgia", *Cota Zero*, 18, 2003, 76-105.

MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, P. (2010): "Estàtues-menhirs, testimonis d'una religió que va abastar tot Europa en el tercer mil·lenni aC", en *Centre d'Estudis Molletans*, vol. 25, Mollet del Vallès.

TARRÚS, J. 2003, "Els constructors de megalítics a Catalunya: cistes i dòlmens entre els mil·lennis V-III cal aC", *Cota Zero*, 18, 2003, 54-75.

VIDAL, LL.M. 1894, "Más monumentos megalíticos en Cataluña". Dins *Memoria de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, I, Barcelona, pp. 279-300.