

TESIS DOCTORAL

2022

**“LA EVOLUCIÓN DE LA
DOCUMENTACIÓN DEL ARTE
RUPESTRE.”**

VICENTE EXPÓSITO GIL

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN
HISTORIA.**

Dr. SERGIO RIPOLL LÓPEZ



ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO DE LA UNED

PROGRAMA DE DOCTORADO EN HISTORIA.

**“LA EVOLUCIÓN DE LA
DOCUMENTACIÓN DEL ARTE
RUPESTRE.”**

VICENTE EXPÓSITO GIL

LICENCIADO EN HISTORIA

DIRECTOR:

Dr. SERGIO RIPOLL LÓPEZ

DEDICATORIAS

*“A mi hija Nayl y a mi hijo Ian, porque fueron todo mi pasado desde que nacieron,
son todo mi presente, y serán todo mi futuro cuando ya no esté”.*

“A la memoria de mis padres”.

"Nada tiene tanto poder para ampliar la mente, como la capacidad de investigar de forma sistemática y real todo lo que es susceptible de observación en la vida".

Marco Aurelio

AGRADECIMIENTOS

Resulta muy difícil dar las gracias a todas aquellas personas que han podido influir en la consecución de lo que soy como persona, y a la realización de este trabajo. Ya que considero que ambas cosas están muy relacionadas. Por lo que trataré de nombrar a aquellas que creo han resultado más relevantes.

Por supuesto y en primer lugar, dar las gracias a mis padres por la educación que me dieron, así como el apoyo y cariño que tanto he echado en falta durante muchos años. Espero que allá donde estén se sientan orgullosos de mí.

Agradecer también a mis hijos el amor que me demuestran día a día, y lamentar el tiempo que no hemos pasado juntos y que he empleado en esta ardua aunque gratificante tarea.

A mi mujer Clara, por su amor y apoyo incondicional, así como su paciencia infinita ante todas las emociones y ausencias que conlleva realizar esta Tesis.

A mis amigos, a los que tanto necesito aunque no los vea muy a menudo, porque siempre están presentes en mis recuerdos y pensamientos.

Para finalizar quisiera dar las gracias a Sergio, por confiar, atender, soportar y apoyar a un desconocido, y por ser un gran maestro, amigo y mejor persona.

Índice de contenidos.

<i>DEDICATORIAS</i>	5
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	10
<i>RESUMEN</i>	30
<i>ABSTRACT</i>	32
<i>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN</i>	37
1.1. Campo de estudio. Temática general del problema.	39
1.2. Génesis del trabajo. Origen de la idea.	43
1.3. Justificación del estudio. Relevancia.....	46
1.4. Objetivos a alcanzar con este trabajo.	48
1.5. Descripción de la investigación.	53
1.6. Utilidad del estudio, pertinencia.....	56
1.7. Estructura de la Tesis.	59
<i>CAPÍTULO 2: CONCEPTO Y SIGNIFICADO DEL ARTE RUPESTRE.</i>	65
2.1. El concepto de arte prehistórico.	67
2.2. Teorías interpretativas.....	73
2.3. Periodización artística.....	84
2.4. Clasificación tipológica.	100
2.4.1. Arte mueble.	104
2.4.2. Arte rupestre.	107
2.5. Datación de las representaciones.....	116
2.6. Clasificaciones cronológicas.....	121
2.7. Significado.	129
<i>CAPÍTULO 3: BREVE HISTORIOGRAFÍA DEL ARTE PREHISTÓRICO.</i>	136
3.1. Introducción.	138
3.2. Primeros investigadores y descubrimientos.....	146
3.3. Principales estudios en la primera mitad del siglo XX.....	151
3.4. El arte paleolítico en la segunda mitad del siglo XX.	166
3.5. Técnicas de registro y documentación de este periodo.	172
<i>CAPÍTULO 4: LA DOCUMENTACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL.</i>	188
4.1. El concepto de documentación.....	190
4.2. Los tipos de documentación del patrimonio.	192
4.3. Objetivos de la documentación.	199
4.4. La documentación de estaciones con arte rupestre.	204
4.4.1. Tipo de estaciones.....	208
4.4.2. La documentación.....	213
4.4.3. Las técnicas de documentación.	221
<i>CAPÍTULO 5: LA INFLUENCIA DE LA TECNOLOGÍA.</i>	226
5.1. Importancia y evolución de los avances tecnológicos.....	228
5.2. Características de estas innovaciones en la ciencia.....	231

5.3. Su aplicación al estudio de los yacimientos.....	237
<i>CAPÍTULO 6: EVOLUCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DEL ARTE RUPESTRE.....</i>	<i>247</i>
6.1. Aspectos generales.	249
6.2. Evolución metodológica de la documentación en materia del arte rupestre.....	258
6.2.1. Los dibujos a mano alzada o croquis.	259
6.2.2. Los calcos directos.....	268
6.2.3. Los calcos por frotación.	279
6.2.4. Registro a través de moldes.....	287
6.2.5. La fotografía analógica.	294
6.2.6. La fotografía digital.	311
6.2.7. La fotogrametría.	328
6.2.8. Escáner 3D.	348
6.2.9. El calco digital.	364
<i>CAPÍTULO 7: EL ANÁLISIS DE LA IMAGEN DIGITAL.</i>	<i>382</i>
7.1. La teledetección.....	384
7.2. La imagen digital.....	390
7.3. Tipos de resolución.....	394
7.4. Métodos de obtención, y ventajas e inconvenientes.....	395
7.5. La radiación electromagnética.	397
7.6. El espectro electromagnético.	399
7.7. La Espectrometría.....	402
7.8. La imagen Multiespectral.	409
7.9. La imagen Hiperespectral.	413
7.10. Tecnologías y aplicaciones.....	430
<i>CAPÍTULO 8: LA SITUACIÓN ATUAL DE LAS METODOLOGÍAS DE DOCUMENTACIÓN.....</i>	<i>445</i>
8.1. Aspectos generales.	447
8.2. Fotogrametría y Escáner 3D para la investigación y conservación.	449
8.3. Tratamiento digital de la imagen.	461
8.4. Nuevas metodologías para la difusión del patrimonio.	466
<i>CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS.</i>	<i>476</i>
9.1. Introducción.	478
9.2. Conclusiones. Propuesta de documentación.	480
9.3. Perspectivas futuras.....	499
<i>CAPÍTULO 10: BIBLIOGRAFÍA.</i>	<i>506</i>

Lista de Figuras.

<i>Figura 2.1: Esquema conceptual de la obra de arte. (Tomado de www.blogdeartecontemporaneo.wordpress.com).</i>	67
<i>Figura 2.2: Representación del pensamiento simbólico. (Tomado de www.istockphoto.com).</i>	69
<i>Figura 2.3: Surgimiento del primer arte de la humanidad. (Tomado de www.psicocode.com).</i>	71
<i>Figura 2.4: Posible escena de realización arte paleolítico. (Tomado de www.webquestprehistoria.blogpost.com).</i>	74
<i>Figura 2.5: Escena de caza La Valltorta. (Tomado de www.museudelavalltorta.gva.es).</i>	76
<i>Figura 2.6: Bisonte y caballo de Peña de Candamo. (Tomado del Catálogo de la Exposición de Arte Prehistórico español de 1921).</i>	78
<i>Figura 2.7: El “Hechicero” de Trois-Frères. (Tomado de www.arqueolugares.blogspot.com).</i>	80
<i>Figura 2.8: Bifaz de West Tofts (Reino Unido). (Tomado de Cambridge, Museum of Archaeology and Anthropology).</i>	83
<i>Figura 2.9: Recreación de enterramiento paleolítico. (Tomado de www.aulafacil.com).</i>	84
<i>Figura 2.10: Venus de Barejat Ram (1) y Tan-Tan. Entre 200 y 300 mil años (dataciones en debate). (Tomado de www.pinterest.com).</i>	86
<i>Figura 2.11: Comparativa chamán siberiano con pintura rupestre. (Tomado de www.actualidadhistorica.com).</i>	88
<i>Figura 2.12: Cuadro cronológico del arte prehistórico publicado por el abate Breuil en su monografía de 1911. (Tomado de Ripoll, S. et al., 2014).</i>	90
<i>Figura 2.13: Extensión de los hielos en Europa en el último máximo glacial. (Tomado de Cobo, M. et al., 2016).</i>	93
<i>Figura 2.14: Pinturas rupestres del Barranco de Las Colochas (Valencia). (Imagen del autor).</i>	94
<i>Figura 2.15: Arte Macroesquemático “Pla de Petracos”. (Tomado de www.marqalicante.com).</i>	96

Figura 2.16: Diferentes propuestas cronológicas del arte postpaleolítico. Simposio de Wartenstein (1960). Según Ripoll Perelló, E. (2001). (Tomado de Rogerio, M. A. 2010). .97

Figura 2.17: Pavel Dvorski reconstrucción del “tambor” de Mezine (Rusia) con huesos de mamut. (Tomado de Ripoll, S.).99

Figura 2.18: Plaqueta grabada de cueva del Parpalló. (Tomado de www.museoprehistoriavalencia.com).101

Figura 2.19: Ciervo de Capalatá (Teruel). (Tomado de Ripoll, S.).102

Figura 2.20: Manos en la Cueva de El Castillo. (Tomado de www.auladehistoria.org). .103

Figura 2.21: Bastón perforado y grabado. Cueva de El Castillo. (Tomado de www.pinterest.com).104

Figura 2.22: Clasificación tipológica del arte mueble. Leroi-Gourhan, A. (Tomado de www.pinterest.com).105

Figura 2.23: Venus de Laussel. (Tomado de www.auladehistoria.org).109

Figura 2.24: Vulvas de Tito Bustillo. (Tomado de www.centrotitobustillo.com). 111

Figura 2.25: Clasificación de los signos según Leroi-Gourhan, A. (Tomado de www.pinterest.com). 114

Figura 2.26: Breve esquema de la liberación del carbono 14. (Tomado de www.arqueoeduca.com). 116

Figura 2.27: Gráfico de la disminución del C14 con el tiempo. (Tomado de <https://geolodiaavila.com/>). 118

Figura 2.28: Cuadro cronológico-estilístico de A. Leroi-Gourhan. (Tomado de www.pinterest.com).125

Figura 3.1: “Jeroglifos de gentiles” del “cura de Montoro” (Tomado de Nieto, G., 1984).139

Figura 3.2: Páginas de la Cosmographie (Tomado de Colección Ripoll, S.). 140

Figura 3.3: Mamut de La Madelaine.(Tomado de <https://temarte.com>). 141

Figura 3.4: Publicación del descubrimiento de Altamira. Imagen portada. (Tomado de <https://centrodeestudiosmontaneses.com>). Imagen D. Marcelino. (Tomado de <http://prehistorialesoccss.blogspot.com/>). 142

<i>Figura 3.5: Conjunto de los Policromos según Sautuola. Dibujo realizado por Paul Ratier. “Breves apuntes sobre algunos objetos prehistórico de la provincia de Santander”. (Tomado de De Sautuola, M. S., 1880).</i>	<i>143</i>
<i>Figura 3.6: Techo de los policromos de Altamira. (Tomado de: Foto José Latova y Equipo Norte).</i>	<i>144</i>
<i>Figura 3.7: Museo nacional de Altamira. (Tomado de http://altamira.net/).</i>	<i>145</i>
<i>Figura 3.8: Abate Henri Breuil. (Tomado de Ripoll, E., 1995 y coloreada.)</i>	<i>147</i>
<i>Figura 3.9: De izquierda a derecha, Hugo Obermaier, Henri Breuil, Emile Cartailhac, Marcellin Boule y Hermilio Alcalde del Río. (Tomado de http://ceres.mcu.es).</i>	<i>148</i>
<i>Figura 3.10: Retrato de Hermilio Alcalde del Río realizado por Joaquín Bárbara y Balza. Óleo sobre lienzo enmarcado en madera. (Tomado de Colección Ripoll, S.)</i>	<i>149</i>
<i>Figura 3.11: “Les cavernes de la región cantabrique.”(Alcalde del Río. Breuil. 1911).(Tomado de https://centrodeestudiosmontaneses.com).</i>	<i>150</i>
<i>Figura 3.12: El abate Breuil y el Conde Henri Begöuen junto con los descubridores de Lascaux Jean Marsal, Georges Agnel, Simon Coencas y Marcel Ravidat, poco después del descubrimiento (Tomado de Ripoll, E., 1995).</i>	<i>151</i>
<i>Figura 3.13: Caballo de Cueva de Lascaux. (Tomado de https://archeologie.culture.fr/lascaux/fr).</i>	<i>152</i>
<i>Figura 3.14: Cueva del Castillo, 23 de julio de 1909, el Abate Henri Édouard Prosper Breuil (con sotana), Hugo Obermaier (al fondo), Hermilio Alcalde del Río (centro con sombrero en la mano) y Alberto I de Mónaco (sentado a la derecha). (Tomado de https://www.eldiariomontanes.es/).</i>	<i>153</i>
<i>Figura 3.15: Equipo de excavación de la cueva de El Castillo en junio de 1913 De izquierda a derecha Nels C. Nelson, Paul Wernert, Hugo Obermaier, Miles C. Burkitt y Pierre Teilhard de Chardin. (Tomado de Ripoll, E., 1995).</i>	<i>154</i>
<i>Figura 3.16: Hugo Obermaier, Henri Breuil y Hermilio Alcalde del Río (Tomado de https://artepaleoliticoenasturias.com/).</i>	<i>155</i>
<i>Figura 3.17: Dibujo original de abate Henri Breuil de los ciervos del barranco de Calapatá (Colección Ripoll, S.)</i>	<i>156</i>
<i>Figura 3.18: Cabré a la izquierda, con Serrano, Breuil, Siret, Obermaier, y Alcalde.(Tomado de https://www.artehistoria.com/).</i>	<i>156</i>

<i>Figura 3.19: El arte rupestre en España de Juan Cabré. (Tomado de https://dialnet.unirioja.es/).</i>	158
<i>Figura 3.20: Visita a la recién descubierta cueva del Tuc d'Audobert en 1912. El Conde Henri Begöuen con sus tres hijos y Emile Cartahillac en el centro (Tomado de Ripoll, E., 1995).</i>	159
<i>Figura 3.21: Entorno y acceso a cueva de Parpalló. (Tomado de http://www.xecgandia.com/).</i>	160
<i>Figura 3.22: Plaqueta grabada y pintada de Parpalló. (Tomado de http://www.museuprehistoriavalencia.es/).</i>	161
<i>Figura 3.23: Entorno y acceso a la cueva de Los Casares. (Tomado de https://cultura.castillalamancha.es/).</i>	162
<i>Figura 3.24: Sala de Los Toros de Lascaux. (Tomado de https://historia.nationalgeographic.com).</i>	163
<i>Figura 3.25: Henri Breuil con sus colaboradores en la sala de los Toros. Podemos distinguir también al Conde Begüen, sentados dos de los descubridores y a la izquierda con boina el profesor de los chicos. (Tomado de https://historia.nationalgeographic.com).</i>	164
<i>Figura 3.26: Monte del Castillo en Puente Viesgo (Cantabria). (Tomado de https://www.eldiariomontanes.es/).</i>	166
<i>Figura 3.27: Caballo de Domingo García. (Tomado de https://segoviatourismo.es/).</i>	168
<i>Figura 3.28: Detalle de grabados Postpaleolíticos en Domingo García.. (Tomado de https://segoviatourismo.es/).</i>	169
<i>Figura 3.29: Placa conmemorativa a Leopold Chiron. (Tomado de https://books.openedition.org/alpara/2861).</i>	172
<i>Figura 3.30: Calcos de Altamira realizados por H. Breuil. (Tomado de Ripoll, E., 2002)</i>	175
<i>Figura 3.31: H. Breuil en Sudáfrica. (Tomado de Ripoll, E., 2002).</i>	176
<i>Figura 3.32: André Glory y Alain Roussot en la cueva de Lascaux. (Tomado de https://www.donsmaps.com/lascaux.html).</i>	178
<i>Figura 3.33: El abate André Glory trabajando en el laboratorio con los calcos.(Tomado de https://archeologie.culture.fr/lascaux/es).</i>	179

Figura 3.34: Imagen de un bisonte del Salón Noire de Niaux. Arriba luz normal, abajo ultravioleta. (Tomado de Fritz, C. y Tosello, G., 2007)...... 181

Figura 3.35: Realización de calcos digitales con distintos formatos de imagen. (Tomado de Domingo, I. et al., 2013)...... 183

Figura 4.1: Exterior del Instituto del Patrimonio Cultural en España (IPCE). (Tomado de <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/>). 190

Figura 4.2: Biblioteca del IPCE. (Tomado de <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/>)...... 192

Figura 4.3: Parte del Archivo del IPCE. (Tomado de <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/>). 194

Figura 4.4: Documentación geométrica del patrimonio cultural. Iglesia del Santo Cristo de la Salud de Málaga (España). Autoría: TCA Cartografía y Geomática S. A. (Tomado de Muñoz, V. et al., 2017)...... 197

Figura 4.5: Documentación del patrimonio. Puerta norte Castillo de Buñol (Valencia), creación de modelo en 3D con Meshlab program. (Imagen del autor)...... 199

Figura 4.6: Trabajos de restauración Pórtico de la Gloria (Catedral Santiago). (Tomado de <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/>)...... 200

Figura 4.7: Documentación patrimonio. Proceso de creación modelo 3D de busto Marco Aurelio con Zephyr software. (Imagen del autor)...... 202

Figura 4.8: Calcos de la roca número 12 de Domingo García. (Tomado de Ripoll, S.). .205

Figura 4.9: Cañón de la Horadada (Palencia). (Imagen del autor)...... 211

Figura 4.10 : Ejm. de ficha evidencia gráfica. (Tomado de Garate, D., 2018). 215

Figura 4.11 : Ejemplo de Organización Unidad compositiva. (Tomado de Garate, D., 2018). 217

Figura 4. 12 : Ejemplo de ficha de unidad gráfica o panel. (Tomado de Garate, D., 2018). 218

Figura 4. 13 : Ejemplo de ficha de unidad topográfica. (Tomado de Garate, D., 2018). 219

Figura 5.1: La ciencia y la tecnología en nuestro mundo. (Tomado de <https://www.periodicodeltalento.com/>). 228

Figura 5.2: Evolución humana unida a las innovaciones tecnológicas. (Tomado de <https://www.eldia.com/>)...... 229

Figura 5.3: Diversidad científica. (Tomado de <https://elpais.com/>)...... 231

<i>Figura 5.4: Interdisciplinariedad y colaboración. (Tomado de https://www.definicionabc.com/).....</i>	<i>232</i>
<i>Figura 5.5: Equipo de trabajo para abordar una investigación. (Tomado de www.dreamstime.com).....</i>	<i>233</i>
<i>Figura 5.6: Creación con Blender program de modelo 3D Puerta Norte, lado sur, del Castillo de Buñol. (Imagen del autor).....</i>	<i>235</i>
<i>Figura 5.7: Nuevas tecnologías, pantallas digitales informativas e interactivas en museos. (Tomado de www.evemuseografia.com).</i>	<i>237</i>
<i>Figura 5.8: Primer plano de Newgrange por Edward Lhuyd. (Tomado de www.carrowkeel.com).</i>	<i>239</i>
<i>Figura 5.9: Ilustración de Góngora y Martínez de 1868. (Tomado de colección de Ripoll, S.).....</i>	<i>240</i>
<i>Figura 5.10: Juan Cabré 1911, Cueva de la Vieja (Albacete). (Tomado de Sánchez B., 2013).</i>	<i>241</i>
<i>Figura 5.11: Esquema del sistema natural donde se sitúan las figuras del arte rupestre. (Tomado de Rogerio, M. A., 2009).....</i>	<i>243</i>
<i>Figura 6.1: Factores naturales que afectan en los suelos. Influyendo también en el estado de los yacimientos rupestres. (Tomado de elsueloysusirregularidades.blogspot.com).....</i>	<i>252</i>
<i>Figura 6.2. Destrucción de la Cueva de Atlanterra (Zahara de los Atunes, Cádiz) en 2001 (Foto colección Ripoll, S.).....</i>	<i>255</i>
<i>Figura 6.3: Algunos beneficios de la planificación preventiva y evaluación de riesgos en la documentación en un yacimiento. (Tomado de Pastor, A. et al., 2017).</i>	<i>256</i>
<i>Figura 6.4. El Abate Breuil contemplando las pinturas rupestres de un panel en Rouffignac. (Tomado de Pascua, J. F., 2005).</i>	<i>260</i>
<i>Figura 6.5: Funcionamiento de una cámara lúcida. (Tomado de www.minidavinci.com).</i>	<i>261</i>
<i>Figura 6.6: Dibujo del Panel de Policromos de la Cueva del Castillo, hecho por E. Ripoll. (Tomado de colección de Ripoll, S.).</i>	<i>262</i>
<i>Figura 6.7: Pintura original de Juan Porcar de uno de los abrigo de La Gasulla, fechado en 1950 (Tomado de Colección Ripoll, S.).</i>	<i>263</i>

<i>Figura 6.8: Dibujo del abate Breuil publicado en su obra Beyond the Bounds of History de 1949 (Tomado de Colección Ripoll, S.).</i>	264
<i>Figura 6.9: El abate H. Breuil junto con el Dr. D. E. Ripoll (Paris 1952). (Tomado de Ripoll, E., 2002).</i>	266
<i>Figura 6.10: La Araña. Calco de un “arquero” según Benítez Mellado (Hernández Pacheco, 1924). Reconstrucción a partir de unos restos bastante exigüos. (Tomado de Moneva, M. D. 1993).</i>	269
<i>Figura 6.11: Breuil realizando un calco directo en Philipp Cave. Suroeste de África. (Tomado de Ripoll, S., 2006-2009).</i>	269
<i>Figura 6.12: Lámina realizada por Cabré en carboncillo sobre papel. Conjunto de ciervos, caballos y toros del Camarín de la Cueva de la Peña, en San Román de Candamo (Asturias). (Tomado de Sánchez, B., 2013).</i>	271
<i>Figura 6.13: E. Ripoll haciendo un calco directo sobre plástico transparente 1959 Cueva de El Castillo (Tomado de Fondo Documental Ripoll, E.).</i>	272
<i>Figuras 6.14 y 6.15: Calcos realizados del caballo de Domingo García. Variaciones entre distintos calcos de la roca, a partir de fotografías tomadas desde el suelo 1, 2 y 3 y a partir de una toma fotográfica perpendicular a la superficie rocosa a 6 metros de altura. (Tomado de Ripoll, S., 2006-2009).</i>	274
<i>Figura nº 6.16: Tomas en perpendicular al panel, con una escalera sobre el coche, para eliminar las distorsiones. (Domingo García). (Tomado de Ripoll, S.).</i>	275
<i>Figura 6.17: Investigadores del ICANH elaboran el calco de un pánel con pictografías en Tocancipá (Cundinamarca, Colombia). (Tomado de Celis, D. et al., 2007).</i>	277
<i>Figura 6.18: Método de frottage sobre petroglifo en la actualidad. Municipio de Guasca, Cundinamarca (Colombia). (Tomado de Camargo, C. et al., 2015).</i>	279
<i>Figura 6.19: Metodología frottage sobre petroglifo. (Tomado de Camargo, C. et al., 2015).</i>	280
<i>Figura 6.20: Arte rupestre en Escandinavia, marcado con tiza para documentar. (Tomado de colección Ripoll, S.).</i>	282
<i>Figura 6.21: Dos cérvidos de Pinal do Rei. Figuras pintadas con tiza para realizar un calco. Fotografías cedidas por F.J. Costas Goberna, tomadas nos anos noventa. (Tomado de colección Ripoll, S.).</i>	282

Figura 6.22: Domingo García, Cerro de San Isidro. Marcado con rotuladores para realización de calco directo en pliegos de celofán. (Tomado de colección Ripoll, S.).....283

*Figura 6.23: Positivo de grabado de Domingo García. (Tomado de colección Ripoll, S.).
.....288*

Figura 6.24: Molde con silicona dental en Domingo García. (Tomado de colección Ripoll, S.).....288

Figura 6.25: Alumnos y profesores de la Escola de Conservación de Pontevedra (petroglifo de Auga dos Cebros), extendiendo la silicona especial. Realización de un molde sobre un petroglifo. (Tomado de www.atlantico.net)......291

*Figura 6.26: Molde en silicona de dos de las jirafas de Dabbous en el Niger (Foto David Coulson / TARA. (Tomado de [http://www.bradshawfoundation.com/giraffe/index .php](http://www.bradshawfoundation.com/giraffe/index.php)).
.....292*

Figura 6.27: Equipo de Fernando Gil Carles en Cueva Grande del Puntal (Barranco de la Valltorta, Castellón, octubre de 1973). (Tomado de Gil, M. et al., 2005).....295

Figura 6.28: Documentación fotográfica con trípode. Sergio Ripoll en la Cueva de los Gitanos. Año 2021 (Cañón de la Horadada) Palencia. (Foto del autor).298

Figura 6.29: Esquema de la proyección cónica. (a) objeto real; (a') imagen; (O) centro óptico. (Tomado de Rogerio, M. A., 2007).299

*Figura 6.30: Proyección cónica de la imagen desde un punto. (Tomado de wikiwand.com).
.....300*

Figura 6.31: Arte rupestre escandinavo marcado previamente con tiza para su documentación. (Tomado de colección Ripoll, S.).....307

Figura 6.32: Avances en los equipos fotográficos. Equipo para toma de microfotografías. Abrigo Grande de Minateda, Hellín. (Tomado de Cornellà, M. et al., 2013).312

Figura 6.33: Fotografía de cabra del abrigo del Mojao, Lorca (Murcia). (Tomado de San Nicolás, M., 2012).314

Figura 6.34: Reproducción de un sector de Mas del Ous (Xert, Castellón). Calco digital bidimensional. (Tomado de Ruiz, J. L., 2019).317

Figura 6.35: Fotografía inmersiva visión 360°. Interior abrigo de los Grajos, Cieza (Murcia). (Tomado de San Nicolás, M., 2012).319

Figura 6.36: Metodología en la calibración del color, mediante una carta estandarizada en el proceso de documentación. (Tomado de Angás, J. et al., 2014).322

Figura 6.37: Motivos esquemáticos en mosaico fotográfico gigapixel y tratada con DStretch. Abrigo de Riquelme (Jumilla, Murcia), según F. J. Martínez Collado. (Tomado de San Nicolás, M., 2012).324

Figura 6.38: Múltiple toma fotográfica de puerta norte castillo de Buñol. Recreación en 3D con PhotoScan. (Imagen del autor).....329

Figura 6.39: Ejemplo de fotogrametría aérea con drones. (Tomado de www.ciptecin.com).332

Figura 6.40: Fotogrametría: Múltiples tomas fotográficas aéreas del terreno para creación modelo en 3D. (Tomado de www.3dcollective.es).333

Figura 6.41: Ruinas de Persépolis (Irán). (Tomado de www.redhistoria.com).334

Figura 6.42: Fotogrametría analógica. Sala de los Toros de Lascaux. Fuente: Aujoulat (1987). (Tomado de Rogerio, M. A., 2011).....336

Figura 6.43: Ejemplo primeras estaciones de fotogrametría analítica, en equipos de topografía. (Tomado de <https://hmong.es/wiki/Stereoplotter>).338

Figura 6.44: Recreación con Blender de un templo en 3D. (Imagen del autor).....341

Figura 6.45: Múltiple toma fotográfica para fotogrametría de un dolmen. (Serrano, P., 2020).342

Figura 6.46: Solape (overlap) en toma fotográfica para fotogrametría, de portada de una iglesia. (Serrano, P., 2020).....343

Figura 6.47: Modelos fotogramétricos realizados con ordenador portátil. (Tomado de www.domestika.com).344

Figura 6.48: Escáner 3D de luz blanca estructurada, escáner láser 3D y estación total en el proceso de documentación geométrica del abrigo de la Cerrada del Tío Jorge o Tío José. Angás. (Tomado de Angás, J. et al., 2015).351

Figura 6.49: Trabajo de documentación en Fuente de los Molinos con Escáner láser 3D. Proyecto Velad. Vélez Blanco (Almería). Año 2015. (Tomado de colección Ripoll, S.). ..353

Figura 6.50: Cueva de El Reno (Guadalajara), nube de puntos obtenida con escáner 3D (Tomado de Bayarri, V. Gim-Geomatics, Proyecto SIGAREP I).353

Figura 6.51: Cueva de El Reno (Guadalajara), modelado de la nube de puntos para conseguir superficies rocosas (Tomado de Bayarri, V. Gim-Geomatics, Proyecto SIGAREP I).....355

Figura 6.52: Cueva de El Reno (Guadalajara), texturado de las superficies rocosas (Tomado de Bayarri, V. Gim-Geomatics, Proyecto SIGAREP I).....355

Figura 6.53: Cueva de El Reno (Guadalajara), anaglifo de la cavidad para su visión con gafas 3D (Tomado de Vicente Bayarri, Gim-Geomatics, Proyecto SIGAREP I).....356

*Figura 6.54: Digitalización mediante escáner 3D de luz blanca estructurada. Abrigo de Chimiachas (Parque Cultural del Río Vero. Huesca). (Tomado de Angás, J. et al., 2014).
.....357*

Figura 6.55: Escaneado y registro de datos en 3D de un yacimiento. Cueva de los Letreros en Vélez-Blanco (Almería). Proyecto Velad. Año 2015. (Imagen del autor).....360

Figura 6.56: Detalle del modelo texturizado del grabado paleolítico. (Tomado de Lerma, J. L. et al., 2010).362

Figura 6.57: Combinación calcos 2D y modelos 3D. Múltiples lecturas de un mismo panel. (Tomado de Domingo, I. et al., 2013).364

Figura 6.58: Fotografía y calco electrónico, figura 32 (Abrigo IV). Cingle de la Gasulla. (Tomado de Montero, I. et al., 1998).....366

Figura 6.59: a) fotografía con restos de tres figuras humanas a la izquierda. Figuras 2 a 4 (Abrigo IX), Abrigos de la Saltadora, Barranco de la Valltorta, Cuevas de Vinromá, Castellón. (CPRL del Departamento de Prehistoria del C.E.H.). b) Descomposición y filtrado de la imagen digital para resaltar las pinturas, c) Calco electrónico realizado a partir de la imagen digital a alta resolución. (Tomado de Montero, I. et al., 1998).....368

Figura 6.60: Documentos para una reproducción integral del arte rupestre. (Tomado de Domingo, I. et al., 2013).371

Figura 6.61: Esquema de realización de calcos digitales. (Tomado de Bea, M., 2012). .373

Figura 6.62: Calco digital sobre ortoimagen de un panel Cueva del Castillo. (Tomado de Bayarri, V., 2020)).....374

Figura 6.63: Modelo 3D renderizado en Adobe Photoshop del Canchal de las Cabras Pintadas I (La Alberca, Salamanca), texturizado con la reproducción digital obtenida a partir de su textura en formato ortofoto adaptativa generada en Agisoft Metashape.

(Tomado de Ruiz, J. L., 2019).....	375
Figura 6.64: Ventajas y limitaciones de los distintos métodos tradicionales de documentación de arte rupestre. (Tomado de Rogerio, M. A., 2011). * Ampliación de metodologías analizadas en la Tabla superior, y realizada en este trabajo por el autor..	378
Figura 7.1: Teledetección con escáner láser. Lavaderos de Tello. Vélez-Blanco Año 2015 (Almería). (Imagen del autor).....	388
Figura 7.2: Ráster o celda de una imagen digital. (Tomado de https://bzwellen.wordpress.com/).....	392
Figura 7.3 : Ondas electromagnéticas. (Tomado de https://www.lifeder.com/).	397
Figura 7.4: Diagrama del espectro electromagnético. (Tomado de https://unicrom.com/).	400
Figura 7.5: Espectro electromagnético. Luz visible y no visible. (Tomado de https://meteoglosario.aemet.es/).	401
Figura 7.6: Espectroscopia, disipación de luz. (Tomado de https://www.pinterest.es/pin/426434658451255282/).....	402
Figura 7.7: Ejemplo de un modelo de espectrómetro óptico. (Tomado de https://www.antaresinstrumentacion.com/).	404
Figura 7.8: Gráfico de Radiancia espectral. (Tomado de https://meteoglosario.aemet.es/).	406
Figura 7.9: Espectro de reflectancia de diferentes tipos de suelo y materiales. (Tomado de http://giulliana-mv.blogspot.com/2016/06/semana-13-interacciones-de-la-rem-con.html).	408
Figura 7.10: Reflectancia espectral de algunos minerales. (Tomado de https://docplayer.es/161205026-Departamento-de-ciencias-de-la-vida-y-de-la-agricultura.html).....	408
Figura 7.11: Análisis multiespectral de figuras antropomorfas. Abrigo en Chulilla (Valencia). Software ImageJ y plugin DStretch. (Imagen del autor).	410
Figura 7.12: Distintos tipos de imágenes en función del número de bandas espectrales capturadas. (Tomado de Municio, D., 2019).....	411
Figura 7.13: Imagen hiperespectral cubo. (Tomado de https://www.pngwing.com/es/free-png-ttaau).	414

Figura 7.14: Imagen Multiespectral e Hiperespectral. (Tomado de Sánchez, E., 2016)..415

Figura 7.15: Imagen hiperespectral del panel del Gran tectiforme de la cueva de El Castillo, utilizando la gama de grises. Aparecen varias figuras que a simple vista no se observan (Tomado de Ripoll, S. et al., 2019-2020).....416

Figura 7.16: Firma espectral de diferentes improntas de manos del Panel de las Manos de la cueva de El Castillo (Tomado de Ripoll, S. et al., 2019-2020).....417

Figura 7.17: Firma espectral de un pixel de una imagen hiperespectral. (Tomado de Sánchez, E., 2016).....418

Figura 7.18: Diferentes longitudes de onda de materiales, y su firma espectral. (Tomado de https://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node70_ct.html).....420

Figura 7.19: Cubo hiperespectral. (Tomado de Sánchez, E., 2016).....421

Figura 7.20: Funcionamiento del espectrómetro para la adquisición de imágenes hiperespectrales. (Tomado de Municio, D, 2019).....422

Figura 7.21: Documentación hiperespectral de un panel decorado de la cueva de El Castillo. GIM Geomatics, S. L. (Tomado de Bayarri, V. et al., 2021).....424

Figura 7.22: Firma espectral de diferentes materiales de la superficie terrestre. (Tomado de Sánchez, E., 2016).426

Figura 7.23: Imagen Gigapixel con algoritmo para ocre de GIM Geomatics para diferenciar la firma espectral de las improntas del Panel de las Manos de la Cueva de El Castillo. Foto de Vicente Bayarri. (Tomado de Ripoll, S. et al., 2015).....428

Figura 7.24: Dr. J. Harman en el Rancho Bernardo Style. (Foto de Jeff LaFave). (Tomado de <https://www.dstretch.com/>).....432

Figura 7.25: Aplicación DStretch para Android. (Tomado de <https://www.dstretch.com/Apps/index3.html>).433

Figura 7.26: Software Image-J plugin DStretch, seleccionando escala y DStretch Direct. Fotos de Cuevas de la Araña, Bicorp (Valencia). (Imagen del autor).....435

Figura 7.27: Image-J plugin DStretch. Pestaña DStretch Run. Foto de pinturas en abrigo de las Colochas. Sierra de Gestalgar (Valencia). (Imagen del autor).....436

Figura 7.28: Fotografía Gigapixel del sector 6 del Abrigo de Minateda, tratada mediante DStretch. (Tomado de Ruiz, J. F. et al., 2016).437

Figura 7.29: Detalle de utilización de la sonda del espectroscopio Raman en una figura de abrigo de Minateda. (Tomado de Ruiz, J. F. et al., 2016).439

Figura 7.30: Equipo portátil de EDXRF usado en el panel de Cañica del Calar II. (Tomado de Ruiz, J. F. et al., 2016).....440

Figura 8.1: Fotogrametría aérea. Reconstrucción virtual del yacimiento de La Alcuia (Elche). (Tomado de <https://aereal.pro/portfolio/fotogrametria-aerea-en-arqueologia/>).449

Figura 8.2: Documentación con dron de una cueva inaccesible. Cañón de La Horadada, año 2021. (Tomado de Ripoll, S.).....450

Figura 8.3: Abrigo X del Cingle de la Mola Remigia, Ares del Maestre (Castellón): a) Imagen del Abrigo X; b) Distribución de 5 imágenes orientadas del Abrigo; c) Vista en perspectiva de la nube de puntos a color obtenida a partir de un par de imágenes; d) Detalle del modelo fotorrealístico 3D. Copyright: GIFLE. (Tomado de Lerma, J. L., et al., 2013).453

Figura 8.4: Hardware para documentación 3D de yacimiento. Los Letreros (Vélez-Blanco. Año 2015). (Imagen del autor).455

Figura 8.5: Plano de planta Cueva del Castillo, b) detalle de plano de planta. Utilización de laser escáner 3D panorámico de medición de fase. (Tomado de (Bayarri, V., 2020)..456

Figura 8.6: Escáner 3D marca Artec Leo. Parte posterior, pantalla digital. (Tomado de <https://www.artec3d.com>)......457

Figura 8.7: Escáner 3D Space Spider. Parte frontal. Precisión de puntos 3D, hasta 0,05 mm (Tomado de <https://www.artec3d.com>).458

Figura 8.8: Funcionamiento del Escáner 3D inalámbrico de luz Led azul Space Spider. Proceso de escaneado realizado por Ripoll, S. de bastón de mando de El Castillo. (Tomado de Ripoll, S.).....459

Figura 8.9: Aplicación para realización de escáner 3D. Utilización con Smartphone. (Tomado de <https://www.bing.com/>)......460

Figura 8.10: Aplicación para la realización de escaneos en 3D. Utilización con tableta digital. (Tomado de <https://www.bing.com/>)......460

Figura 8.11: Vista axonométrica del modelo tridimensional de la Cueva de la Serreta. (Cieza, Murcia). (Tomado de Angás, J., Bea, M., 2014).462

Figura 8.12: Modelo 3D de Coves del Civil texturizado con la versión tratada en DStretch de su textura fotográfica de alta resolución. (Tomado de Ruiz López, J. L., 2019).463

Figura 8.13: Fotografía ortorectificada con curvas de nivel de un panel del Abrigo I del Barranco de Los Grajos (Cieza, Murcia), según Essete. (Tomado de San Nicolás, M., 2012).464

Figura 8.14: Ortoimagen del Panel de las manos de la Cueva de El Castillo. Puente Viesgo (Cantabria). Foto de Vicente Bayarri. (Tomado de Ripoll, S. et al., 2019-2020)..465

Figura 8.15: Lascaux IV, entornos digitales de recreación de la cueva original. (Tomado de <https://www.france-voyage.com/>).466

Figura 8.16: Recreación de Cueva de Santimamiñe de forma virtualde. Arte rupestre en entorno virtual. (Tomado de <https://www.elcorreo.com/>).468

Figura 8.17: Visita virtual en 3D en el yacimiento de Atapuerca. (Tomado de <https://www.digitalvmagazine.com/>).469

Figura 8.18: Aplicación (app eARt) para la identificación in situ de la localización de pictografías, gracias a la realidad aumentada sin marcadores. Abric I d’Ermites (Uldecona, Tarragona). (Tomado de Ruiz, J. L., 2019).470

Figura 8.19: Aplicación gratuita para la visita virtual al yacimiento de Los Bañales. (Tomado de <https://www.europapress.es/>).471

Figura 8.20: Tableta digital. Enseñanza del arte rupestre en un Centro Educativo. Nuevos recursos educativos. (Tomado de <http://3.bp.blogspot.com/-0sFkOGmnPk8/VeJoRDnnUBI/AAAAAAAAAVQ/>).472

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es el estudio de la evolución histórica de la documentación del arte rupestre. Con ello se pretende comprender cuales han sido las circunstancias y los motivos que, nos han llevado a la utilización de las metodologías actuales que se aplican en este tipo de estudios.

Partiendo de una comprensión y un análisis histórico de los conceptos de arte rupestre y de la documentación del mismo, trataré de mostrar los elementos que han influido en la dirección que han tomado este tipo de estudios.

Se examinará también como los avances tecnológicos han condicionado y mejorado en la mayoría de las ocasiones, la metodología de documentación de los yacimientos y el tipo de estudios sobre arte rupestre que se realizan actualmente.

Se desarrollará la evolución histórica de la documentación del arte rupestre, viendo los métodos utilizados desde los primeros yacimientos con arte rupestre hasta la actualidad. Focalizando el análisis en la evolución basada en la idoneidad de los resultados y de la conservación de los yacimientos, así como en la influencia que para ello ha supuesto la mejora de tecnología y sobre todo el análisis digital de la imagen.

La finalidad a la que pretende llegar este trabajo es poder comprender a través del análisis comparativo y evolutivo de estas metodologías, cuál o cuáles son los procedimientos que parecen más recomendables para la documentación del arte rupestre, dependiendo de los objetivos de nuestra investigación y de los fines a los que va dirigida.

Como resultado de este estudio comparativo de las distintas metodologías examinadas, se realizará una propuesta personal integral para la documentación de yacimientos con arte rupestre, atendiendo a los diversos tipos de estudios y finalidad de nuestro trabajo.

A continuación se realiza un acercamiento a la situación actual de la documentación del arte rupestre y se proponen algunas posibles perspectivas de futuro. Se finalizará con la bibliografía que han influido en la presente Tesis Doctoral.

ABSTRACT

The objective of this work is the study of the historical evolution of the rock art documentation. This is intended to understand the circumstances and reasons that, have led us to use the current methodologies that are applied in this type of study.

Starting from an understanding and a historical analysis of the concepts of rock art and its documentation, I will try to show the elements that have influenced the direction that this type of study has taken.

It will also be examined in this work how technological advances have conditioned and improved in most cases, the documentation methodology of the sites and the type of studies on rock art that are currently carried out.

The historical evolution of the rock art documentation will be developed, seeing the methods used from the first rock art sites to the present. Focusing the analysis on the evolution based on the suitability of the results and the conservation of the deposits, as well as in the influence that the improvement of technology has meant for this and especially the digital analysis of the image.

The ultimate goal of this work is to be able to understand through the comparative and evolutionary analysis of these methodologies, which are the methods that seem most recommended for the documentation of rock art, depending on the objectives of our research and the purposes to which it is directed.

As a result of this comparative study of the different methodologies examined, a comprehensive personal proposal will be made for the documentation of rock art sites, taking into account the various types of studies and the purpose of our work.

Next, an approach to the current situation of rock art documentation is made and some possible future perspectives are proposed. It will end with the bibliography that has influenced this Doctoral Thesis.

INTRODUCCIÓN

(CAPÍTULO 1)

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

En este primer capítulo se pretende proporcionar una idea amplia y general de cuál es el problema que queremos abordar con el desarrollo de esta Tesis. Analizaremos en un primer momento cómo surgió la idea para realizar el estudio que nos ocupa, es decir, el germen que inició este trabajo. Veremos también la importancia o relevancia que puede tener el estudio que pretendo realizar. A continuación lanzaremos una idea o hipótesis de partida sobre la cual voy a basar el estudio, comprobando en las conclusiones al lugar que nos ha conducido. Continuaré con el desarrollo del trabajo y especificando los pasos a seguir, finalizando este punto con la estructura que se va a seguir en el desarrollo de esta Tesis denominada: **“LA EVOLUCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN EN EL ARTE RUPESTRE.”**

Este primer capítulo de Introducción se divide en los siguientes apartados:

- 1.1. Campo de estudio. Temática general del problema.
- 1.2. Génesis del trabajo. Origen de la idea.
- 1.3. Justificación del estudio. Relevancia.
- 1.4. Objetivos a alcanzar con este trabajo.
- 1.5. Descripción de la investigación.
- 1.6. Utilidad del estudio, pertinencia.
- 1.7. Estructura de la Tesis.

1.1. Campo de estudio. Temática general del problema.

El arte rupestre es de las primeras representaciones con sentido estético y voluntad de transmitir información que nos ha llegado de nuestros antepasados. Se trata de una de las primeras manifestaciones del pensamiento abstracto y simbólico del ser humano.

Y aunque aún tenemos muchas incógnitas respecto a muchos aspectos como son la intención o significado con las que se hicieron, son uno de los elementos más importantes del patrimonio cultural y artístico del ser humano, y por supuesto el más antiguo.

Aquellos enclaves que aún conservan estas representaciones se sitúan en lugares generalmente apartados y de difícil acceso. Y aun cuando se las ha intentado proteger en muchas ocasiones con la colocación de barreras, rejas y otras protecciones, siguen siendo aún hoy en día objeto de daños y alteraciones por parte de desaprensivos. También van sufriendo la degradación natural por el paso del tiempo y las condiciones meteorológicas.

Mención aparte son los daños sufridos en estos yacimientos por aquellos métodos de documentación utilizados en el pasado, y que si bien resultaban los más convenientes en su momento, hoy en día sabemos que no eran los más adecuados para la no alteración de las figuras y su óptima conservación.

Debido a esta paulatina pérdida de estaciones con arte rupestre y con la intención también de estudiar y difundir este bien cultural, se ha ido documentando exhaustivamente a lo largo de la historia todos aquellos yacimientos que eran conocidos.

Desde los inicios del estudio del arte rupestre se han venido utilizando diferentes metodologías de documentación de los motivos, las cuales iremos viendo a lo largo de este trabajo. Estas técnicas han ido variando con el paso de los años, generalmente con la intención de obtener mejores resultados pero sobre todo influenciadas por los avances tecnológicos.

La evolución metodológica y técnica a lo largo de la historia ha ido modificando nuestros procedimientos de estudio e investigación. El avance de las nuevas tecnologías en las últimas décadas ha supuesto una verdadera revolución en cuanto a la investigación científica se refiere.

Con estas nuevas tecnologías, ya se trate de nuevos dispositivos electrónicos, nuevos programas informáticos o nuevos procedimientos, todas las disciplinas científicas han sufrido una enorme transformación, que frecuentemente ha supuesto un gran avance y mejora en la calidad y los resultados de los estudios realizados.

Los estudios históricos no han supuesto una excepción, aunque frecuentemente y erróneamente no se suele asociar esta disciplina científica con la utilización de nuevos avances tecnológicos.

En concreto y centrándonos aún más en el tema que nos ocupa, la aplicación de estas nuevas tecnologías en los estudios e investigaciones prehistóricas ha supuesto un enorme avance. Ya que ha mejorado en gran medida el estudio de los yacimientos, tanto en la manera de documentarlos como en el posterior estudio en laboratorio de los resultados obtenidos.

El enorme desarrollo de la tecnología informática junto con los grandes avances en la fotografía digital, han sido las piezas claves de esta transformación.

El surgimiento de la informática a mediados del siglo XX supuso un antes y un después en todos los aspectos de nuestra sociedad, solo comparable a la revolución industrial de la primera mitad del siglo XIX. Conllevó una nueva manera de acceder, procesar y difundir la información en todos los ámbitos de nuestra cultura como sociedad. También su aplicación para el estudio de los yacimientos prehistóricos, procesado de los datos obtenidos, posterior difusión y publicación de los resultados, ha supuesto un cambio radical en la disciplina.

Si a ello le unimos los avances producidos con el surgimiento de la fotografía digital, obtenemos como resultado que el estudio de los yacimientos prehistóricos ha sufrido una enorme transformación. La cual ha supuesto una mejora sustancial de la información obtenida, tanto en la fase inicial de documentación como en las posteriores de análisis de los datos recabados, de realización de modelos informáticos y difusión posterior de los resultados, tanto para la comunidad científica como para el público en general.

Pero es importante también conocer cuáles han sido las técnicas de documentación de yacimientos utilizadas en el pasado y en concreto en el estudio de enclaves con arte rupestre, analizando su evolución metodológica y que la ha motivado. Así podremos comprender mejor el proceso que nos ha llevado a la situación actual, y seremos capaces de vislumbrar que nos puede deparar el futuro de la investigación en este campo.

Como podemos suponer, esta mejora en las técnicas de documentación amplía nuestro conocimiento sobre los yacimientos, ya que permite obtener en unas ocasiones datos más precisos y en otras realizar nuevos descubrimientos, tanto observables como interpretativos.

Es por ello que se hace necesaria y casi imprescindible una nueva revisión de todos aquellos yacimientos que fueron analizados con tecnologías anteriores, ya que muy frecuentemente observamos que podemos obtener mejores e incluso nuevos resultados que amplían nuestra información y conocimientos sobre las culturas del pasado.

1.2. Génesis del trabajo. Origen de la idea.

A lo largo de mis estudios en la UNED cursando la Licenciatura en Historia, siempre me he sentido atraído y fascinado por el estudio de las culturas del pasado y de la Prehistoria. Mi especialidad se fue encauzando con la elección de las asignaturas optativas, motivada únicamente por el interés personal y casi sin saberlo, hacia la Prehistoria y más concretamente hacia el estudio del arte rupestre.

Quizá porque es la parte de la Historia del ser humano que menos conocemos y más incógnitas nos plantea, al ser la más alejada de nuestro tiempo presente y de la que menos información ha quedado registrada, ya que solamente contamos con algunos restos arqueológicos y las representaciones artísticas.

Una de las cosas que siempre ha llamado mi atención a lo largo de los años, y durante el estudio de los manuales, artículos en internet y publicaciones sobre arte rupestre, ha sido la gran variedad de estilos de documentación que se podía ver representado en los mismos.

Y no es que se tratara de estudios historiográficos sobre los métodos de documentación del arte rupestre, sino que cada yacimiento y casi cada motivo artístico se encontraba representado con una metodología de documentación distinta. Y ello es debido a que no ha existido ni existe, un criterio unánime de cómo debe plantearse este tipo de trabajos. (*Ripoll, S. 2006-2009*).

Aunque es cierto que la evolución metodológica en la documentación de este arte, ha seguido una línea más o menos general y aceptada por la mayor parte de los investigadores, también asistimos muy frecuentemente a elecciones metodológicas que no parecen ser las más adecuadas, o por lo menos las que mejores resultados pueden aportar o resultar menos dañinas para los yacimientos.

Es por ello que creo que es importante analizar los distintos métodos de documentación utilizados a lo largo de la historia del estudio del arte rupestre, ver sus ventajas e inconvenientes, y poder aislar aquellos aspectos que los hacen más beneficiosos para la conservación y más acertados en cuanto a resultados óptimos.

Por otro lado, las técnicas más tradicionales de documentación del arte rupestre, han mostrado unos resultados en muchas ocasiones inexactos y con alta carga de subjetividad por parte de los investigadores. Ello ha podido comprobarse en la actualidad al volver a documentar estos yacimientos con técnicas más modernas y comparar los resultados obtenidos.

También podemos observar como a menudo estos estudios acostumbraban a reflejar unos motivos o figuras totalmente descontextualizados de su entorno. Es decir, en la documentación de los motivos no se tenía en cuenta ni el soporte que los alojaba, ni la relación entre las distintas escenas o figuras, ni los elementos que pueden influir tanto en su conservación como en su deterioro y que forman parte de un conjunto indivisible.

Otro de los aspectos que siempre me ha interesado saber es, cuáles han sido las motivaciones que han hecho evolucionar las metodologías de documentación del arte rupestre.

Puede que se haya querido únicamente obtener resultados mejores y más exactos en la copia de los motivos a documentar. O puede ser que en la evolución de la documentación de los yacimientos, haya primado la intención de conservación del patrimonio cultural y no alterar las figuras. Quizá el único objetivo ha sido siempre la obtención de resultados óptimos para su posterior estudio y difusión al público en general. También cabe la posibilidad de que lo que ha guiado esta evolución hayan sido únicamente las innovaciones tecnológicas. Pudiera ser que sea el resultado de la interdisciplinariedad aplicada a los estudios científicos. O es posible, y para finalizar, que se trate de una combinación de todos estos motivos y algunos más.

En cualquier caso considero de suma importancia analizar todas estas variables, y entender esta evolución histórica de los distintos métodos de documentación. Realizar un estudio comparativo de las metodologías de documentación del arte rupestre para comprender que nos ha llevado a la situación actual. Y lo que es más importante, poder identificar cuál o cuáles son las metodologías más idóneas para la documentación del arte rupestre, dependiendo de nuestro objetivo final.

1.3. Justificación del estudio. Relevancia.

Todas estas incógnitas que se me han planteado a lo largo de los años y que hemos visto en el apartado anterior, es lo que me ha llevado a interesarme por el estudio de la documentación del arte rupestre, y a la realización de esta Tesis.

Creo que el estudio de las diferentes metodologías utilizadas a lo largo de la historia, puede arrojar algo de luz para entender el porqué de su evolución. También puede darnos una idea de hacia dónde pueden dirigirse en el futuro las técnicas de documentación del arte rupestre.

Además es posible que analizando las ventajas, avances, e inconvenientes de cada una de las técnicas empleadas por los científicos, podamos indicar cual o cuales de las metodologías empleadas resultan idóneas para la documentación de los paneles y las figuras, y hacia donde parecen dirigirse las nuevas metodologías.

Las nuevas tecnologías han supuesto en las últimas décadas una auténtica revolución en todas las disciplinas científicas, y los estudios prehistóricos no han sido una excepción. La aplicación de nuevas innovaciones tecnológicas y nuevas metodologías de estudio en los yacimientos arqueológicos, ha supuesto un avance considerable y una ampliación de nuestros conocimientos sobre los mismos. Lo que nos ha llevado, en ocasiones, a la mejora de las documentaciones, e incluso a nuevos descubrimientos de motivos no observados hasta la fecha.

Por todo ello parece recomendable una nueva revisión de todas las estaciones con arte rupestre con estas nuevas metodologías de trabajo, para modificando nuestro enfoque realizar un nuevo análisis, diagnosis y posterior seguimiento de la evolución de los mismos.

Los yacimientos que no han sido documentados con estas innovadoras técnicas cuando son dañados o destruidos y desaparecen, ya nunca podemos volver a estudiarlos. En cambio, aquellos que han sido estudiados con estas metodologías, tenemos la posibilidad de obtener un modelo exacto e imperecedero de las representaciones y del soporte donde se alojan.

Actualmente muchas investigaciones y documentaciones se están realizando con este tipo de procedimientos, tanto en el estudio de yacimientos como en monumentos y bienes inmuebles de interés patrimonial, con el objetivo de obtener una recreación de los mismos en un modelo digital en 3D imperecedero y de alta resolución, lo cual nos sirve para posibles investigaciones posteriores, y lo que es más importante para su preservación para el futuro.

Estos modelos digitales son fácilmente transmisibles al público en general, en publicaciones, páginas web, foros, etc. Lo que permite una mejor difusión de este arte en general, y acercar al público al disfrute de este arte prehistórico sin necesidad de desplazarse, y evitando también la degradación de los yacimientos.

1.4. Objetivos a alcanzar con este trabajo.

La hipótesis de la que partimos en mi trabajo es que, si realizamos un análisis y estudio comparativo de las técnicas de documentación utilizadas para el estudio de los yacimientos con arte rupestre, desde el inicio de las investigaciones de este tipo hasta nuestros días; podremos llegar a la tesis de identificar cual o cuales resultan las metodologías de estudio más idóneas a emplear, y por tanto seremos capaces de proponer un modelo adecuado de documentación para este tipo de yacimientos.

Tratar de discernir cual es la metodología de documentación idónea a utilizar para la documentación de yacimientos con arte rupestre, ya se trate de pinturas o de los denominados grabados rupestres o petroglifos. Que pueda servir para nuestros fines respetando la conservación de los yacimientos, pueda evaluar su posible degradación, aporte nuevos hallazgos y resultados, mejore la precisión en su documentación, y nos abra nuevas perspectivas de estudio.

Si yo tuviera que enfrentarme a la tarea de la documentación de una estación con arte rupestre, ¿qué metodología emplearía?, ¿cuáles serían las técnicas que resultarían más idóneas y con las cuales obtendría mejores resultados?, ¿o simplemente he de emplear las últimas innovaciones tecnológicas porque resultan más atractivas?

No existe un criterio global de estudio de las estaciones que contienen arte rupestre. Y asistimos continuamente a que los investigadores aplican en distintos ámbitos, metodologías muy dispares en el estudio de los yacimientos. (*Ripoll, S. 2006-2009*).

Para poder elegir adecuadamente tanto las técnicas de documentación como las metodologías de estudio a emplear, considero que resulta absolutamente necesario justificarlo. Y creo que la mejor manera de hacerlo es con este tipo de trabajos, realizando un estudio descriptivo y comparativo de todas las metodologías de documentación del arte rupestre, (viendo sus ventajas e inconvenientes) conocidas y empleadas desde el inicio de los estudios de este campo hasta nuestros días.

Es importante tener en cuenta en el análisis de estas metodologías de documentación que, además de ser útiles en nuestros estudios, dependiendo la finalidad que busquemos, no deben producir daños en los yacimientos. Es decir, viendo la evolución de las metodologías de documentación, encontrar la técnica o las metodologías más adecuadas para documentar los motivos de una forma no invasiva, y que no produzcan ningún tipo de daño destrucción o alteración en los soportes ni en las figuras. Esa en mi opinión deber ser una premisa importante en mi trabajo de investigación.

En definitiva, se trata de intentar realizar una pequeña aportación para tratar de mejorar el estudio, de la que en mi opinión es quizá la parte más olvidada de las representaciones artísticas del ser humano. Históricamente el estudio del arte rupestre, y concretamente la documentación del mismo, se ha venido centrando en una recopilación de las representaciones pictóricas, dejando un poco de lado tanto el análisis de los grabados, como del entorno y del soporte que los sustenta.

Este olvido (voluntario o no) se ha debido posiblemente a que despiertan un menor interés, o por las dificultades que presenta su documentación, y porque lo que se pretendía en las primeras décadas de su estudio era recabar la información más relevante (normalmente las imágenes), para demostrar y divulgar el descubrimiento. Aún incluso hoy en día podemos asistir a estudios que se centran casi exclusivamente en el estilo de sus figuras, cuando se trata de algo mucho más complejo y rico, siendo todo un conjunto que engloba todo tipo de representaciones antrópicas, el entorno en que se sitúan, el soporte que las aloja, sus características físico-químicas, etc., y todo ello afecta a su comprensión y conservación.

Es por ello que, como iremos viendo en este trabajo, la metodología más adecuada debe ser aquella que tenga en cuenta todas estas características, resulte más precisa evitando la subjetividad, y no tenga un contacto directo que pueda afectar a su estado de conservación.

Con el paso de las décadas de estudio y avances científicos, hemos pasado de las metodologías más simples de documentación, a base de dibujos a mano alzada y la realización de calcos directos; a la realización de documentaciones integrales con la creación de modelos en tres dimensiones, registrando no solo las figuras, sino también los soportes que los alojan así como los abrigos o cuevas donde se encuentran.

También se estudiarán en este trabajo las últimas tecnologías a base del análisis digital de las imágenes para la investigación y el descubrimiento de figuras no visibles por el ojo humano.

Veremos estos novedosos y variados modelos en formato digital y de alta resolución, los cuales resultan de fácil manejo tanto para la comunidad científica, como para la difusión al público en general.

Otro de las necesidades a la hora de la documentación de las estaciones con arte rupestre es su georreferenciación. Con los métodos de documentación utilizados en el pasado no se podía realizar una localización exacta de los yacimientos, así como situar las figuras en el mismo.

Como también veremos en este trabajo, estas metodologías actuales que son capaces de georreferenciar los enclaves y las figuras, resultan muy adecuadas para los investigadores y para el público en general. Ya que además de permitirnos la creación de modelos en tres dimensiones exactos, nos permiten situar las representaciones en su ubicación precisa. También podemos establecer las relaciones espaciales dentro del yacimiento y realizar estudios para analizar las interacciones entre ellos.

Con la mejora de la documentación se pretende obtener una mayor precisión, obteniendo imágenes de mejor resolución que nos permitan identificar nuevas características definitorias, y puede también permitirnos realizar nuevos descubrimientos.

Es incluso posible que, en un futuro no muy lejano, podamos identificar marcas y modos de realización de las representaciones, distinguiendo los diferentes trazos e incluso observando la diferente profundidad de los surcos de los grabados. Todo ello podría llevarnos a comprender la metodología utilizada al realizarlos, las direcciones de los trazos, el número de ellos, y otras características de los mismos.

Posiblemente seremos capaces incluso tratar de identificar los elementos e instrumental utilizado, con todo lo que ello podría suponer. Podríamos obtener información de los grupos humanos que lo realizaron así como incluso datos cronológicos del momento de su realización. Aunque este objetivo no se consiguiera, sigue resultando atractivo abrir nuevos caminos a otro tipo de visiones y metodologías de estudio.

El avance de las nuevas metodologías de documentación y la aplicación de nuevas tecnologías, está favoreciendo el hallazgo de numerosas representaciones no observables hasta la fecha, o bien porque no eran visibles al ojo humano o porque se confundían con accidentes de la roca, se encontraban en lugares de muy difícil acceso, estaban ocultas por manifestaciones posteriores superpuestas, o cubiertas por depósitos minerales que hacían imposible su localización, etc.

Considero que es muy importante también intentar eliminar en lo posible la subjetividad en la documentación del arte rupestre, ya que ello ha producido numerosos errores de identificación e interpretación en los motivos estudiados.

Y por último indicar que en tanto que se trata de un bien cultural, no debemos olvidar que nuestro fin último ha de ser el de poner a disposición del público el conocimiento de este arte y su disfrute. Por tanto también es importante seleccionar aquellos métodos de documentación y difusión que, faciliten el acercamiento de estas maravillosas representaciones de nuestros antepasados a todo aquel que esté interesado.

1.5. Descripción de la investigación.

En este trabajo se pretende estudiar, analizar y desarrollar las diferentes técnicas de documentación del arte rupestre que, se han venido utilizando desde el inicio de los trabajos de investigación en yacimientos hasta nuestros días.

Comenzando por un primer análisis del arte prehistórico y en concreto del arte rupestre, así como sus diferentes concepciones e interpretaciones históricas.

Pasando a continuación a ver la enorme importancia de entender y realizar una correcta documentación del patrimonio histórico, y en el caso que nos ocupa de los yacimientos prehistóricos. La finalidad de nuestra investigación debe dirigir nuestra propuesta inicial, los medios a emplear, nuestras metodologías de estudio, el procesado posterior, desarrollo de los resultados, etc.

A continuación se analizarán desde diferentes puntos de vista y en variados aspectos, los diferentes métodos de documentación del arte rupestre utilizados a la largo del estudio de esta disciplina científica.

Por un lado trataremos de comprender cuál ha sido el eje vertebrador de esta evolución metodológica, y por otro si esta evolución se ha debido únicamente a los avances científico-técnicos o han influido otras variables.

Continuando con un análisis de las características, así como de las ventajas e inconvenientes de los diferentes métodos de documentación del arte rupestre utilizados a lo largo de la historia, trataré de identificar cual o cuales pueden resultar las técnicas de documentación idóneas teniendo en cuenta aquellos aspectos que parecen más relevantes, como son la precisión obtenida, la exactitud de los datos recabados, la conservación de los yacimientos, el coste de los equipos, etc. En definitiva aquellos aspectos que puedan hacer que nuestras metodologías resulten las más adecuadas.

Se estudiarán las técnicas que se vienen utilizando en los últimos años y que se están imponiendo cada vez más entre la comunidad de investigadores. Aquellas más modernas basadas principalmente en el análisis de la imagen digital, la teledetección, la documentación temática tridimensional y las técnicas geomáticas.

Con este acercamiento a las últimas innovaciones tecnológicas y metodológicas, veremos cómo se han producido descubrimientos sorprendentes que han permitido a los investigadores localizar una enorme cantidad de motivos no visibles hasta la fecha, al encontrarse fuera del espectro electromagnético visible por el ojo humano, ya sea porque se han deteriorado por diversos motivos, o porque se encontraban ocultos o parcialmente cubiertos por depósitos u otras representaciones.

En la parte final de este trabajo se tratará de evaluar cuales han sido los resultados de nuestra investigación, y se realizará una propuesta personal y justificada de metodología de documentación de estaciones con arte rupestre.

Es importante comprender por un lado que ha motivado su variación y adecuación con el paso del tiempo, y por otro identificar cuáles son aquellas técnicas que pueden arrojar mejores resultados, dependiendo de nuestro objetivo final en el estudio. Y por supuesto no olvidando nunca que nuestros métodos de documentación deben tener siempre en cuenta, la premisa ineludible y atender irremisiblemente a los criterios de conservación.

Para finalizar se tratará de proponer cuales pueden ser los futuros pasos evolutivos en cuanto a la documentación de aquellas estaciones con arte rupestre. Tratar de entender hacia donde parece dirigirse esta disciplina así como las últimas investigaciones y metodologías propuestas, tanto para la comunidad científica dedicada a la investigación, como para aquellas documentaciones en las cuales su objetivo final es acercar el disfrute y difusión de este maravilloso arte al público en general.

1.6. Utilidad del estudio, pertinencia.

El arte prehistórico es una de las manifestaciones artísticas más importantes de la historia del ser humano. En él se han ido plasmando a lo largo de su evolución, tanto los hechos más relevantes que quisieron representar, como una variada selección de las especies animales con las que compartían su entorno vital.

Dichas representaciones se han realizado principalmente en dos formatos como han sido la pintura y el grabado, tanto en abrigos como en aquellas cuevas que fueron ocupadas por el ser humano, e incluso representaciones al aire libre (aunque estas últimas resultan las más escasas).

Estos yacimientos no se encuentran aislados y protegidos sino que pertenecen al entorno natural, y forman parte de un complejo sistema que engloba muchos aspectos. Todos estos elementos bióticos y abióticos afectan de manera muy importante a su evolución y conservación.

Las medidas que históricamente se han tomado para su conservación no siempre han resultado del todo útiles, ya que se han producido daños irreparables tanto por efectos naturales como por actos vandálicos. También en ocasiones (de forma involuntaria), por el uso de metodologías de documentación no muy adecuadas (vistas desde nuestra perspectiva actual) y que precisaban un contacto directo con los motivos, produciendo alteraciones físico-químicas en ellos y/o en su entorno.

Es por ello que resulta del todo imprescindible realizar una documentación lo más exhaustiva posible de todos estos yacimientos, para estudiar su evolución y preservarlos para el futuro.

La utilización de las técnicas geomáticas y los métodos de teledetección parecen en un principio situarse entre las metodologías que parecen más idóneas para obtener los resultados que pretendemos. Ello es debido principalmente a que no precisan un contacto directo con los motivos y superficies a documentar.

Estas técnicas también nos permiten a menudo localizar e identificar nuevos yacimientos, e incluso nuevas perspectivas de estudio y nuevos descubrimientos en los enclaves ya estudiados con técnicas anteriores.

Las últimas innovaciones tecnológicas parecen haber marcado la evolución de las metodologías de documentación del arte rupestre. Y ello es debido a que además de conseguir réplicas exactas y digitales en formato de tres dimensiones, nos han permitido observar los paneles en un espectro electromagnético más amplio del que es capaz de alcanzar el ojo del ser humano.

Por lo que parece recomendable realizar una revisión y documentación de todos aquellos yacimientos que tengan la posibilidad de contener arte rupestre, o que ya hayan sido identificados pero solamente documentados con técnicas no tan desarrolladas. Tanto para la detección de nuevas representaciones como para su preservación para el futuro, ya que muchos de ellos desgraciadamente están desapareciendo o lo pueden hacer en un futuro.

Las nuevas tecnologías e invenciones científicas han supuesto una auténtica revolución en la ciencia en las últimas décadas, pero esto no siempre se ha visto reflejado en la documentación del arte rupestre. Y aunque es posible que haya sido su principal eje vertebrador no siempre ha guiado los estudios artísticos en esta disciplina. Incluso podemos observar hoy en día como muchos investigadores siguen utilizando técnicas ancladas en el pasado y que no parecen arrojar los mejores resultados.

1.7. Estructura de la Tesis.

La Tesis que voy a desarrollar se estructura en nueve capítulos con las siguientes denominaciones y contenidos:

Capítulo 1: “Introducción”. En este capítulo lo que se pretende es proporcionar una idea amplia y general de cuál es el problema que queremos abordar con el desarrollo de esta Tesis. Veremos en un primer momento cómo surgió la idea para realizar el estudio que nos ocupa. Comprobaremos también la relevancia que puede tener el estudio que pretendo realizar. Se presentará la hipótesis de partida para nuestro estudio así como la tesis a la que pretendemos arribar. Se especificarán los pasos a seguir en este estudio y se finalizará este punto con la estructura que se va a seguir en su desarrollo.

Capítulo 2: “Concepto y significado del arte rupestre”. En el segundo capítulo vamos a analizar el concepto y la evolución del arte rupestre. Es importante en mi opinión, comenzar realizando un breve resumen de aquello de lo que vamos a estudiar la evolución de su documentación. Veremos el concepto de arte, significado del arte prehistórico, teorías interpretativas, periodizaciones y clasificaciones.

Capítulo 3: “Breve historiografía del arte prehistórico”. En el tercer capítulo realizaremos un acercamiento a la evolución de los descubrimientos y del estudio del arte prehistórico, partiendo de las primeras referencias históricas que podemos localizar hasta nuestros días. Nuestro análisis se basará principalmente en los primeros investigadores, que tan importantes fueron para el establecimiento de las bases

fundamentales de esta disciplina científica, y alcanzará principalmente hasta la primera mitad del siglo XX, momento a partir del cual se multiplicaron de tal manera los estudios e investigadores que sería inabarcable en este breve capítulo.

Capítulo 4: “La documentación del patrimonio cultural”. En este capítulo definiremos el concepto de documentación y su aplicación en el estudio del patrimonio cultural. Veremos los diferentes tipos de documentación sobre todo aplicados al estudio de los yacimientos, y comprenderemos como el tipo de documentación a realizar, vendrá determinado por el objetivo final de nuestra investigación.

Capítulo 5: “La influencia de la tecnología”. En este quinto capítulo analizaremos la importancia de las innovaciones tecnológicas en la evolución científica, y como han influido en las metodologías de estudio y documentación de los yacimientos con arte rupestre.

Capítulo 6: “La evolución de la documentación del arte rupestre”. Describiremos en este sexto capítulo las distintas metodologías de documentación del arte rupestre que se han venido utilizando a lo largo de la historia de esta disciplina, analizando las ventajas e inconvenientes de las mismas.

Capítulo 7: “El análisis de la imagen digital”. Veremos en este apartado los sistemas de documentación basados en la teledetección. Las enormes ventajas y avances que supone en esta disciplina al análisis de la imagen digital. También estudiaremos el espectro electromagnético, así como las últimas técnicas de documentación basadas en la obtención de imágenes de la parte de este espectro no visible por el ojo humano.

Capítulo 8: “La situación actual de las metodologías de documentación”. Analizaremos en este capítulo las últimas técnicas de documentación que se vienen aplicando al estudio de los yacimientos del arte rupestre, y como estas metodologías varían en cuanto a la finalidad de nuestro estudio, ya se trate de una investigación puramente científica encaminada a nuevas interpretaciones o descubrimientos; o una documentación con vistas al público en general, para facilitar su conocimiento y disfrute con la mayor precisión posible.

Capítulo 9: “Conclusiones y perspectivas futuras”. En este último capítulo realizaremos una revisión de nuestro estudio y comprobaremos hacia donde nos ha llevado esta Tesis. Veremos si nuestros objetivos propuestos inicialmente los hemos alcanzado y cuáles han sido los resultados. Se realizará una propuesta de documentación integral para estaciones que contengan arte rupestre. Para finalizar propondremos algunas ideas de hacia dónde pueden dirigirse en un futuro las metodologías de documentación de este tipo de yacimientos.

Capítulo 10: “Bibliografía”. Por último relacionaremos toda la bibliografía consultada que nos ha servido para la realización de este trabajo.

CONCEPTO Y SIGNIFICADO DEL ARTE RUPESTRE.

(CAPÍTULO 2)

CAPÍTULO 2: CONCEPTO Y SIGNIFICADO DEL ARTE RUPESTRE.

En el segundo capítulo vamos a analizar el concepto y evolución del conocimiento del arte rupestre. Es importante en mi opinión, comenzar realizando un breve resumen de aquello de lo que vamos a estudiar la evolución de su documentación.

En un resumen de los aspectos más relevantes, se analiza primeramente el concepto de arte en general y a continuación el significado del arte de nuestros antepasados, se continúa revisando las teorías interpretativas, después se exponen las periodizaciones propuestas hasta la fecha, prosigue el trabajo con las clasificaciones tipológicas, dataciones de las figuras, su clasificación, y finalizamos el presente capítulo con el aspecto posiblemente más complejo del estudio del arte rupestre, y este no es otro que su significado.

Este segundo capítulo se divide en los siguientes apartados:

- 2.1. El concepto de arte prehistórico.
- 2.2. Teorías interpretativas.
- 2.3. Periodización artística.
- 2.4. Clasificación tipológica.
 - 2.4.1. Arte mueble.
 - 2.4.2. Arte rupestre.
- 2.5. Datación de las representaciones.
- 2.6. Clasificaciones cronológicas.
- 2.7. Significado.

2.1. El concepto de arte prehistórico.

No resulta nada fácil tratar de definir el concepto de arte, y mucho menos hacerlo del término más concreto de arte prehistórico.

Cada uno de nosotros es capaz de entender y tener un concepto propio de aquello que es estético, pero también es cierto que esta percepción ha variado mucho a lo largo del tiempo y depende también de las diferentes culturas. Además, al ser una percepción puramente subjetiva, es realmente complejo realizar una definición objetiva de su esencia. (Cabrera, V. et al., 2002).



Figura 2.1: Esquema conceptual de la obra de arte. (Tomado de www.blogdeartecontemporaneo.wordpress.com).

Lo que parece estar generalmente aceptado es que se trata de una actividad esencialmente humana, si dejamos de lado algunas manifestaciones de otras especies animales.

Parece ser que la capacidad de trascender lo meramente utilitario, es una facultad exclusiva de los seres humanos. Y además parece claro también que para traspasar esta barrera, es preciso que la mente del hombre tenga la capacidad de mostrar un pensamiento complejo y abstracto. (*Cabrera, V. et al., 2002*).

No sabemos con exactitud cuándo comenzó esta facultad. Tradicionalmente se piensa que debió desarrollarse con la aparición del hombre moderno, pero es cierto que nuevos hallazgos e investigaciones apuntan cada vez más claramente a que esta capacidad (y el origen del arte en general), debemos retrasarla en el tiempo cada vez más. Se nos hace cada vez más plausible la capacidad de pensamiento abstracto en el hombre de Neanderthal. (*Ripoll, E., 1986*).

Parece que, según vamos avanzando en descubrimientos y estudios, es probable que dispusieran de ella los neandertales e incluso podrían estar dotados homínidos más antiguos. (*Cabrera, V. et al., 2002*), (*Rodríguez, M. I., 2005*).

Muchos autores consideran que ya el hombre de Neanderthal, y es posible que parte de sus antecesores, dispusieran ya de la capacidad para crear algún tipo de manifestación artística. (*Ripoll, E., 1986*).

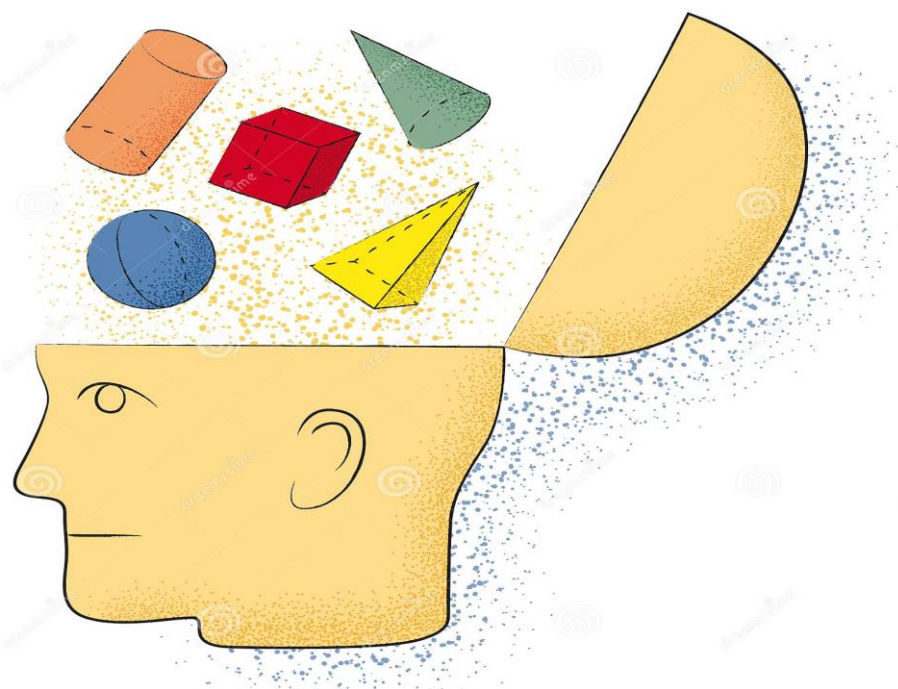


Figura 2.2: Representación del pensamiento simbólico. (Tomado de www.istockphoto.com).

En las representaciones artísticas de la antigüedad, el hombre prehistórico no parece expresar exactamente lo que observa, no realiza una copia de la realidad. (*De la Peña, M. P., 2008*). Parece ser que plasma imágenes condicionadas por sus limitaciones técnicas y materiales y por una demanda social o personal. Da la impresión de querer reflejar las sensaciones y creencias más que la realidad, y parece querer aludir simbólicamente a seres superiores, gestas o ritos.

Además, como desconocemos exactamente el motivo o motivos que llevó a nuestros antepasados a realizar estas representaciones, es muy posible que sus intenciones estuvieran muy lejos de la estética artística con las que las valoramos hoy en día.

Actualmente nuestra concepción de arte es algo mucho más desarrollado y si cabe más complejo. En nuestros días la capacidad de realizar arte se considera casi exclusivamente de profesionales, y se trata de manifestaciones con una gran carga de simbolismo, desarrollando un mensaje y manifestándose en representaciones explícitas y duraderas, como la pintura, la escultura, la escritura y otras. Debemos reflexionar y plantearnos que, es muy posible que nuestra concepción actual del arte, pueda no ser aplicable a la concepción que tenían los autores de estas representaciones prehistóricas. *(Cabrera, V. et al., 2002).*

El arte prehistórico abarca un periodo muy extenso de tiempo, y para favorecer su estudio y poder diferenciar características específicas de cada periodo, ha sido dividido en etapas y periodos. Cuestión muy polémica y sujeta a constantes críticas y revisiones dada la complejidad de la tarea.

Hemos de entender que, pretendemos clasificar dividir y etiquetar unas expresiones artísticas que surgen en antiguos grupos sociales a lo largo de todo el planeta, y que en cada zona tienen sus fechas, ritmos de origen y evolución. Es por lo que las variadas clasificaciones existentes y propuestas por los diferentes autores a lo largo de la historia de su estudio, obedecen a criterios arbitrarios.

Además, nos encontramos con la aparición constante de nuevos descubrimientos de representaciones artísticas, que nos obligan a revisar y reflexionar sobre las citadas clasificaciones, y a modificar (generalmente retrasar) las fechas de aparición de las primeras manifestaciones en cada periodo.



Figura 2.3: Surgimiento del primer arte de la humanidad. (Tomado de www.psicocode.com).

Otra de las cuestiones muy debatidas es intentar señalar cuando pudo ser el origen de las primeras manifestaciones artísticas, asunto si cabe aún más complejo, ya que como hemos comentado antes, descartar que representación es artística y cual no lo es resulta un tema realmente difícil por la propia definición del concepto; y por tanto identificar el posible momento que pudieron comenzar a realizarse está siempre sujeto a debate, revisión y modificación.

Después de preguntarnos por el cuándo, parece lógico al abarcar el estudio del arte rupestre el preguntarnos el porqué. Quizá son las dos cuestiones más complejas que podemos plantearnos sobre el estudio de este tipo de arte, pero el “porqué” se plantea como un problema de difícil solución, al cual se ha intentado dar muchas y variadas teorías y explicaciones.

Saber con exactitud cuáles fueron las motivaciones que condujeron al hombre prehistórico a realizar este tipo de representaciones en abrigos, cuevas y objetos, es una certeza a la que en mi humilde opinión difícilmente arribaremos. (*Menéndez, M. et al., 2009*).

Quizá el problema ha estado en muchas ocasiones en intentar encontrar una significación única y universal para explicar estas manifestaciones artísticas de la antigüedad.

Probablemente surgieron para atender las “necesidades” psicológicas de cada grupo, en cada zona y en cada lugar. Lo que sí parece claro es que les otorgaban una gran importancia, y que eran muchísimo más comunes y variadas de lo que nos ha llegado a nuestros días, ya que hemos de tener en cuenta que gran parte, si no la mayoría de ellas, fueron realizadas sobre materiales perecederos.

Solo conservamos una pequeñísima parte de las obras artísticas que se realizaron en la Prehistoria, y no tenemos otra opción que especular sobre este registro escaso, con la finalidad de entender más en profundidad nuestra evolución, a nuestros antepasados, y comprender mejor como hemos llegado a ser lo que somos hoy en día.

2.2. Teorías interpretativas.

Profundizando en el tema de la interpretación del arte paleolítico, indicar que su significación y motivación pueden relacionarse con fenómenos culturales, económicos y sociales de aquellos grupos de cazadores-recolectores. Para poder entender este sentido y motivación surgieron diversas teorías interpretativas a lo largo del tiempo. Veremos a continuación algunas de las propuestas más conocidas, que se han querido asociar a la significación de estas representaciones.

La primera teoría y quizá la más sencilla es la del arte por el arte, gozando de gran aceptación a finales del siglo XIX (*Sanchidrián, J. L., 2005*). En la que los autores indicaron que cuando estos grupos no estaban ocupados en la caza y las tareas diarias se dedicaban a decorar objetos, armas, adornos, etc. Estas teorías pronto fueron rebatidas, con la aparición del arte rupestre y el estudio de las comunidades prehistóricas actuales. (*Cabrera, V. et al., 2002*).

Esta teoría asigna a las representaciones una finalidad ornamental, de divertimento, o de satisfacción personal. Propugnando que este arte es gratuito y autosuficiente en su motivación. Concibe a estas sociedades un modo de vida fácil y cómoda, que les permitía disfrutar de abundante ocio, motivo por el cual adornaban su entorno con imágenes. No le otorga al arte rupestre ningún tipo de finalidad trascendente. Como podemos entender estas hipótesis fueron pronto abandonadas ya que no resisten un análisis mínimamente crítico, al no explicar la gran variedad de motivos y representaciones. (*Ripoll, S. et al., 2002*).

Motivos como la repetición constante de temas, como si hubiera un universo “ideológico” colectivo, o que gran cantidad de imágenes se localizan en las cavidades en lugares remotos, estrechos y de complicado acceso, permitieron refutar esta teoría relativamente pronto. (*Sanchidrián, J. L., 2005*).



Figura 2.4: Posible escena de realización arte paleolítico. (Tomado de www.webquestprehistoria.blogpost.com).

Surgieron así otras teorías, como la del arte como recreador totémico. Esta teoría surge como consecuencia de la etnografía comparada en la que el tótem consiste en un animal venerado, considerado como un antepasado del clan o comunidad (*Sanchidrián, J. L., 2005*), también pudiendo aludir a antecesores míticos, vegetales u otros. Breuil fue uno de los defensores de esta interpretación, basando su tesis en que el arte rupestre se sitúa en lugares a veces inaccesibles o en lo más profundo de algunas cuevas, lo que parece indicar un sentido totémico de iniciación o rito. (*Cabrera, V. et al., 2002*).

El hombre primitivo admiraba el entorno natural en el cual se desarrollaba y especialmente a ciertas especies de animales. Naciendo así este culto totémico, y atribuyendo al tótem elegido por el grupo poderes o saberes extraordinarios. Cada grupo buscó así su guía y su identidad totémica. (*Ripoll, S. et al., 2002*).

Una de las principales críticas a esta explicación del arte prehistórico señala que, en muchas ocasiones estos animales aparecen representados siendo atacados con armas arrojadas, lo que parece algo incompatible con la sumisión o admiración hacia la figura totémica de un grupo. También se ha indicado que la idealización de una figura totémica animal por parte de un clan, se plasmaría en la repetición casi exclusiva de esa especie, cosa que no suele ocurrir ya que, podemos observar habitualmente distintas especies representadas en un mismo yacimiento. Y finalmente esta teoría no da una explicación al tema quizá más frecuente, que es el de los signos. (*Montes, R., 2012*).

Otra de las interpretaciones habla de un significado propiciatorio para la caza, es decir, que estas imágenes se representaban para favorecer la caza como una especie de rito mágico. Estas teorías comenzaron a ser muy criticadas y a dejar de aceptarse sobre los años cincuenta del pasado siglo.

Se fundamenta en la idea de que existe una relación entre la imagen y el sujeto, es decir entre la imagen representada del animal y el animal en sí mismo. De modo que al representar al animal, este quedaba bajo su dominio.

Estas sociedades se basaban y centraban sus esfuerzos en la obtención de alimentos, por lo que las representaciones artísticas respondían a una necesidad, teniendo la función práctica de propiciar la caza. Esta teoría queda reforzada por la aparición de signos en forma de flechas o de heridas, así como la representación de herbívoros, como los caballos, bisontes, cabras, ciervos, etc., mostrando aquella variedad de animales más cazados por el hombre prehistórico. (Montes, R., 2012).

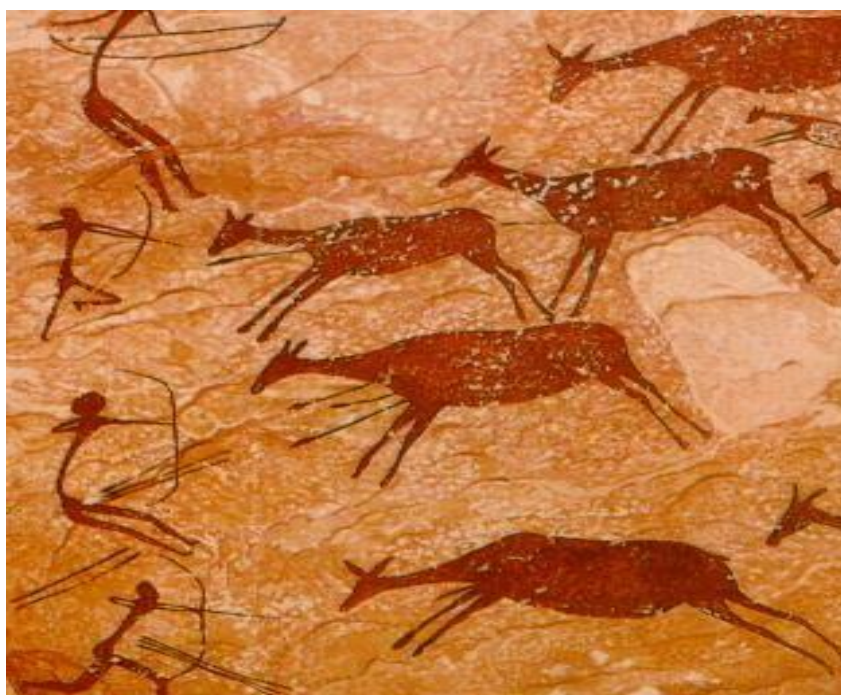


Figura 2.5: Escena de caza La Valltorta. (Tomado de www.museudelavalltorta.gva.es).

Aquí surgen autores como A. Leroi-Gourhan y A. Lamming-Emperaire, que realizarían una crítica sobre estas teorías anteriores calificándolas de demasiado simples y contundentes. (Montes, R., 2012).

Estos autores ven una carencia en las teorías sobre representaciones rupestres, advirtiendo la necesidad de realizar estudios sistemáticos sobre la organización de los distintos motivos, buscando patrones y relaciones entre los mismos aplicando métodos matemáticos y estadísticos. (Cabrera, V. et al., 2002).

Así llegan a asociar las cuevas de arte rupestre con santuarios, donde cada parte de esta tiene un significado y atiende a una organización concreta de las representaciones, dependiendo del tipo de animal y su sexo. Identifican varios esquemas representativos y no aceptan la teoría de la magia propiciatoria, ya que los animales representados con flechas son escasos y no corresponden con la base de su alimentación; y los que son más cazados para subsistir no son los más representados. (Cabrera, V. et al., 2002).

Esta teoría estructuralista cuya idea pareció surgir de la citada investigadora, fue desarrollada y llevada hasta sus últimas consecuencias por Leroi-Gourhan. Plasmándola en varios artículos y libros, en los que desarrolla su hipótesis sobre la localización y asociación de animales y de signos. (Ripoll, S. et al., 2002).

Para el investigador se trata de una especie de mitología, representándose dos entes principales y opuestos determinados por el caballo y el bisonte. Esto es algo común a todas las religiones, el bien y el mal. En un principio el autor dio un significado sexista a esta dualidad, pero pronto abandonaría esta concepción por verla algo simplista y creer que implica una motivación más profunda. (Cabrera, V. et al., 2002).

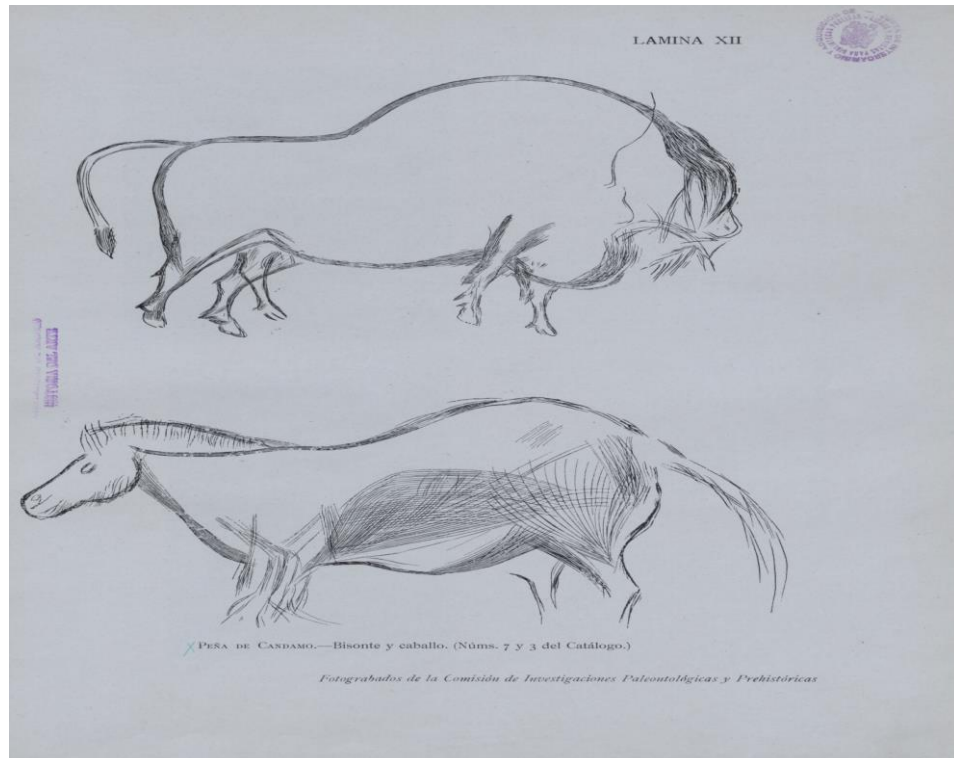


Figura 2.6: Bisonte y caballo de Peña de Candamo. (Tomado del Catálogo de la Exposición de Arte Prehistórico español de 1921).

El autor siguiendo también un esquema cronológico continuo y una única tradición artística, quiere ver una evolución lineal desde formas más simples a las complejas. La cueva era una especie de universo organizado, donde la temática ya sea de figuras animales o de signos se basa en un principio dual: todos ellos son símbolos masculinos o femeninos. (Ripoll, S. *et al.*, 2002).

Este binomio estaba formado por el bisonte o el uro, y por otro lado el caballo. Donde los caballos y los signos simples tenían un valor masculino, mientras que los bisontes y los signos más complejos tendrían una significación femenina. (Montes, R., 2012).

Esta interpretación ha tenido gran cantidad de críticas, pero lo cierto es que no se han propuesto otras soluciones concretas y relevantes al significado y motivación del arte rupestre. (*Cabrera, V. et al., 2002*). Algunas de sus deducciones parecen bastante forzadas, sobre todo la pretensión de aplicar esta idea a todas las cavidades situadas en lugares muy distintos y alejados, y a lo largo de decenas de miles de años. Sin dar una explicación del motivo de su realización ni del porqué del tipo de representaciones, por lo que no excluye a otro tipo de teorías interpretativas. Lo que sí es de destacar es la aportación de una metodología de carácter científico al estudio de las representaciones. (*Montes, R., 2012*).

Hoy en día podemos especular que las cuevas rupestres representan una especie de santuario, como las catedrales de nuestro tiempo. Y que las imágenes parecen tener una representación organizada en su interior. Es posible que pudieran plasmarse en una especie de rito de iniciación, pero de lo que no cabe ninguna duda es que no se trata de simples imágenes de animales, sino que tienen un significado mucho más profundo.

También es importante señalar que podemos encontrar cuevas que no siguen en absoluto ese orden indicado por los estudios de Leroi-Gourhan, con representaciones monotemáticas, con pocas figuras, o con ninguna de las principales que el autor indica.

Las últimas interpretaciones hablan de un arte basado en el chamanismo, en representaciones realizadas bajo efectos de sustancias psicotrópicas en estados alterados de conciencia.

D. Lewis-Williams en el estudio de las cuevas sudafricanas, concluye que se trata de un arte principalmente basado en el chamanismo, y entiende que el arte europeo sigue estos mismos preceptos. (Ripoll, S. et al., 2002). Junto a J. Clottes desarrolla estas ideas basadas en la premisa de que todos pertenecemos a la misma especie de Homo, por lo que todos responden igualmente a la incorporación de sustancias psicotrópicas externas al organismo, alcanzando parecidos estados alterados de conciencia. (Cabrera, V. et al., 2002).

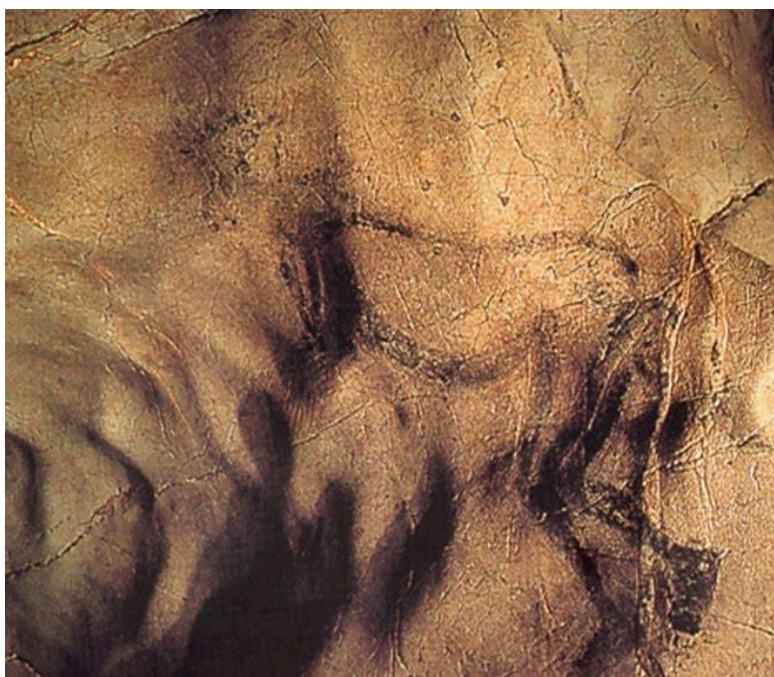


Figura 2.7: El “Hechicero” de Trois-Frères. (Tomado de www.arqueolugares.blogspot.com).

Estas teorías chamánicas señalan tres etapas para el paso de la vigilia al trance, variando el tipo de figuras o imágenes que se alcanza a ver en cada una de ellas. Pasando de figuras geométricas iniciales, a finalmente vislumbrar un mundo de extraño de monstruos o figura oníricas. (Ripoll, S. et al., 2002).

Si bien es cierto que, la mayor parte de las tribus actuales que se han analizado se sabe que utilizan algún tipo de alucinógenos para alcanzar estados alterados de conciencia, no lo es menos que existen muchas y diversas estrategias para conseguirlo como la meditación. (*Ripoll, S. et al., 2002*).

También son numerosas las críticas recibidas por esta teoría, como que no hay ninguna evidencia de la universalidad de los tres estadios o etapas propuestos, o que no tienen porque producir las mismas manifestaciones, que existen diferentes sustancias alucinógenas o métodos de alcanzar estados alterados de conciencia. (*Montes, R., 2012*). Nuevos estudios también analizan la posibilidad de que los autores de las figuras rupestres, para buscar estados de trance lo hicieran bajo los síntomas de una hipoxia deliberada.

Otras explicaciones quieren indicar al artista como representador de sus sentimientos de su día a día, intentando plasmar de un modo subjetivo lo que observa en la naturaleza; una interpretación individual de la cultura de su época. También teorías actuales hablan de un arte como un medio de comunicación de diversa motivación, ya sea económica, social, religiosa, simbólica, etc. Pero como todas las teorías deja aspectos y tipos de representación de figuras o signos sin explicar. (*Montes, R., 2012*).

Parece que hemos partido de las interpretaciones más simples, hemos evolucionado a los significados más complejos y organizativos, y finalmente hemos vuelto a la simplicidad, en cuanto a las teorías interpretativas se refiere. Si bien es cierto que hallazgos como los encontrados en Chauvet, hacen también replantearnos todas estas clasificaciones y rompen totalmente los esquemas propuestos.

Todo ello nos indica la complejidad de este arte, mucho más de lo que pueda parecer en un principio, basado en los sentimientos, mitos, creencias, necesidades de unos grupos, de los cuales nos encontramos ya muy alejados temporal y culturalmente, lo que dificulta en gran medida su interpretación.

Es posible que estemos en lo cierto y a la vez equivocados en las interpretaciones, es posible que suponga un error buscar una sola significación y evolución del arte rupestre, ya que se trata de un fenómeno tan complejo y tan subjetivo que, intentar encontrar explicaciones generalistas se me antoja una tarea casi imposible.

Parece evidente que se trata de representaciones con una alta significación y no meras imágenes de animales, pero que han tenido motivaciones diferenciadas dependiendo del autor o del grupo, y evoluciones distintas según zonas y épocas.

Hay que señalar también que, el hombre prehistórico en tanto que realiza labores de caza y ganadería conoce a la perfección la anatomía de los animales, pero en sus representaciones artísticas no plasma esta realidad, no describe animales concretos habitualmente, aunque sí que disponían de la suficiente habilidad para hacerlo, y de ello tenemos ejemplos como los caballos punteados de Pech-Merle, el caballo de la Pileta o el del Vencejo Moro.

El hombre paleolítico en la mayor parte de representaciones de animales, seres humanos o signos, cuando procede a plasmarlos no refleja exactamente la realidad, se sirve de generalidades, de estereotipos.

Generalmente se ha negado la posibilidad que, los humanos del Paleolítico inferior que habitaron en el Viejo Mundo, tuvieran la capacidad cognitiva de abstracción hasta tal punto de realizar manifestaciones artísticas. Pero de lo que no cabe duda es que, en ciertos grupos sí podemos entrever cierta capacidad y gusto estético en la selección de materiales, en su colorido, y en la configuración de sus “herramientas” advertimos una supuesta intención de personalización. Y todo ello sin tener en cuenta todos aquellos materiales que no han llegado hasta nuestros días.



Figura 2.8: Bifaz de West Tofts (Reino Unido). (Tomado de Cambridge, Museum of Archaeology and Anthropology).

2.3. Periodización artística.

Más tarde, ya en la fase media del Paleolítico, podemos observar una evolución del hombre en su concepción y en el desarrollo abstracto y espiritual de su mente. Asistimos a los enterramientos que, si no pueden ser considerados representaciones artísticas en sí mismas, sí que gozan de cierta ornamentación estética, con ciertos rituales y ofrendas.

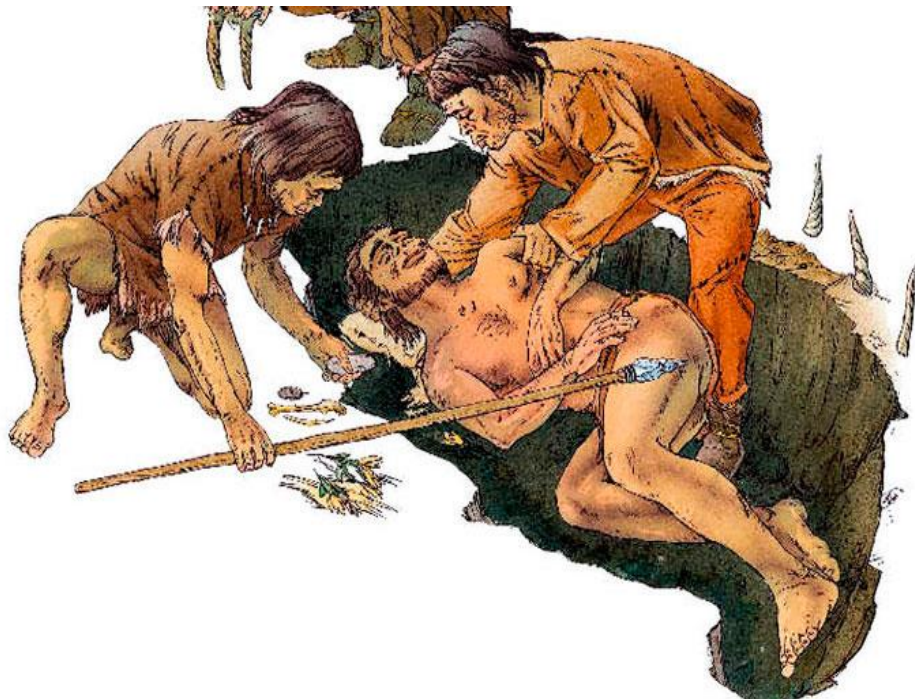


Figura 2.9: Recreación de enterramiento paleolítico. (Tomado de www.aulafacil.com).

Como hemos comentado con anterioridad, cada vez se van retrasando más las dataciones de las primeras manifestaciones artísticas, y asistimos a algunas asociadas a registros Neandertales. No cabe duda de que esta especie fue capaz de manejar conceptos abstractos y tener un avanzado desarrollo mental para tener una capacidad estética. (Branan, N., 2010), (Rodríguez, J. et al., 2014).

Presumiblemente y entrando en las clasificaciones, la fase pre-figurativa o Estilo I está reservada para las manifestaciones artísticas que probablemente surgirán de este periodo temporal.

Está comúnmente aceptado que el primer arte conocido fue el arte rupestre, comenzando con simples trazos en las paredes de algunas cuevas, como indicadores de identidad, propiedad u otros motivos, y suele estar asociado al hombre moderno, y situado en el periodo denominado Paleolítico superior.

Por otro lado, las primeras manifestaciones encontradas y realizadas sobre objetos, o arte mobiliario, y dejando a un lado las marcas o señales estéticas o identificativas, se realizan en bulto redondo. Mostrando ya una avanzada técnica de realización en figuras en tres dimensiones, lo que parece vislumbrar una tradición artística muy anterior.

Piezas como la Venus realizada en tufo volcánico y localizada en el yacimiento de israelí de Berekhat Ram, con una antigüedad superior a 230.000 años y con una clara insinuación de la figura femenina, nos hacen darnos cuenta de que ya en aquellas épocas si bien parece abusivo definirlo como arte, sí es cierto que ciertas representaciones obedecen a criterios claramente estéticos representativos. (*Cabrera, V. et al., 2002*).

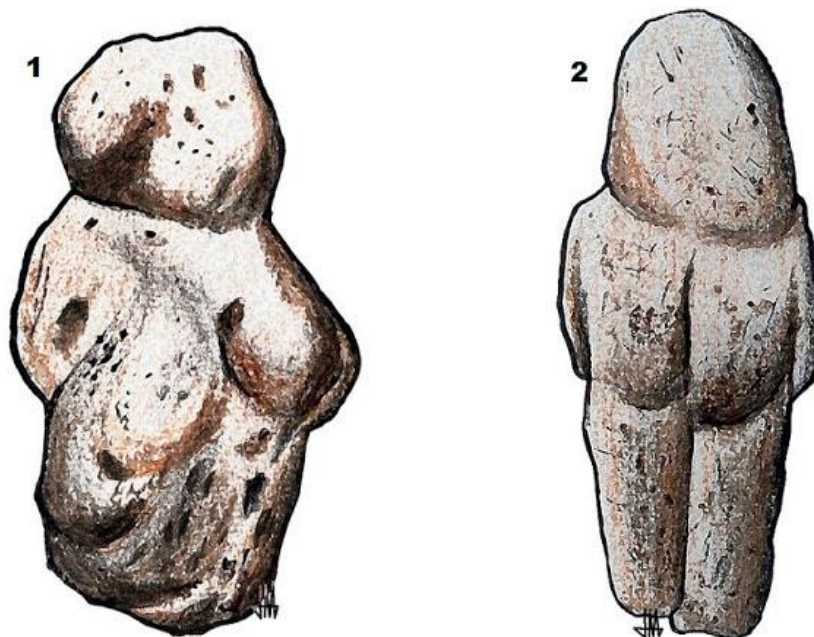


Figura 2.10: Venus de Barejat Ram (1) y Tan-Tan. Entre 200 y 300 mil años (dataciones en debate). (Tomado de www.pinterest.com).

Poder averiguar cuáles fueron las motivaciones que llevaron al hombre del pasado a comenzar con estas representaciones artísticas es algo realmente complejo. Quizá porque, como ya hemos comentado, su mente llegó a este avanzado nivel de abstracción y simplemente podían, quizá por una necesidad de imitar la realidad de aquello que observaban, quizá para expresar sus sentimientos más profundos y emociones, o un arte propiciatorio como también se ha postulado, etc.

Lo cierto es que estas representaciones artísticas fueron plasmándose a lo largo del tiempo, y concretamente en dos variantes principales, una más naturalista que pretende copiar la realidad que observa el artista, y otra que podemos denominar más abstracta o esquemática, la cual deja un poco de la lado esta versión más realista.

Para el estudio e interpretación del arte prehistórico, frecuentemente se han realizado analogías con las sociedades prehistóricas actuales. Comparando los comportamientos y valores de estas sociedades con las del pasado. Defensores de estas ideas fueron Cartailhac, Breuil, y Obermaier entre otros. (Cabrera, V. et al., 2002).

Con posterioridad estas opiniones fueron muy criticadas por Leroi-Gourhan (Cabrera, V. et al., 2002), que propuso nuevas ideas de estudio. En las últimas décadas se ha vuelto a esta concepción de estudio y comparación con las teorías del chamanismo de Lewis- Williams y Clottes. (Cabrera, V. et al., 2002).

Muchos investigadores, en lo que se refiere al estudio del arte prehistórico, se han influenciado por el estudio de los pueblos primitivos actuales, principalmente de los pueblos aborígenes australianos, los cuales continúan una tradición muy antigua de realización de pinturas rupestres. (Ripoll, S. et al., 2002).

El estudio de las costumbres y actividades de estos pueblos actuales, ha llevado a muchos investigadores del arte rupestre a querer trasladar estas semejanzas a los pueblos prehistóricos. Aventurando, en ocasiones, peligrosas deducciones sobre sus características artísticas o religiosas. Queriendo ver un modelo común y atemporal que no tiene el porqué darse. (Ripoll, S. et al., 2002).



Figura 2.11: Comparativa chamán siberiano con pintura rupestre. (Tomado de www.actualidadhistorica.com).

La etapa histórica donde se desarrolla el arte prehistórico es muy extensa. Es por ello que, tanto la Prehistoria como el Arte prehistórico se ha dividirlo en periodos, para facilitar su clasificación y estudio. Como hemos comentado con anterioridad toda división en periodos de la Historia es arbitraria y sujeta a opiniones y variaciones, ya que la evolución social, cultural y biológica se produce de forma continuada y diferenciada en ritmos y características dependiendo de la zona geográfica.

Se aceptó para la Prehistoria una propuesta de división atendiendo a las herramientas empleadas, así tenemos el Paleolítico, el Neolítico y la Edad de los Metales (Bronce y Hierro). A cada uno de estos periodos les corresponde un tipo de arte prehistórico.

Para la periodización y características del arte paleolítico se utilizó en un principio el cuadro cronológico realizado por H. Breuil, el cual fue revisado y modificado por las nuevas aportaciones y nuevas posibilidades interpretativas, de los trabajos realizados en la década de los sesenta por A. Laming-Emperaire y A. Leroi-Gourhan. (*Sanchidrián, J. L., 2005*).

Breuil propuso una clasificación basada principalmente en la superposición de las figuras grabadas o pintadas, estableciendo inicialmente un esquema basado en cuatro ciclos que, con posterioridad modificaría para proponer la existencia de dos ciclos. (*Ripoll, S. et al., 2002*).

Annette Laming-Emperaire realizó una revisión crítica de esta propuesta del abate Breuil, sugiriendo una evolución lineal del arte paleolítico estructurada en tres fases. Con posterioridad A. Leroi-Gourhan realizaría su propuesta estructuralista para la clasificación del arte paleolítico. El autor distribuye la cueva era un universo organizado por temas, en el que todos los motivos tienen un significado femenino o masculino. Su periodización, también unilineal, se postulaba en torno a cuatro estilos organizados cronológicamente, precedidos de un estilo prefigurativo. (*Ripoll, S. et al., 2002*), el cual se sitúa en el periodo inicial del Chatelperroniense. (*Ripoll, S. et al., 2014*).

Ya desde hace muchos años se han realizado abundantes críticas a estos modelos con divisiones arbitrarias y que siguen la idea de una evolución lineal. Descubrimientos como el de La Grotte Chauvet, han demostrado que la evolución desde formas simples hasta formas complejas es totalmente falsa. (*Ripoll, S. et al., 2002*).

EDAD	PINTURAS DE ANIMALES. ETC.	SIGNOS PINTADOS	GRABADOS
AURUSIACENSE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siluetas de manos en rojo y dibujos lineares incipientes de líneas dorsales rojas. 2. Dibujos lineares, finos, amarillos, primero bastante salvajes, y después a líneas gruesas y finas. 3. Dibujos lineares rojos finos, a veces negros. 4. Dibujos lineares rojos, de trazos espesos y babosos. 5. Dibujos en anchas bandas rojas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grandes discos en serie. 2. Pequeños tectiformes, ovoides o en cúpula; otros sobrealzados por un eje medio, etc. 3. Todos los tectiformes rojos y signos conexos (puntuaciones, etc.). 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grabados incisos por sílex, generalmente muy sencillos (C. C., figs. 152, 153 [1 y 2] y 154).
SOLUTIENSE	<ol style="list-style-type: none"> 6. Dibujos en anchas bandas negras. 		<ol style="list-style-type: none"> 2. Grabados de trazos sencillos sin relleno, en relación con los grabados pre-magdalenenses del Parpalló (C. C., figs. 157, 158, 160, 161 y 163a).
MAGDALENIENSE	<ol style="list-style-type: none"> 7. Grafitos negros al carbón. 		<ol style="list-style-type: none"> 3. Figuras finas, más o menos rayadas por completo, semejantes a las de los omoplatos, sobre todo las Ciervas del Magd. III (C. C., figs. 163b, 164 [1 y 3], 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171b).
	<ol style="list-style-type: none"> 8. Figuras negras más o menos modeladas. 		<ol style="list-style-type: none"> 4. Grabados de incisiones fuertes, sin rayado (C. C., figs. 153 [3], 155, 156, 159, 172, 173 y 174).
SUPERIOR	<ol style="list-style-type: none"> 9. Raras figuras policromadas y figuras negras de la misma factura sin concluir. 		<ol style="list-style-type: none"> 5. C. C., fig. 171a, y un grabado sobre un Bisonte policromado.
NEOLÍTICO		<ol style="list-style-type: none"> 4. Esquemas humanos rojos o negros y puntuaciones. Ramiformes negros. 	

Figura 2.12: Cuadro cronológico del arte prehistórico publicado por el abate Breuil en su monografía de 1911. (Tomado de Ripoll, S. et al., 2014).

Gracias a los avances técnicos y científicos, hoy en día ya disponemos de otros modos de clasificación y datación con C14 de los restos de cuevas, pudiendo analizar los propios pigmentos de las pinturas.

El arte europeo paleolítico se extiende cerca de 30.000 años y lo solemos dividir, basándonos en la división establecida por A. Leroi-Gourhan, en cuatro periodos o estilos, precedidos de un estilo pre-figurativo con escasa presencia de figuras ya que se sitúa entre el Musteriense e inicios del Chatelperroniense. (Ripoll, S. et al., 2002). Un periodo Primitivo (estilos I y II), la fase Arcaica o Estilo III, la fase clásica o Estilo IV antiguo, y la Tardía o Estilo IV reciente. (Sanchidrián, J. L., 2005).

Estando cada estilo relacionado con una industria concreta del Paleolítico Superior y a una evolución estilística, marcada por una evolución progresiva en la perfección de las figuras, es decir de representaciones más simples a las más complejas. (*Sanchidrián, J. L., 2005*).

Desde hace ya años se han realizado numerosas críticas a esta clasificación estilística, ya que divide arbitrariamente sus fases y su modelo en una evolución lineal. Se ha podido demostrar que esta evolución de formas más simples a más complejas es totalmente falsa. Como han puesto de manifiesto descubrimientos como el de la Grotte Chauvet, con una datación radio-carbónica muy antigua (en torno a 30.000 B.P.), donde se muestra que ya en el Gravetiense se conocían recursos artísticos que en la clasificación a que hacemos referencia se reservan para finales del Paleolítico. (*Ripoll, S. et al., 2002*).

Así en el Paleolítico, sobre todo en su última fase (el superior), tenemos las primeras manifestaciones artísticas mobiliarias y rupestres. Este tipo de arte se asocia generalmente con el Hombre anatómicamente moderno el *Homo sapiens*. Es el arte realizado por aquellos grupos que aún se les considera nómadas y no productores.

En la mayor parte de las ocasiones, nos centramos en el estudio sobre todo del arte europeo y concretamente el de la Península Ibérica y Francia. El arte de esta época glacial, perteneciente al Paleolítico superior, muestra muchas representaciones de figuras naturalistas de animales, bastantes signos y las representaciones humanas escasean, y en muy pocas ocasiones asistimos a escenas.

Una de las cuestiones muy debatidas, son las similitudes en las representaciones que podemos hallar en yacimientos situados a mucha distancia geográfica. Uno de los motivos que puede justificar la similitud de escenas sería el desplazamiento de estos grupos de cazadores.

Estos grupos de cazadores y recolectores van ocupando las zonas menos frías de Europa y Asia, en un periodo de riguroso frío de la segunda mitad de la última glaciación. Esto en parte podría explicar las similitudes artísticas por los movimientos de los grupos humanos a zonas más cálidas del continente.

Un análisis exhaustivo de las especies representadas, nos parece indicar una distribución geográfica de las mismas atendiendo a la climatología. Así por ejemplo, los grandes animales con poderosas cornamentas y masa corporal nunca llegaron a traspasar la Cordillera Cantábrica. También vemos como en las representaciones, los renos sustituyeron a los ciervos en los momentos más fríos de la época glacial. (*Ripoll, S. et al., 2002*).

De todas formas, cuando analizamos la temática del arte paleolítico solemos caer en una especie de generalización, queriendo ver una homogeneidad en un periodo de más de 30.000 años. Intentando agrupar en un mismo epígrafe zonas tan distantes como las estepas siberianas y el sur de la península Ibérica. Y uno de los motivos principales que ha llevado a este tipo de visiones, ha sido la interpretación estructuralista que se impuso en la década de los sesenta. (*Cabrera, V. et al., 2002*).

La evolución del arte paleolítico no podemos reducirla a un esquema lineal, partiendo de formas simples hacia formas más complejas. (Ripoll, S. et al., 2002). En ocasiones en nuestra mente cartesiana, intentamos clasificar y definir ciertos hechos que corresponden a mentalidades y geografías muy distintas. (Ripoll, E., 1986).



Figura 2.13: Extensión de los hielos en Europa en el último máximo glacial. (Tomado de Cobo, M. et al., 2016).

Este primer capítulo de la denominada Historia del arte se sitúa entre el Auriñaciense antiguo y el Gravetiense, y suele establecerse su final en el Magdalenense. Como hemos indicado en este primer periodo del arte asistimos a dos categorías artísticas principales, el arte rupestre o parietal, realizado en cuevas o sobre roca al exterior; y el arte portátil o mueble, realizado sobre utensilios o exento.

En este arte encontramos pocas figuras humanas y en cambio muchas representaciones de animales y signos. Los antropomorfos son claramente menos abundantes que los zoomorfos. El arte paleolítico es un arte esencialmente animalista, como ningún otro en el curso de la historia. (Ripoll, E., 1986).

Generalmente la apariencia de las figuras humanas es deforme, con una representación tosca y carente de rasgos definitorios, desconociéndose el motivo. Las representaciones animales en cambio son más fieles a la realidad. (Ripoll, S. et al., 2002).

Realmente llama la atención la ausencia de figuras humanas, como si existiera una prohibición o el miedo a representar al ser humano. (Pericot, L. et al., 1973).



Figura 2.14: Pinturas rupestres del Barranco de Las Colochas (Valencia). (Imagen del autor).

La obra que podemos estudiar de los últimos cazadores durante el Epipaleolítico y Mesolítico, muestra una gran variedad de escenas altamente descriptivas y con escenas de gran viveza. Podemos observar también una relación entre las figuras de animales y seres humanos representadas. Vamos asistiendo a unos asentamientos cada vez más duraderos, por los que las variantes culturales y regionales van surgiendo.

Ya en el Neolítico, nos encontramos con las manifestaciones artísticas de las primeras sociedades productoras. El arte se diversifica y encontramos un periodo de enorme variedad. Asistimos al desarrollo del arte levantino, el macroesquemático, el arte esquemático, y al arte megalítico.

La extrema diversidad de los medios geográficos y humanos en la etapa post-glacial, hace que en el Neolítico se presente con aspectos muy diversos, y en unos límites cronológicos extremadamente variables de una región a otra. (*Leroi-Gourhan, A. et al., 1978*).

La tipología básica del arte de los grupos productores puede resumirse en el arte levantino clásico, la pintura esquemática, el arte megalítico, los grabados al aire libre del Noroeste, los grabados esquemáticos en las cuevas, y los grabados esquemáticos al aire libre en la sub-meseta norte. (*Moure, A., 1999*).

Estas profundas y definitivas transformaciones que se producen en el Neolítico afectan a todos los aspectos de las sociedades humanas, y serán determinantes en el modo y tipo de representaciones artísticas. El surgimiento de unas nuevas condiciones de vida, propicia la aparición de nuevas producciones artísticas que satisfacen las necesidades del nuevo tipo de sociedad. (*Cabrera, V. et al., 2002*).



Figura 2.15: Arte Macroesquemático “Pla de Petracos”. (Tomado de www.marqalicante.com).

Con el surgimiento de las sociedades de economía productora, aparecen las primeras manifestaciones de arquitectura urbana en Asia y Europa oriental y las citadas construcciones megalíticas en el resto de Europa. Se va generalizando un arte plagado de signos y figuras muy simplificadas.

El arte megalítico se plasma en las representaciones grabadas o pintadas, realizadas sobre esas construcciones llamadas también megalíticas. (Cabrera, V. et al., 2002). Observamos una uniformidad de las mentalidades y las expresiones, favorecida por el incipiente comercio entre las zonas y la consiguiente difusión de formas y estilos.

Este arte megalítico es coetáneo en el tiempo con las representaciones esquemáticas y los petroglifos galaico-portugueses, entre los que podemos observar una clara similitud o paralelismo, marcada por una generalización de las formas geométricas frente a las figurativas. (Cabrera, V. et al., 2002).

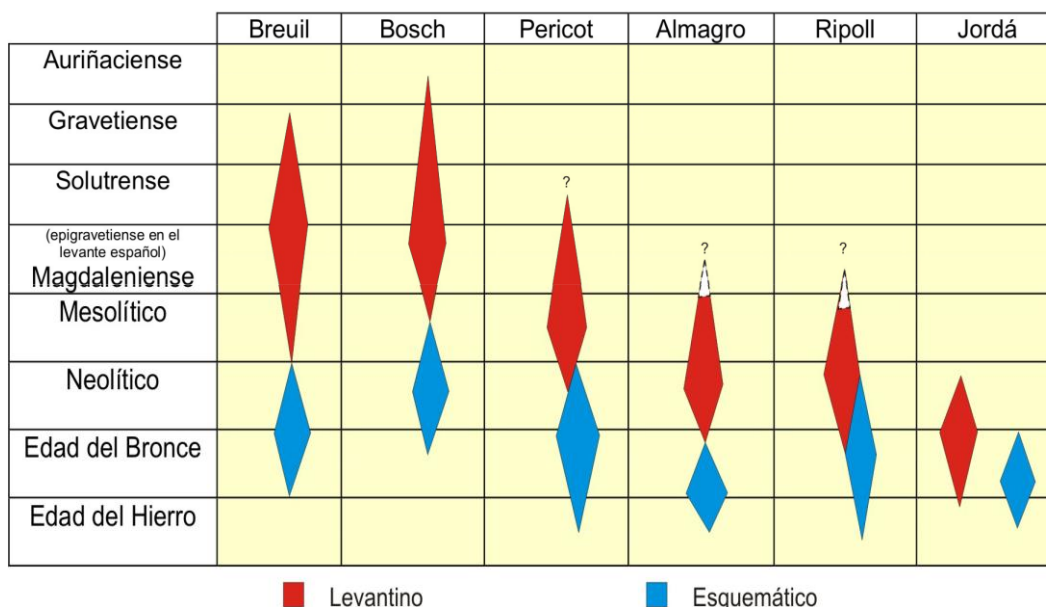


Figura 2.16: Diferentes propuestas cronológicas del arte postpaleolítico. Simposio de Wartenstein (1960). Según Ripoll, E. (2001). (Tomado de Rogerio, M. A., 2010).

Ya en las edades del Bronce y el Hierro con sociedades ya mucho más desarrolladas y complejas, encontramos muchas más manifestaciones artísticas, por las características de los soportes (los cuales varían) y por la obvia cercanía temporal. Se desarrolla la metalurgia del bronce así como de otros materiales como el oro y la plata. (Cabrera, V. et al., 2002).

No parece muy razonable pensar que los legados parietales que localizamos en estos periodos, respondan a los mismos esquemas ideológicos y narrativos que lo de los cazadores de bisontes. (*Moure, A., 1999*).

Debemos también indicar la existencia de otras muchas manifestaciones artísticas, independientemente de la evolución de la pintura, la escultura o la orfebrería. Estas representaciones casi nunca dejan vestigios para poder estudiarlas con profundidad, pero no cabe duda de que gozaron de importancia en su época. Tales manifestaciones son la música, la danza, el adorno corporal, y otras espirituales que posiblemente se desarrollaron.

A pesar del su carácter efímero, se han localizado restos y datos incontestables que prueban la existencia de artes como la música y la danza. (*Ripoll, S. et al., 2002*).

Podemos comprobar cómo desde el comienzo del Paleolítico superior, encontramos instrumentos musicales como son, flautas, silbatos y tambores, realizados generalmente con piezas óseas. Señalar que pocas piezas han llegado hasta nuestros días, debido al deterioro producido en el paso del tiempo y el tipo de materiales. Sin duda estos instrumentos musicales debieron haber servido también para labores cinegéticas. (*Ripoll, S. et al., 2002*).



Figura 2.17: Pavel Dvorski reconstrucción del “tambo” de Mezine (Rusia) con huesos de mamut. (Tomado de Ripoll, S.).

Podemos destacar también la utilización de minerales como el ocre para otros usos aparte de la pintura, como fueron el adorno personal, o incluso como antiséptico repelente, para el curtido de pieles y otras actividades que pueden considerarse también estéticas. También era práctica común la realización de tatuajes. El hombre aprovecha todo aquello que vanamente cree que puede mejorar su aspecto corporal, ya sea pintándose o adornándose. (Ripoll, S. et al., 2002).

2.4. Clasificación tipológica.

La gran cantidad de representaciones artísticas de la Prehistoria que ha llegado hasta nuestros días, nos obliga a realizar divisiones y clasificaciones que faciliten su estudio, análisis y difusión.

Los soportes utilizados en el arte paleolítico son extremadamente variados. Pero solamente se han conservado aquellos materiales imperecederos, minerales u orgánicos. No cabe ninguna duda que también se realizaron obras sobre madera, pinturas sobre pieles de animales e incluso el propio cuerpo del artista, tatuajes y otros. (*Ripoll, S. et al., 2002*).

La clasificación básica aceptada por todo el ente académico es la que atiende al soporte donde se ubican las representaciones, y se realiza en dos tipos básicos: el arte realizado sobre paredes en cuevas, abrigos, o al aire libre, el cual se denomina arte rupestre o parietal; y el realizado sobre soportes, pequeños y manejables, y con la capacidad de poder ser transportados debido a su tamaño, el cual conocemos como arte mueble. (*Cabrera, V. et al., 2002*).

En ocasiones ciertas representaciones artísticas han comenzado siendo arte parietal y han acabado siendo arte mueble, caso de algunas plaquetas grabadas, o la famosa venus de Laussel en la Dordoña francesa, que fue arrancada de la pared. (*Cabrera, V. et al., 2002*).



Figura 2.18: Plaqueta grabada de cueva del Parpalló. (Tomado de www.museoprehistoriavalencia.com).

También existen representaciones a medio camino entre un tipo y otro, y que por su tamaño o peso no pueden ser transportados. Se trata de una categoría que podríamos denominar como arte sobre bloques. Son elementos difíciles de considerar como arte mobiliario, dado su tamaño y peso, pero que tampoco entran en la clasificación de arte parietal o rupestre. Se suele tratar de bloques de caliza de dimensiones y pesos variables. (Ripoll, S. et al., 2002). Con todo ello quiero indicar que dicha clasificación es tan solo de tipo académico y arbitrario.

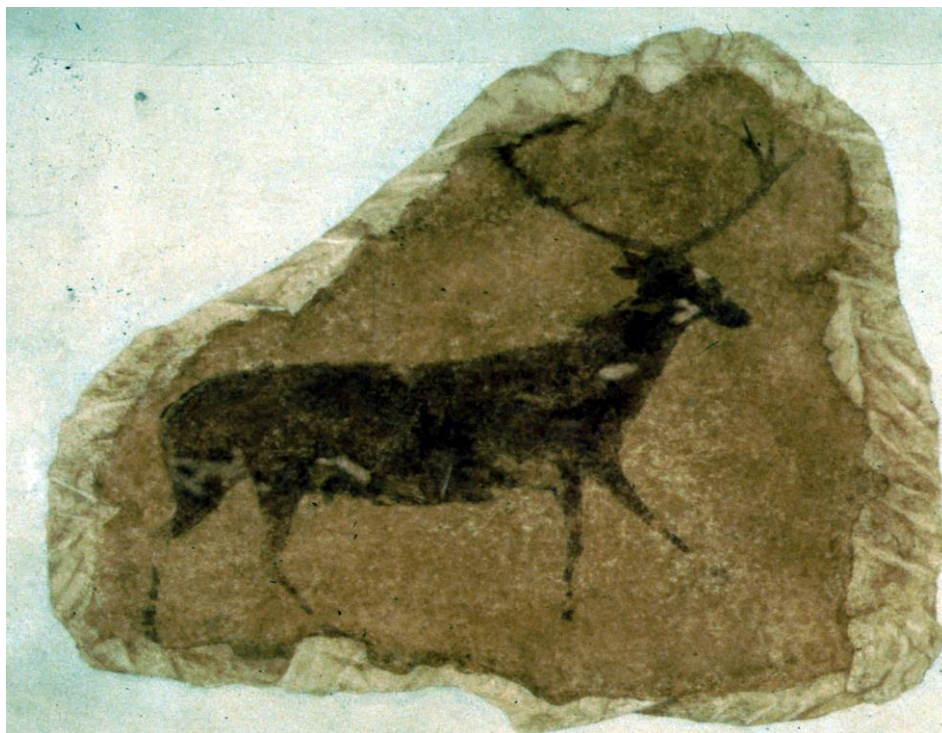


Figura 2.19: Ciervo de Capalatá (Teruel). (Tomado de Ripoll, S.).

Como hemos indicado anteriormente escasean las figuras humanas y abundan las de animales y signos. Entre las figuras humanas hayamos figuras completas (ya sea en estatuillas, en pinturas o en grabados). En este apartado podríamos incluir las figuras híbridas de animal-hombre, los signos que indican partes humanas sexuadas y las improntas de manos.

Los animales representados en muchas ocasiones no aparecen completos, solamente una parte de ellos a modo de representación, pero que nos permite reconocer al animal. Predomina la representación de mamíferos, siendo los équidos una de las especies más representadas. Le siguen en número las representaciones de bisontes y toros, y a continuación la de cérvidos.



Figura 2.20: Manos en la Cueva de El Castillo. (Tomado de www.auladehistoria.org).

Aparecen también bastantes cabras, uros, y mamuts, y escasean los rinocerontes, rebecos y animales carnívoros, aves y peces, y raramente aparecen otros mamíferos o fauna menor. (Cabrerá, V. et al., 2002).

La representación de los animales no siempre coincide con los restos arqueológicos encontrados, por lo que podría considerarse como símbolos de idiosincrasia individual, o bien de grupo (Cabrerá, V. et al., 2002).

Casi todos los animales son representados de perfil y de dimensiones inferiores a la real, salvo excepciones. Y en ocasiones se encuentran acompañados de formas y signos que los acompañan.

2.4.1. Arte mueble.

Tradicionalmente el arte mobiliario no ha gozado de la importancia del arte rupestre, posiblemente debido a su menor impacto visual. Caso similar ha ocurrido entre los grabados y las pinturas rupestres. Esta situación con el paso del tiempo va siendo corregida, y se va otorgando el valor intrínseco de cada una de las representaciones, aunque aún queda en este aspecto camino por recorrer.

El arte mueble presenta también dificultades para su clasificación, ya que muestra una variedad muy amplia, desde simples trazos o incisiones hasta incluso esculturas de bulto redondo. Encontramos tanto representaciones figurativas, como abstractas. (Cabrerera, V. et al., 2002).



Bastón perforado. Cueva del Castillo (España)

Figura 2.21: Bastón perforado y grabado. Cueva de El Castillo. (Tomado de www.pinterest.com).

Se han propuesto diversas clasificaciones para el arte mueble atendiendo a diversos aspectos. Leroi-Gourhan apuntó una clasificación basada en el tipo de soporte y en el uso previsto para los objetos, y así se establece una triple clasificación: el arte realizado en útiles y armas, el realizado en objetos para colgar, y el de objetos religiosos. (Cabrera, V. et al., 2002).

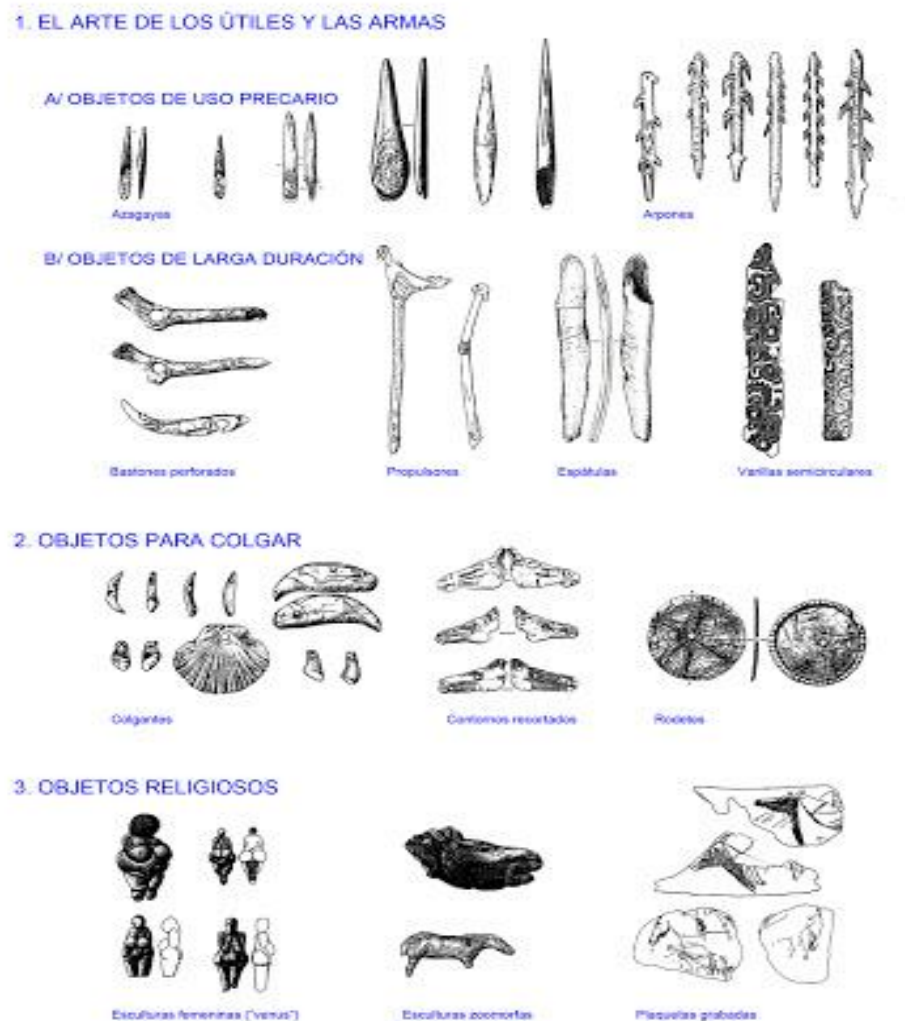


Figura 2.22: Clasificación tipológica del arte mueble. Leroi-Gourhan, A. (Tomado de www.pinterest.com).

La técnica más frecuente para la realización de manifestaciones artísticas en el arte mueble es el grabado directo sobre el objeto. Podemos señalar dos tipos de grabados: el simple y profundo con diferencias y tipologías, y el múltiple o estriado más superficial, que se suele realizar para indicar sombreado o volumen, pelaje, etc.

La realización de pinturas sobre soportes de arte mueble es mucho menos frecuente, y el pulimento se asocia a una etapa más tardía ya en el Neolítico. (*Cabrera, V. et al., 2002*).

La temática del arte mobiliario depende mucho de la etapa y de la zona geográfica a la cual nos refiramos, pero podemos indicar que existen tres grandes temáticas: las figuras animales, las figuras humanas y los signos.

En cuanto a la cronología del arte mueble, cabe señalar que presenta una clara ventaja con respecto al arte rupestre en cuanto a su datación, ya que podemos asociar el objeto al conjunto de elementos localizados en el registro arqueológico en que se encuentra, pero también es frecuente localizarlo fuera de este contexto.

2.4.2. Arte rupestre.

Desde hace aproximadamente 40.000 años el *Homo sapiens* ha venido ocupando toda la zona del Suroeste de Europa, aunque se han localizado también numerosos asentamientos en el este de Europa. Destacando el de la Cueva de Kapova, siendo de las primeras descubiertas fuera de la Europa occidental con decoración rupestre paleolítica. (Nikolaevich, V., 2018).

Su lugar de asentamiento eran las cuevas y los abrigos rocosos, sitios que le conferían una seguridad y una protección natural contra las inclemencias del tiempo, y una cierta protección por su difícil acceso sobre algunos animales.

Fue en estos lugares donde plasmaron y desarrollaron sus sentimientos y emociones en las representaciones artísticas que, podemos localizar mayormente en las paredes de las citadas cuevas y abrigos. Aunque también se han localizado en yacimientos al aire libre, acantilados, roquedos, etc., como es el caso de Domingo García en Segovia, y muy recientemente en el Cañón de la Horadada (Palencia). En un principio, estas representaciones se sitúan al inicio de la cueva y con posterioridad se van trasladando al interior.

Las tres técnicas utilizadas son esencialmente, el bajorrelieve, el grabado y la pintura. Las figuras se pueden realizar aisladas o mezcladas entre ellas, ya que es frecuente encontrar la combinación de grabado fino a modo de esbozo con pinturas. (Ripoll, S. et al., 2002). Las figuras suelen ser monocromas, pero también podemos encontrar motivos de varios colores y esculturas en roca, pero son bastante escasas.

El color se suele aplicar en seco o en líquido, normalmente con el dedo o con pincel, aunque probablemente se empleaban diferentes técnicas. Normalmente se utilizaba algún tipo de pincel o tampón, y también conocían y usaban la aerografía (para la realización de siluetas de manos). (Ripoll, S. et al., 2002). A veces se esbozaba el contorno con carbón para luego proceder al relleno. El grabado rupestre por su parte a veces es simple y a veces múltiple con estrías.

En las realizaciones de las manifestaciones artísticas utilizan diferentes técnicas, las combinan, complementan, etc. A menudo usan el grabado para delimitar o esbozar los bordes de la figura que con posterioridad se rellena con la pintura. A veces se pinta una parte y se graba la otra. También observamos en ocasiones que se utiliza el grabado como sombreado, etc. Toda esta inmensa variedad convierte al arte paleolítico en enormemente variado y rico en detalles.

Las técnicas que utilizamos hoy en día prácticamente no han variado, solamente se han modificado los instrumentos para realizar las imágenes. Los grabados se realizan también con distintas técnicas, en ocasiones mayor profundidad o menor, diferentes ángulos de incisión, diferentes útiles empleados, etc.

La técnica del grabado se ha utilizado tanto para decorar objetos de arte mueble como en soportes como las paredes. El trazo de los grabados poco a poco se va haciendo cada vez más profundo, comenzando a realizarse prácticamente bajorrelieves. En las últimas etapas del Paleolítico superior esta técnica se desarrolla dando lugar a prácticamente esculturas exentas.

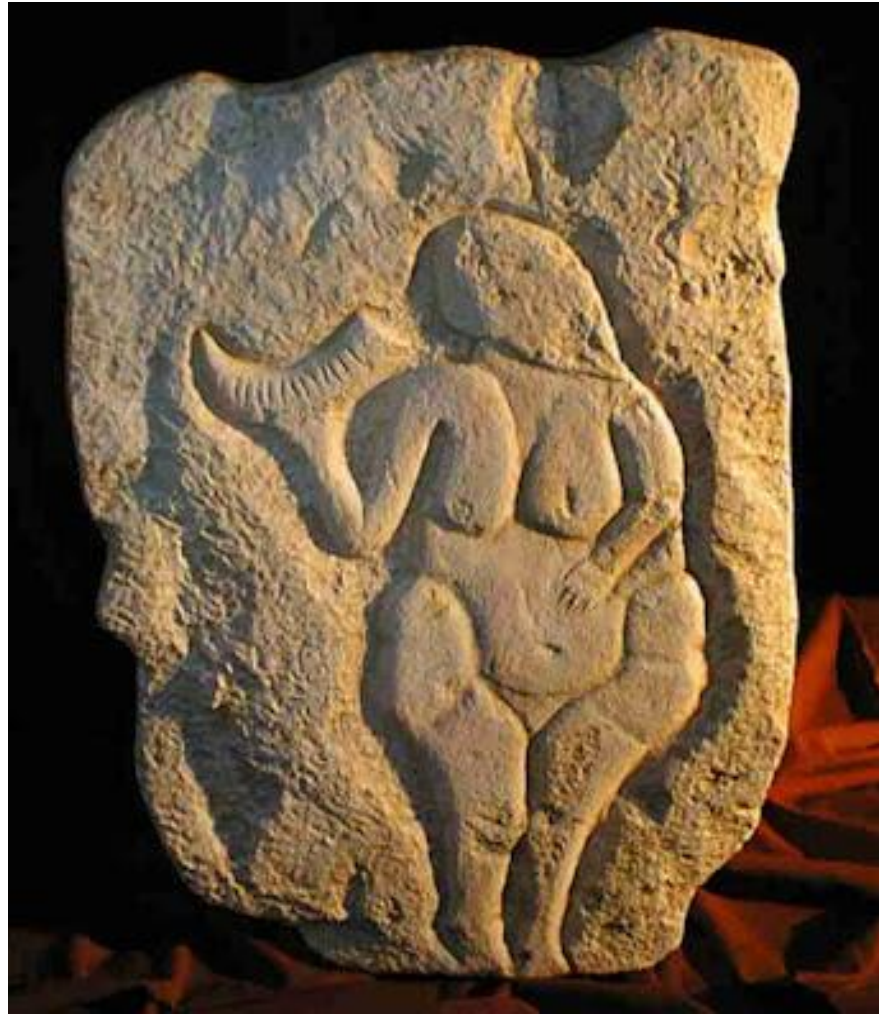


Figura 2.23: Venus de Laussel. (Tomado de www.auladehistoria.org).

Para la realización del dibujo el hombre prehistórico utilizaba carbones vegetales como el pino y el enebro. Los animales que se representaban con la pintura eran claramente reconocibles, pese a tratarse de trazos simples y a menudo incompletos. (Cabrera, V. et al., 2002).

Para estas pinturas se utilizan elementos naturales que se encuentran en los soportes rocosos cercanos a las cuevas que ocupan. Óxidos de hierro para el rojo y óxidos de manganeso para el negro. Se obtienen los materiales para pintar machacando los minerales, y para aplicar la pintura humedeciendo el soporte o las pinturas. (Cabrera, V. et al., 2002).

Hace un par de décadas se pudo confirmar la amplia utilización para el color negro de los carbones vegetales, los cuales al tratarse de materia orgánica nos han permitido datar muchas representaciones, aunque su conservación es mucho más complicada ya que no penetra de igual manera en el soporte rocoso. (*Ripoll, S. et al., 2002*).

Los hombres del paleolítico desarrollan su vida en la naturaleza, una vida en constante contacto con el ecosistema que les rodea, teniendo una relación casi simbiótica con la flora y la fauna en que están inmersos. Pero es esta última a la que otorgan mayor importancia, ya que esta fauna les proporciona todo lo necesario para la vida: alimento, vestimenta, algunos útiles, etc. Al estar rodeados de animales a diario y ser tan necesarios para la vida, el hombre prehistórico les otorga una importancia suprema que les invita a expresar estas imágenes en representaciones artísticas.

En ocasiones asistimos a la representación parcial del animal, o con un simple trazo, pero siempre con la suficiente información para identificarlo. Predominan los mamíferos en sus manifestaciones, destacando sobre todo los équidos y los bóvidos como bisontes y toros. Es de destacar la presencia de ciervos representados en nuestro territorio, mientras que en la zona gala se representa más el reno. Entre los pequeños bóvidos destacan los cápridos. Mucho menos representados aparecen los bisontes y los rinocerontes lanudos, con una aparición esporádica de carnívoros como los zorros, osos, conejos, bueyes, leones, etc. Y ya muy raramente la representación de peces, aves, y serpientes.

El hombre prehistórico suele representar la fauna con la que tiene una relación directa, o que suele coincidir con el registro arqueológico del yacimiento. Pero es cierto que, en muchas ocasiones aparecen otros animales que no pertenecen a este registro (*Moure, J. A., 1990*), por lo que puede ser que se representen como símbolos de grupo u otros significados.

Las representaciones humanas no son muy frecuentes en el arte rupestre, pero si son representaciones muy variadas. Figuran incisas, a veces solo parte del cuerpo, otras solo el símbolo del sexo como las vulvas cantábricas. Encontramos figuras humanas muy elaboradas, pero también otras representaciones solamente esbozadas como los antropomorfos, lo que indica una gran diversidad. (*Cabrera, V. et al., 2002*).



Figura 2.24: Vulvas de Tito Bustillo. (Tomado de www.centrotitobustillo.com).

Los antropomorfos son claramente menos abundantes que los zoomorfos, ya que podemos localizar aproximadamente unas 1.500 representaciones frente a los varios miles de las otras. Las figuras humanas son muy variadas, aunque es muy difícil encontrar un denominador común en su realización, más allá de que son figuras toscas y carentes de rasgos definitorios. (*Ripoll, S. et al., 2002*).

Vemos también representaciones de manos, y a veces de pies en techos o en suelos de arcilla. Las manos no son muy frecuentes en cuanto a número de yacimientos, pero sí que es cierto que allí donde se encuentran son muy numerosas. A menudo son en negativo (casi el 98% de las localizadas), y la mayor parte en ocre rojo (*Ripoll, S. et al., 2002*). A veces observamos la ausencia o anomalía en algún dedo o varios. Esto ha tenido distintas interpretaciones, desde amputaciones hasta que los doblaban para no representarlos, pero se desconoce con seguridad el motivo. (*Cabrera, V. et al., 2002*).

En cuanto a los signos, quiero señalar que es una de las partes más importantes del arte rupestre, quizá las representaciones más numerosas así como quizá una de las más incomprendidas y menos estudiadas. Los signos son quizá una de las incógnitas más grandes de las que nos encontramos en el arte rupestre. (*Cabrera, V. et al., 2002*).

Algunos expertos ya apuntaron que su estudio será quizá lo que más avances e información podrán aportarnos en un futuro próximo (*Ripoll, E., 1986*). Su interpretación presenta muchas dificultades debido a que se desconoce su significado, ya que podría tratarse de simples marcas identificativas, indicativos de propiedad, situación, primeros indicios matemáticos, de escritura, o cualquier otra significación posible.

La tipología que podemos encontrar es muy variada, desde líneas o puntos a figuras mucho más complejas. A estas formas más complejas se las ha clasificado de distintas formas y bajo diferentes denominaciones atendiendo a su forma y al parecido con objetos, siendo los más comunes: tectiformes, escudos, cabañas, escutiformes, claviformes, etc.

Estos signos siempre los encontramos representados mediante el grabado o la pintura, pueden aparecer aislados o asociados a figuras de animales, no existe superposición entre ellos aunque sí en ocasiones sobre otras representaciones.

André Leroi-Gourhan (*Cabrera, V. et al., 2002*) fue el primero en establecer un estudio en profundidad sobre las diferentes tipologías de los signos prehistóricos. Realizó una clasificación de estas figuras localizadas en su mayor parte en el sudoeste europeo.

Agrupó esta diferente variedad de signos en tres grandes grupos: El primer grupo se encuentra formado por las formas circulares, ovales, cuadrangulares, pentagonales y triangulares (S1). El segundo grupo lo conforman figuras denominadas ideomorfos alargados o concebidos a partir de trazos rectos, aislados o agrupados (S2). Y señaló la existencia de un tercer grupo donde se aglutinan todas aquellas tipologías que han sido realizadas a base de puntos como grafías, ya se trate de puntos aislados como en pares asociados, alineaciones o conjuntos de ellos (S3). (*Menéndez, M. et al., 2009*). Como podemos observar en la tabla adjunta.

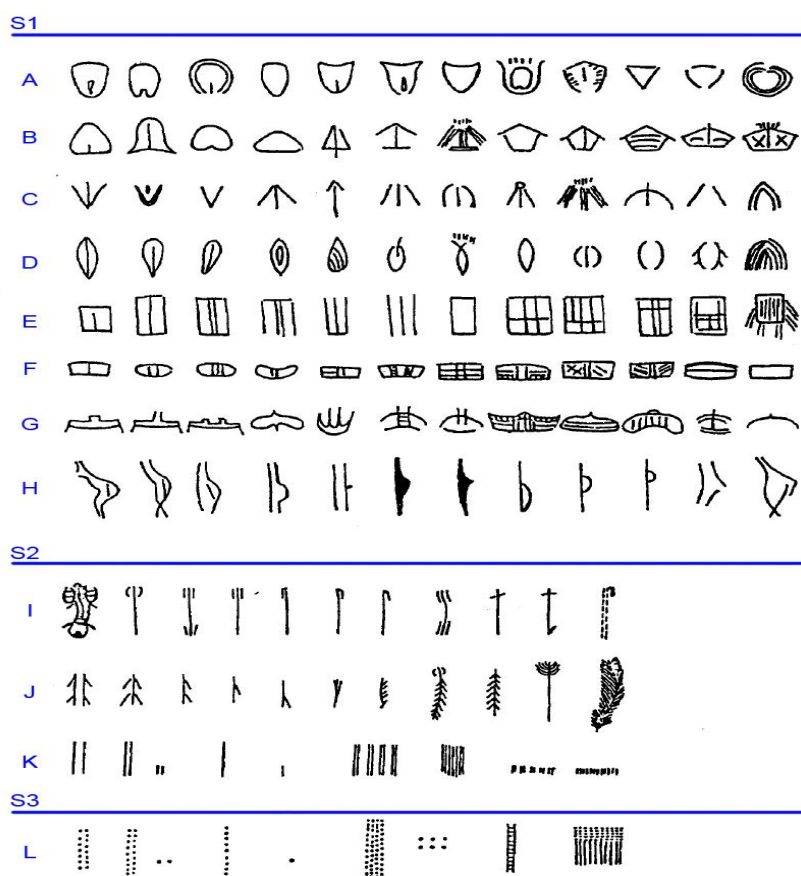


Figura 2.25: Clasificación de los signos según Leroi-Gourhan, A. (Tomado de www.pinterest.com).

Tanto el abate Breuil como posteriormente Leroi-Gourhan le dieron mucha importancia al estudio e interpretación de los signos. Quizá este segundo investigador fue el que más se dedicó a su estudio en los años 50, intentando establecer una tipología y clasificación genérica. Con conclusiones posiblemente demasiado dogmáticas que, no llegaron a calar demasiado en el resto de historiadores, pero despertó el interés en estas representaciones además de realizar una propuesta de clasificación. (Ripoll, S. et al., 2002).

Con posterioridad en la década de los 80, se propuso una nueva clasificación tipológica por parte de G. Sauvet basada en 12 categorías. Este investigador trató de acercarse a través de la semiótica, al posible mensaje que quisieron transmitirnos sus autores, en función de las asociaciones de signos y de éstos con las figuras zoomorfas. (*Ripoll, S. et al., 2002*).

2.5. Datación de las representaciones.

Como ya hemos indicado brevemente con anterioridad, uno de los problemas más importantes que nos encontramos con el estudio del arte rupestre es su datación. Al tratarse de representaciones situadas en las paredes de las cuevas y en los abrigos rocosos, las técnicas de datación usadas normalmente no nos resultan muy útiles.

Pero en ocasiones conseguimos obtener dataciones por otros medios. En cuanto a los métodos de datación son muchos y de muy diversos tipos, pero generalmente los podemos clasificar en dos tipos, los métodos directos o absolutos, y los medios indirectos o relativos. (Cabrerá, V. et al., 2002).



Figura 2.26: Breve esquema de la liberación del carbono 14. (Tomado de www.arqueoeduca.com).

Las dataciones indirectas siempre conllevan un componente de incertidumbre, es por lo que también los denominamos métodos relativos. Por otro lado los sistemas directos, arqueométricos o de datación absoluta, nos indican fechas a base del análisis de los propios pigmentos, o elementos asociados a los mismos susceptibles de datación a través de las técnicas de isótopos radioactivos. Pero es recomendable para un buen encuadre cronológico, la conjunción y contrastación de varios de estos métodos. (Sanchidrián, J. L., 2005).

En cuanto a los métodos directos de datación podemos señalar en un primer momento la espectrometría de masa por acelerador o AMS. Método revolucionario en su momento ya que, redujo considerablemente la cantidad de sustancia orgánica necesaria para realizar la medición, solamente precisando porciones mínimas del orden de miligramos. Pero hemos de tener en cuenta que solo es efectivo en pinturas de origen orgánico. Esta metodología se está perfeccionando constantemente, tratando de obtener las muestras de la manera menos lesiva e incluso de forma indirecta.

Otra metodología directa sería la datación por concreciones de calcita. La cual consiste en el recubrimiento parcial o total de espeleotemas (concreciones de calcita o aragonito), que puede sufrir el arte rupestre situado en cavidades de origen cárstico. No obstante debemos tener en cuenta que estos depósitos de carbonato cálcico se datan por los isótopos de la serie del uranio, y generalmente ofrecen una importante imprecisión cronológica, o con un gran rango temporal. (Sanchidrián, J. L., 2005).

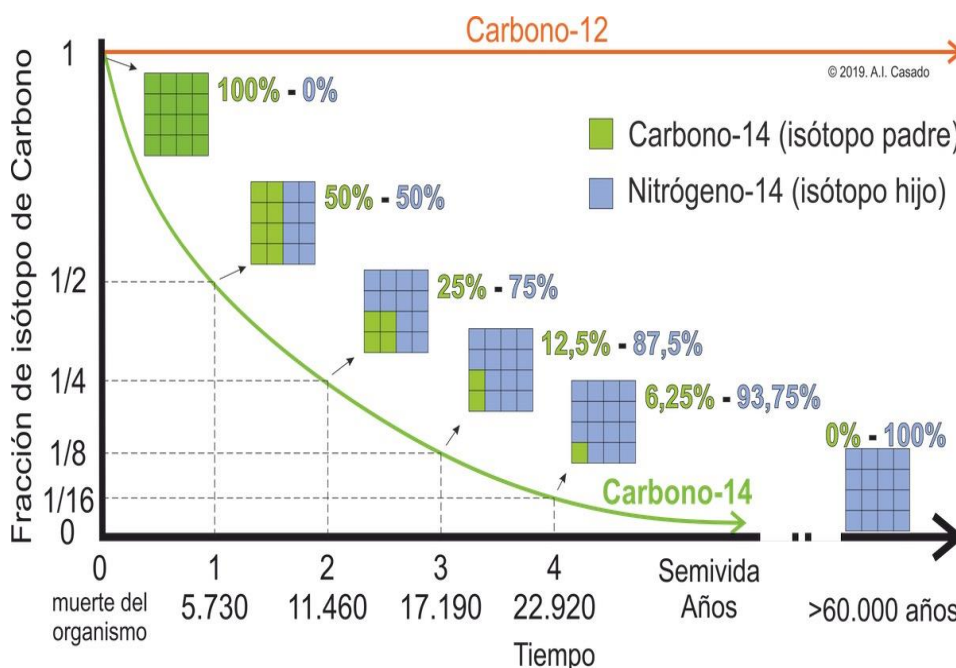


Figura 2.27: Gráfico de la disminución del C14 con el tiempo. (Tomado de <https://geolodiaavila.com/>).

La datación por microorganismos fosilizados, es una metodología directa utilizada sobre todo para los grabados al aire libre. Los surcos de estos grabados con el paso del tiempo pueden recibir aportaciones o acumulaciones de elementos orgánicos, fundamentalmente microorganismos como bacterias, hongos, algas, etc., los cuales son susceptibles de datación por AMS.

Otra metodología directa también sobre grabados, es la datación de los barnices rocosos. Estos soportes pétreos que alojan los grabados, en ocasiones se descomponen y forman una especie de barniz, casi siempre de hierro o manganeso que cubre parcialmente las figuras, pudiendo ser datados por proporción de cationes, o si el barniz aloja algún resto orgánico por AMS.

Todas estas metodologías directas de datación más o menos sofisticadas se basan, para la obtención de un rango de fechas y aproximación aceptable, y en la existencia de algún tipo de sustancia orgánica, ya se trate de pinturas o grabados. (*Sanchidrián, J. L., 2005*).

Los métodos de datación indirectos son más numerosos, pero como hemos indicado anteriormente ofrecen fechas menos exactas y con cierto componente de imprecisión.

Podemos optar por diferentes aproximaciones. Por un lado y quizá el caso más favorable que podemos encontrarnos, es aquel en que el panel con las representaciones ha sufrido un derrumbe y se encuentra encuadrado dentro de un nivel estratigráfico arqueológico definido.

En otras ocasiones sin necesidad de que haya habido un derrumbamiento, encontramos las representaciones en su nivel arqueológico correspondiente, localizándose parte del muro en el citado nivel. Otras veces una parte claramente relacionable, se ha desprendido y se encuentra encuadrada cronológicamente. Otra de las posibilidades es que la cueva donde se localizan las representaciones se encuentre cerrada, por lo que todo lo de su interior podremos datarlo en referencia a la antigüedad de la misma y su cerramiento, y entre las representaciones del interior podremos optar por datar por superposiciones; como fue el caso del abate Breuil en la cueva de Altamira, y en otros muchos yacimientos, como por ejemplo las figuras encontradas en los paneles II y III de Ambrosio tras las tareas de limpieza. (*Ripoll, S. et al., 2013*).

Por último, señalar el medio de datación indirecto por U/Th de las costras estalagmíticas que cubre algunas representaciones parietales. Ni que decir tiene que son numerosísimas las ocasiones en que no se da ninguna de las circunstancias antes referidas, y tenemos por tanto grandes dificultades para datar las representaciones artísticas del pasado. (Cabrera, V. et al., 2002).

La metodología más empleada hasta la actualidad, y quizá el primer método usado en todos los yacimientos como una primera aproximación, es el del marco tecno-estilístico. Hasta hace pocas décadas era la única forma disponible para poder encuadrar las manifestaciones parietales. Partiendo del auxilio de determinadas superposiciones y del presupuesto de un ciclo artístico con fases de progresión estética en función del tiempo, es decir, desde un presupuesto de evolución de lo simple a lo más complejo, se encuadraban las representaciones. Como ejemplos clásicos tenemos los cuadros secuenciales clásicos del arte rupestre paleolítico propuestos por Breuil, Jordá, y Leroi-Gourhan.

Pero nos encontramos con un grave problema, y es que las técnicas pueden ser recurrentes tanto en el espacio como en el tiempo, y también los estilos son muy difíciles de encuadrar cronológicamente. Los hallazgos de las cuevas de Cosquer y Chauvet nos dieron la voz de alarma, y han supuesto un antes y un después en este sentido. Ya que desde un punto de vista estilístico corresponderían a episodios tardíos, pero por el contrario las dataciones numéricas los clasifican como yacimientos muy antiguos. Por lo que hoy en día los clásicos marcos tecno-estilísticos están siendo muy cuestionados y matizados, debido al problema de su simplicidad y rigidez. (Sanchidrián, J. L., 2005).

2.6. Clasificaciones cronológicas.

Entendiendo estas dificultades y carencias en cuanto al estudio del arte rupestre, los investigadores trataron y tratan hoy en día también, de establecer la cronología del arte rupestre atendiendo en gran medida a su evolución estilística.

El abate H. Breuil en su investigación sobre las cuevas del norte español, establece en un primer momento una clasificación (*Ripoll, S. et al., 2002*) y organización cronológica del arte rupestre en cuatro periodos, estableciendo una evolución lineal desde los motivos más simples y primitivos, hasta las figuras más detalladas y complejas.

Diferencia la antigüedad de las representaciones artísticas atendiendo también a las superposiciones, y organiza los periodos artísticos atendiendo a las clasificaciones por él mismo realizadas del Paleolítico superior, es decir desde el Auriñaciense hasta el Magdalenense. Más tarde cambiará este modo de clasificación, transformándolo en dos periodos evolutivos en vez de en cuatro, siendo el primero el periodo Auriñaco-perigordense y el segundo el Solutreo-gravetiense.

En el primer periodo el investigador sitúa las figuras de manos, los puntos y las líneas, las representaciones más simples de animales generalmente en perspectiva torcida (estando las patas de perfil y en cambio los cuernos, orejas y demás de frente), y otras representaciones.

En el segundo periodo encuadra las figuras a carboncillo, animales desdibujados, figuras con inicios de bicromía, delimitación de contornos y figuras, bajo-relieves, grabados estriados, etc. (Cabrera, V. et al., 2002).

Lo cierto es que esta clasificación cronológica ha sufrido muchas críticas, basadas principalmente en la arbitrariedad de la subdivisión en los dos periodos antes citados, ya que el problema está en las superposiciones y en que no podemos saber el tiempo transcurrido entre ellas. (Ripoll, S. et al., 2002). Incluso pudiendo no estar encuadradas en diferentes periodos, sino que pueden situarse en el mismo momento, etc.

La investigadora francesa A. Laming-Emperaire, realizó una revisión crítica de la propuesta cronológica breuliana. Puso en evidencia carencias de su clasificación y propuso una evolución lineal del arte del paleolítico basada en tres periodos. El primero de ellos incluía los grupos primitivos de Breuil, junto con las siluetas simples del periodo auriñaco-perigordense. El segundo agrupaba parte final del primer periodo junto a parte del segundo de Breuil, añadiendo además los bajorrelieves y las siluetas de animales. Su última fase la culmina con los policromos y los animales pintados o grabados en la perspectiva real.

Esta propuesta cronológica solucionaba algunos problemas surgidos con la clasificación precedente, pero basaba su clasificación en la errónea premisa de una evolución artística única y unificada a lo largo de varias decenas de miles de años. Y seguía partiendo de formas más simples, hacia las más complejas y elaboradas. (Ripoll, S. et al., 2002).

Las críticas más importantes a la periodización del abate Breuil fueron realizadas por el investigador André Leroi-Gourhan, el cual realizó su propia clasificación basada en sus investigaciones. Su clasificación se apoyó en las dataciones obtenidas y por comparaciones con el arte mobiliario. También se sirve de las superposiciones para establecer cronologías.

Su periodización también sigue un esquema lineal, pero solamente observa un ciclo evolutivo. Su clasificación cronológica se fundamenta principalmente en criterios estilísticos, buscando semejanzas y similitudes entre las figuras y las técnicas de realización empleadas. Establece cinco periodos, o como el investigador los denomina, Estilos.

El Estilo Prefigurativo, donde se localizan las primeras manchas de colorantes y las primeras placas y huesos con incisiones, sin ningún tipo de representación naturalista. Este Estilo lo sitúa el autor en el Musteriense y en el Perigordense inferior o Chatelperroniense.

En el Estilo I aparecen algunos bajo-relieves, figuras de trazo profundo representando órganos sexuales femeninos o animales incompletos, y también aparecen las primeras figuras pintadas. El autor lo sitúa en el Auriñaciense.

En el Estilo II incluye los animales con una marcada curva cérvico-dorsal en forma de S. Las figuras de este periodo presentan una gran desproporción de sus partes, con cuerpos muchos más grandes que cabeza y extremidades. Situando este periodo en el Perigordense superior y el Solutrense inferior.

El Estilo III situado en el Solutrense medio y superior, en el que ya observamos grandes conjuntos artísticos con características estilísticas similares al Estilo II, y con animales con un marcado vientre.

El último estilo o Estilo IV, el autor lo divide en dos periodos, el Antiguo y el Reciente. En el primero se consigue en las representaciones un claro y avanzado realismo y naturalismo en las representaciones, incluyendo piezas en despiece y los bajorrelieves en caliza o barro, siendo situado en el Magdalenense inferior. El segundo periodo situado en el Magdalenense superior, observamos las figuras con un realismo extremo y representaciones individuales. (Cabrerá, V. et al., 2002).

Actualmente los prehistoriadores continúan, de una manera u otra, utilizando y citando el sistema establecido por A. Leroi-Gourhan. Ello se suele producir cuando no tienen un sistema de datación directo de las representaciones y necesitan encuadrar las figuras de un modo estilístico, para hacerse una primera composición temporal del yacimiento. (Sanchidrián, J. L., 2005).

Esta clasificación estilística, si bien nos es útil en un primer momento, nos plantea las mismas dudas que se pueden señalar en la clasificación establecida por el abate Breuil. Por un lado Leroi-Gourhan también se basó en las superposiciones para establecer su cronología, y ya hemos citado anteriormente cual es problema que plantea. Y por otro, y aún más importante, esta cronología estilística también establece una evolución lineal y progresiva de los estilos, sin tener en cuenta particularidades locales o regionales.


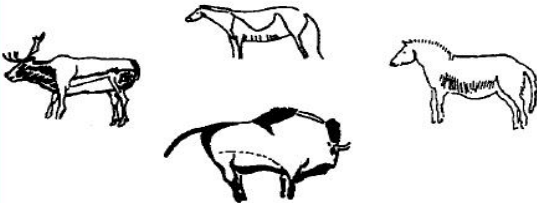



Fechas BP	Estilos	Figuras de ejemplos
Magdaleniense Superior 13-11 ka	Estilo IV reciente	
Magdaleniense Medio 16-13 ka	Estilo IV antiguo	
Magdaleniense Inferior / Solutrense Superior 20-16 ka	Estilo III	
Solutrense Antiguo / Gravetiense 25-20 ka	Estilo II	
Auriñaciense 32-25 ka	Estilo I	

Figura 2.28: Cuadro cronológico-estilístico de A. Leroi-Gourhan. (Tomado de www.pinterest.com).

Señalar también la clasificación realizada por el investigador F. Jordá Cerdá. (Cabrerá, V. et al., 2002). El cual teniendo en cuenta las superposiciones clásicas junto con otras por él propuestas, basándose en la clasificación realizada por el abate Breuil, y estudiando tanto las representaciones cantábricas como las levantinas y la colección de arte mueble de Parpalló, estableció otra cronología estilística para el arte rupestre cantábrico. Desarrollada en varios ciclos artísticos en sintonía con las fases culturales. (Sanchidrián, J. L., 2005).

Teniendo como eje principal para establecer su cronología el estudio de las técnicas utilizadas, estableció y definió tres ciclos crono-estilísticos: el primero denominado Auriñaco-gravetiense, el segundo el periodo Solutreo-magdalenense, y por último el Magdaleno-aziliense.

Estos sistemas de clasificación que hemos analizado se basan en las comparaciones y relaciones entre las distintas representaciones de los yacimientos, siendo la clasificación de A. Leroi-Gourhan, que hemos visto anteriormente, la que más aceptación ha recibido al permitir las comparaciones estilísticas. Aun así hemos de entender las fuertes críticas recibidas, y la propuesta de revisión y de nuevas clasificaciones dada la diversidad de las representaciones y de los yacimientos de estudio.

Debemos comprender la gran dificultad de establecer una periodización general para el arte prehistórico, ya que éste se sitúa en una gran cantidad de lugares y periodos distintos, y debe atender a los diferentes ritmos de evolución geográficos, las diferentes variaciones estilísticas de los artistas, etc.

Los prehistoriadores suelen considerar como obras de arte casi todas las manifestaciones gráficas tanto realistas como esquemáticas realizadas por los seres humanos procedentes de sociedades prehistóricas. Todas las manifestaciones artísticas muestran diversas técnicas, temáticas y puntos de ubicación. También existen variedades dependiendo de las tradiciones y periodos de los grupos sociales.

A diferencia de arqueólogos o antropólogos, los encargados del estudio del arte rupestre se suelen centrar en la identificación de temas y estilos, así como el ambiente cultural que los pudo producir.

En la mayoría de las ocasiones tan solo es posible identificar y describir los motivos, sin conseguir describir las escenas ni el significado de las mismas. Y mucho más difícil aún conseguir datar o encuadrar en un horizonte cultural concreto.

Lo cierto es que es muy poco lo que conservamos de las primeras representaciones artísticas. Tan solo contamos con los grabados, pinturas y esculturas que han resistido el paso del tiempo, y desconocemos la mayor parte de sus intenciones, significado, autores y destinatarios.

Para poder datar estas representaciones artísticas, se suele acudir al estudio de las superposiciones de los motivos, las pátinas, o los estilos. Es difícil saber cuándo se realizaron o a que cultura pertenecen cuando no disponemos de registro arqueológico.

Además, tanto las innovaciones tecnológicas como las documentales, nos están indicando y reforzando la idea de que no podemos tratar como un único bloque un arte con una duración de 20.000 años, y en un territorio tan extenso como el subcontinente europeo. Parece necesario enfocar el tema desde estudios regionales y contemporáneos. (*Sanchidrián, J. L., 2005*).

Resulta harto difícil intentar realizar una clasificación estilística temporal, ya que cada zona o lugar del planeta ha llevado su propia evolución estilística y sus propios ritmos de aprendizaje, estilo y manifestaciones. Representaciones artísticas surgidas en distintas zonas del planeta como África, Oceanía o América muestran ritmos de evolución y modelos estilísticos muy diferenciados a los encontrados y estudiados en Europa.

2.7. Significado.

Al abordar el tema de la significación de este tipo de representaciones artísticas del Paleolítico superior, como hemos indicado con anterioridad, se ha recurrido a diferentes explicaciones y teorías, intentando arrojar algo de luz sobre aquellos estímulos que pudieron llevar a realizarlo. Pero en este apartado no vamos a ver de nuevo las teorías interpretativas del arte rupestre.

En un principio pareció pensarse que se trataba de imágenes realizadas para una especie de magia propiciatoria, es decir que se representaban por ejemplo a las mujeres para favorecer la fecundidad, a los animales para facilitar la caza, hechiceros y magos para la protección del grupo, etc. Pero esta explicación pronto se vio que parecía excesivamente sencilla y simple.

Las similitudes estilísticas que podemos observar en distintos yacimientos se podrían deber a los desplazamientos de los distintos grupos de cazadores, o a su convergencia en ciertos lugares de caza y estacionamiento, para luego dividirse y extender estos “estilos” y creencias. Las migraciones de grupos o reuniones para comercialización de productos, etc., podrían explicar en parte estas semejanzas.

También podemos observar una continuidad a lo largo del tiempo de los asentamientos con representaciones artísticas. Estas imágenes se muestran en todo tipo de superficies, ya sea en los abrigos o en las cuevas, dando lugar a superposiciones. Esta pervivencia la observamos también en la utilización de los tipos de soporte en el arte mobiliario.

El hecho de encontrar muchas pinturas rupestres realizadas en el interior de cuevas, las cuales carecen de registros arqueológicos y por tanto parecen no haber sido utilizadas para habitar, es lo que ha llevado a denominar estos lugares por parte de los estudiosos como “santuarios de arte rupestre”.

Hay que señalar que resulta más sencillo discernir entre la utilidad funcional o no de los objetos de arte mobiliario, ya que encontramos algunos con una simple y clara utilidad ornamental, y otros también con un carácter funcional.

Debemos alejarnos de la concepción de que el arte rupestre es una representación meramente anatómica de la fauna existente durante ese periodo histórico. Este arte representa la fauna existente en la época combinándolo con signos, en una organización de los paneles y dando un significado a los soportes sobre los que se sustenta y a los vacíos que deja.

Es un arte que desea representar una significación propia y con una estructura pensada y organizada. Indicar que no existen alusiones explícitas al paisaje de la zona y la época, aunque sí podemos observar en ocasiones líneas de base del terreno y similares.

En algunas representaciones de fauna asociada a imágenes humanas, podemos vislumbrar una intención de representación de escenas, situaciones o recuerdos de la vida cotidiana con un posible sentido social, moralizante, o posiblemente ritual o religioso. Pero es importante señalar que esto no es una generalidad en las representaciones artísticas del Paleolítico superior.

Diversos estudiosos del arte rupestre como M. Raphael, A. Laming-Emperaire y A. Leroi-Gourhan (*Domingo Sanz, I., 2005*), han querido ver en las representaciones de arte rupestre un esquema representativo claro, como una composición definida, en el que la disposición y reparto de las imágenes por las paredes de la cueva responden a una organización definida y significativamente relacionada entre ellas. (*Menéndez, M. et al., 2009*).

Ello parece establecer una significación y clasificación de las distintas disposiciones, una jerarquía, unos modos de ubicación definidos y con una disposición espacial de los temas; los cuales según indican estos investigadores son constantes en el tiempo y con una manifestación uniforme en algunas zonas. Estableciendo también relaciones de significado entre las asociaciones de distintos tipos de animal y diversos signos.

A. Leroi-Gourhan quiso (*Lacalle, R., 2010*), (*Ripoll, S. et al., 2013*) ver una significación sexual entre este tipo de combinaciones, asociando así los bisontes como elemento femenino y los caballos como elemento masculino, al frente de todas las representaciones de animales y signos. Otros autores lo han querido entender como una referencia a cierta organización social del grupo, o sistemas de relación entre distintos clanes o familias.

Si bien todas estas explicaciones pudieran ser plausibles, y dar una explicación parcial o total al significado de las manifestaciones artísticas de este periodo, también es cierto que se trata de hipótesis, y son y seguirán siendo discutibles. (*Menéndez, M. et al., 2009*).

Toda obra de arte es realizada por un artista, y por tanto de un ser humano, y como tal no se trata de un ser mecánico que reproduce obras de forma fría y mecánica. En sus manifestaciones realiza una interpretación muy personal del modelo social e ideológico que le rodea, plasmando sus prejuicios, sus recuerdos, sentimientos, sensaciones, etc. Por lo que debemos dar un sentido más particular a la significación del arte rupestre, ya que depende de todos estos factores y características indivisibles y pertenecientes a su humanidad. Cada artista plasma en sus obras sus gustos, sus habilidades técnicas, preferencias estéticas, etc. Debemos asumir por tanto, que en el estudio de esta parte de la cultura humana, debe primar un enfoque en la individualidad del artista dentro de la variedad de representaciones. (*Cabrera, V. et al., 2002*).

Para finalizar, indicar que parece difícil atisbar la posibilidad de que en un futuro próximo podamos encontrar una respuesta global sobre el significado real del arte parietal paleolítico. Es posible que sea necesario estar abiertos a nuevos enfoques y posibilidades. Las bases en que se sustenta el estudio del arte rupestre deben ser constantemente revisadas, y quizá enfocando el tema desde perspectivas regionales y cronológicas cortas. (*Sanchidrián, J. L., 2005*). Y sin dejar de tener en cuenta, como hemos indicado anteriormente, la gran importancia de la subjetividad individual del artista.

**BREVE HISTORIOGRAFÍA
DEL ARTE PREHISTÓRICO.
(CAPÍTULO 3)**

CAPÍTULO 3: BREVE HISTORIOGRAFÍA DEL ARTE PREHISTÓRICO.

En este tercer capítulo se realiza una breve aproximación a la evolución de los descubrimientos y del estudio del arte prehistórico, desde las primeras referencias históricas que podemos localizar hasta nuestros días. Centrándose el análisis en los primeros investigadores, que tan importantes fueron para el establecimiento de las bases fundamentales de esta disciplina científica. Focalizando esta breve revisión historiográfica principalmente en el arte paleolítico y en la Península Ibérica, y hasta la primera mitad del siglo XX, ya que a partir de ese momento la disciplina de estudio se amplió y diversificó en gran medida, multiplicándose de tal manera los hallazgos de yacimientos así como los estudios y científicos dedicados a su análisis que, sería del todo inabarcable en esta breve referencia.

Este tercer capítulo se divide en los siguientes apartados:

- 3.1. Introducción.
- 3.2. Primeros investigadores y descubrimientos.
- 3.3. Principales estudios en la primera mitad del siglo XX.
- 3.4. El arte paleolítico en la segunda mitad del siglo XX.
- 3.5. Técnicas de registro y documentación de este periodo.

3.1. Introducción.

Hasta que no llegamos a las décadas centrales del siglo XIX no podemos aún concebir la Prehistoria como una disciplina científica, iniciándose su configuración en base al desarrollo de las nuevas teorías originadas en el evolucionismo biológico del ser humano, y en claro conflicto con la visión dogmática establecida en toda la cristiandad por la tradición bíblica.

Con una gran resistencia y en constante conflicto, estuvo la aceptación por parte de la comunidad científica de la autoría por parte del hombre prehistórico de manifestaciones artísticas.

A esta irremediable conclusión contribuyeron los hallazgos realizados por los que hoy en día se consideran ilustres prehistoriadores, como fueron los franceses Boucher de Pethes, Lartet, Piette, etc., y otros no menos importantes como los españoles Casiano del Prado, Sautuola, Vilanova y Piera, etc. (*Ripoll. S., 2012*).

Ya en los siglos XVI y XVII podemos localizar veladas referencias al arte rupestre, pero no como obras monográficas sino como simples reseñas en ciertas obras de otra índole. Los autores de esa época no acertaron a situarlas cronológica ni culturalmente. Como curiosidad señalar que la cita expresa más antigua que disponemos del arte rupestre, corresponde a la obra denominada *Cosmographie* de 1575 y cuyo autor fue F. de Belleforest. En esta obra se reflejan los animales pintados en la caverna de Rouffignac. (*Ripoll, E., 1997*).

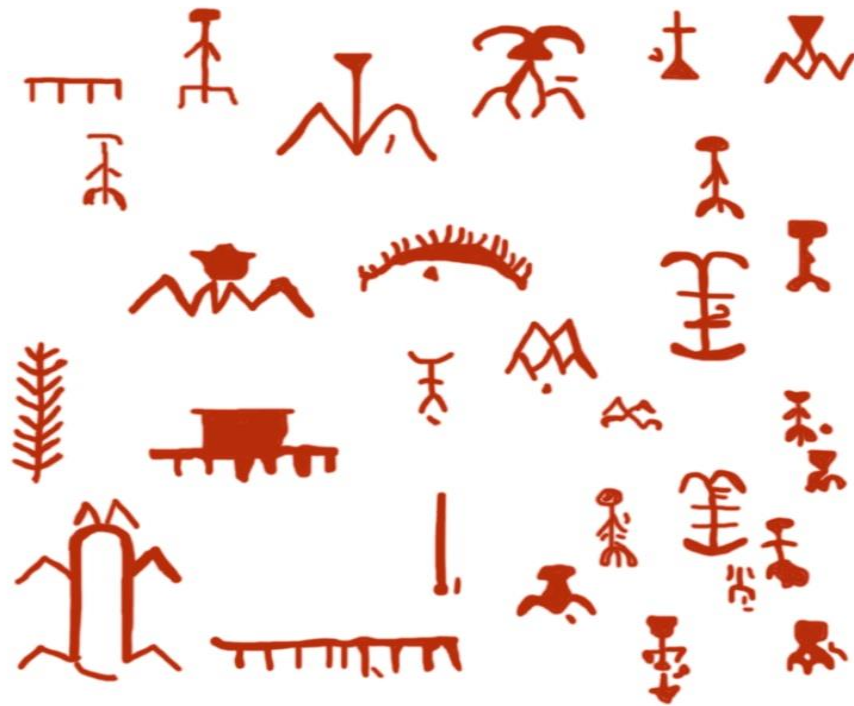


Figura 3.1: “Jeroglifos de gentiles” del “cura de Montoro” (Tomado de Nieto G., 1984).

En el año 1783 el Licenciado Fernando José López de Cárdenas (1719-1786), párroco de la villa de Montoro, el cual fue popularmente conocido con el nombre de «Cura de Montoro», envió al conde de Floridablanca un documento acerca de las pinturas esquemáticas que él llama «jeroglifos de gentiles», halladas en la comarca de Fuencaliente (Peña Escrita y La Batanera). (Nieto, G., 1984).



Figura 3.2: Páginas de la *Cosmographie* (Tomado de Colección Ripoll, S.).

Cuestión muy debatida en la comunidad científica fue el inicio de las primeras representaciones artísticas del ser humano. Pero no fue hasta el descubrimiento de un fragmento de marfil de mamut, por parte de Edouart Lartet en el año 1864 en la cueva de La Madeleine, en el cual se encontraba representado ese mismo animal, que se empezó a aceptar la posibilidad de que los seres humanos que vivieron en el Paleolítico superior eran capaces de realizar este tipo de manifestaciones artísticas. (Ripoll, E., 1997).



Figura 3.3: Mamut de La Madelaine. (Tomado de <https://temarte.com>).

En los últimos decenios del siglo XIX se produjo uno de los conflictos más famosos de esta disciplina científica. El descubrimiento por parte de Marcelino Sanz de Sautuola de las pinturas de Altamira provocó una de las polémicas más renombradas del arte prehistórico. Mientras realizaba excavaciones en el vestíbulo de la cueva, su hija parece ser que advirtió la presencia de las famosas pinturas. (Ripoll, S., 2012).

Este asombroso descubrimiento se publicó en un artículo denominado “*Breves apuntes sobre algunos objetos prehistóricos de la provincia de Santander*”. Pero no obtuvo el reconocimiento esperado e incluso fue rechazada su autenticidad por parte de la comunidad científica (tanto de la española como de la francesa), destacando el papel negacionista de Émile Cartailhac. (Ripoll, E., 1997).

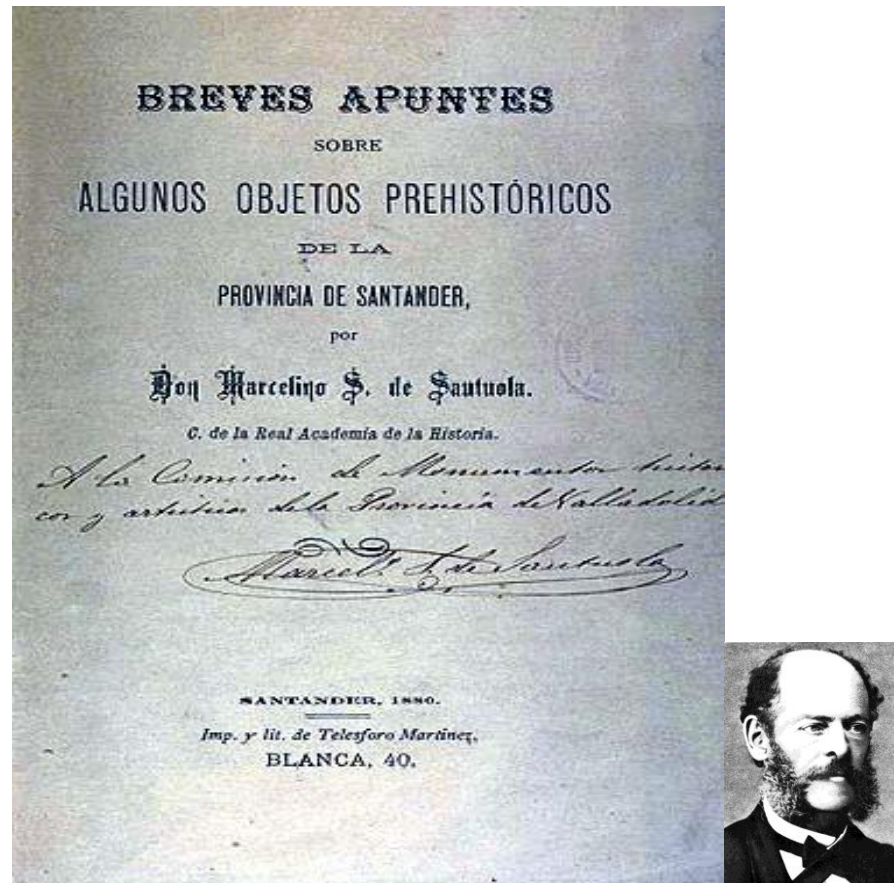


Figura 3.4: Publicación del descubrimiento de Altamira. Imagen portada. (Tomado de <https://centrodeestudiosmontaneses.com>). Imagen D. Marcelino. (Tomado de <http://prehistoria1esocss.blogspot.com/>).

Señalar que el único valedor de los hallazgos de Sautuola resultó ser el ilustre catedrático D. Juan Vilanova y Piera de la Universidad de Valencia. Con posterioridad varios descubrimientos de grabados de arte paleolítico en cuevas francesas iniciaron el camino para la aceptación de Altamira. (Menéndez, M. et al., 2009).

El conocimiento científico de las primeras manifestaciones artísticas de la humanidad del sudoeste de Europa cuenta ya con casi dos siglos. En los primeros instantes de una forma muy lenta y centrado únicamente en hallazgos de arte mueble, como hemos indicado anteriormente.

Pero el reconocimiento de Altamira junto al descubrimiento de importantes cuevas con arte paleolítico tanto en España como en Francia, y unido a los estudios de representaciones artísticas de pueblos primitivos de la actualidad; sentaron las bases y el inicio de esta disciplina científica basada en el análisis de las manifestaciones artísticas más tempranas del ser humano.

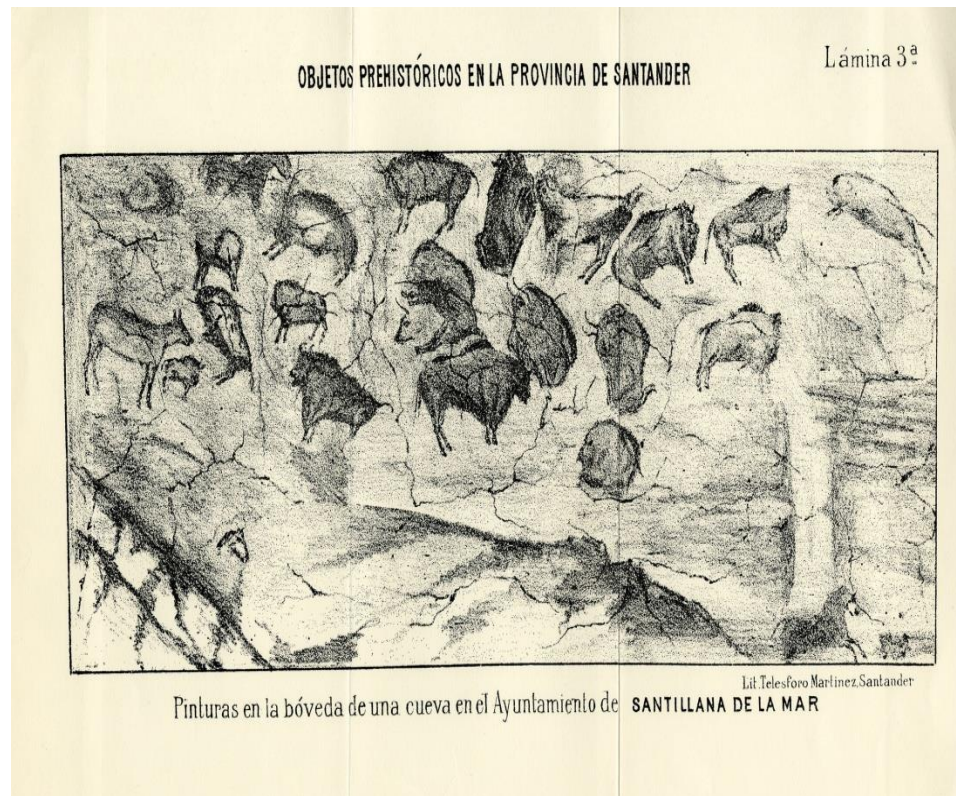


Figura 3.5: Conjunto de los Policromos según Sautuola. Dibujo realizado por Paul Ratier. "Breves apuntes sobre algunos objetos prehistórico de la provincia de Santander". (Tomado de De Sautuola, M. S., 1880).

La cueva de Altamira situada en Santillana del Mar conserva uno de los ciclos de arte rupestre más bellos del mundo. Las pinturas y grabados de la cueva pertenecen principalmente a los periodos del Magdalenense y el Solutrense, aunque se han datado algunas pertenecientes al Gravetiense y comienzos del Auriñaciense.

Todo ello nos da una idea de que esta magnífica cueva tuvo un largo periodo de ocupación que se calcula en unos 22.000 años, desde hace unos 35.600 años hasta aproximadamente 13.000, momento en el que se cree que su entrada principal fue sellada por un derrumbe de tierra y rocas.

En la cavidad podemos localizar una gran cantidad de representaciones, desde las famosas pinturas policromas, pasando por grabados, pinturas negras, rojas y ocre, figuras antropomorfas, dibujos abstractos, signos, etc. Destaca el maravilloso techo de los policromos que se ha considerado como una de las representaciones artísticas más hermosas de la humanidad, y como la capilla Sixtina del arte rupestre.



Figura 3.6: Techo de los policromos de Altamira. (Tomado de: Foto José Latova y Equipo Norte).

En 1917 se abrió la cueva a las visitas del público siendo declarada en 1924 Monumento Nacional. Pero el gran incremento de visitantes a lo largo de las décadas hizo que afectara a su estado de conservación, por lo que se optó por cerrarla al turismo en el año 1977.

Desde entonces se ha procedido a su apertura y clausura y a tomar medidas restrictivas de acceso, que han creado gran polémica entre el público y los investigadores. Se decidió por tanto la creación de una réplica para que pudiera ser puesto este arte a disposición de los ciudadanos, pero conservando la original para que no sufriera alteraciones.

Junto a la cueva original se inauguró en el año 2001 el Museo Nacional y Centro de investigación de Altamira (el cual alberga la Neocueva), y donde podemos admirar una reproducción muy fiel del original del techo de los policromos.



Figura 3.7: Museo nacional de Altamira. (Tomado de <http://altamira.net/>).

3.2. Primeros investigadores y descubrimientos.

Es evidente que el arte prehistórico ya fue conocido en épocas muy anteriores a las que nos hemos referido con los primeros estudios científicos, pero su difusión no llegaba a ser generalizada, ni tampoco comprendida su importancia y antigüedad.

Casos como la cueva de La Griega en Segovia, donde se han localizado junto a un centenar de grabados paleolíticos textos de carácter votivo en latín (*Ripoll, E., 1997*), o el del tesoro escondido que dio nombre a la cueva de Las Monedas en época de Felipe II, o las presuntas referencias a figuras en cuevas en algunos versos del Quijote. (*Ripoll, E., 1997*).

Pero más allá de esas referencias anecdóticas, y de los primeros descubrimientos y publicaciones reseñados en el punto anterior. Cuando hemos de hablar de las primeras investigaciones, y del nacimiento del estudio del arte prehistórico como disciplina científica, hemos de referirnos a la trascendental labor del abate Henri Breuil (1877-1961).

Fue un hombre que a lo largo de sesenta años realizó un gran número de estudios en yacimientos y participó en el descubrimiento de otros tantos. Su labor fue la mayor aportación hasta la fecha al conocimiento y estudio del arte paleolítico. Cursó la carrera sacerdotal y sus estudios los realizó sobre las ciencias naturales, pero tras un breve escaqueo con la investigación de la Edad de Bronce enseguida su labor se dirigió ya de por vida a la investigación del arte paleolítico, cosa que siempre le autorizaron sus superiores eclesiásticos. (*Ripoll, E., 1995*).

Los primeros trabajos de Breuil junto con E. Piette le hicieron especializarse en el arte mueble y convertirse en un magnífico dibujante, interesándose a partir de entonces por el arte parietal. Más tarde comprobó la autenticidad de La Mouthe y participó en el descubrimiento de notables yacimientos como Les Combarelles y Font de Gaume, ambos en Dordoña. (Ripoll, E., 1995).



Figura 3.8: Abate Henri Breuil. (Tomado de Ripoll, E., 1995 y coloreada).

Cartailhac y Breuil se dirigieron a Santander y se instalaron allí para proceder al estudio de Altamira en el año 1902. De estos trabajos surgieron por un lado la famosa retractación sobre el arte de Altamira y la figura de Sautuola, “*Les cavernes ornées de dessins. La grotte d’Altamira, Espagne. Mea culpa d’un sceptique*”. Y por otro un espléndido volumen del estudio de Altamira con las copias realizadas por Breuil, y financiado por el príncipe Alberto I de Mónaco llamado *La caverne d’Altamira (1906)*. (Menéndez, M., et al., 2009).

Durante el estudio de la cueva de Altamira, Cartailhac y Breuil recibieron la visita del que posteriormente sería el mayor descubridor de cuevas con arte rupestre de nuestro país (Covalanas, El Castillo, Hornos de la Peña, El Pindal, etc.), Don Hermilio Alcalde del Río (1866-1947). (*Ripoll, E., 1997*).



Figura 3.9: De izquierda a derecha, Hugo Obermaier, Henri Breuil, Emile Cartailhac, Marcellin Boule y Hermilio Alcalde del Río. (Tomado de <http://ceres.mcu.es>).

Alcalde del Río que era también director de la Escuela de Artes y Oficios de Torrelavega, se convirtió a partir de ese momento en uno de los principales colaboradores de Breuil. Los continuos descubrimientos que realizaba eran informados a Breuil en una profusa correspondencia mantenida entre ambos, y provocaban los constantes viajes del abate a nuestro país.



Figura 3.10: Retrato de Hermilio Alcalde del Río realizado por Joaquín Bárbara y Balza. Óleo sobre lienzo enmarcado en madera. (Tomado de Colección Ripoll, S.).

La enorme cantidad de documentación de yacimientos cantábricos a base de dibujos, calcos y detalladas descripciones, provocó la publicación en 1911 de un enorme volumen llamado *Les Cavernes de la Région Cantabrique*.

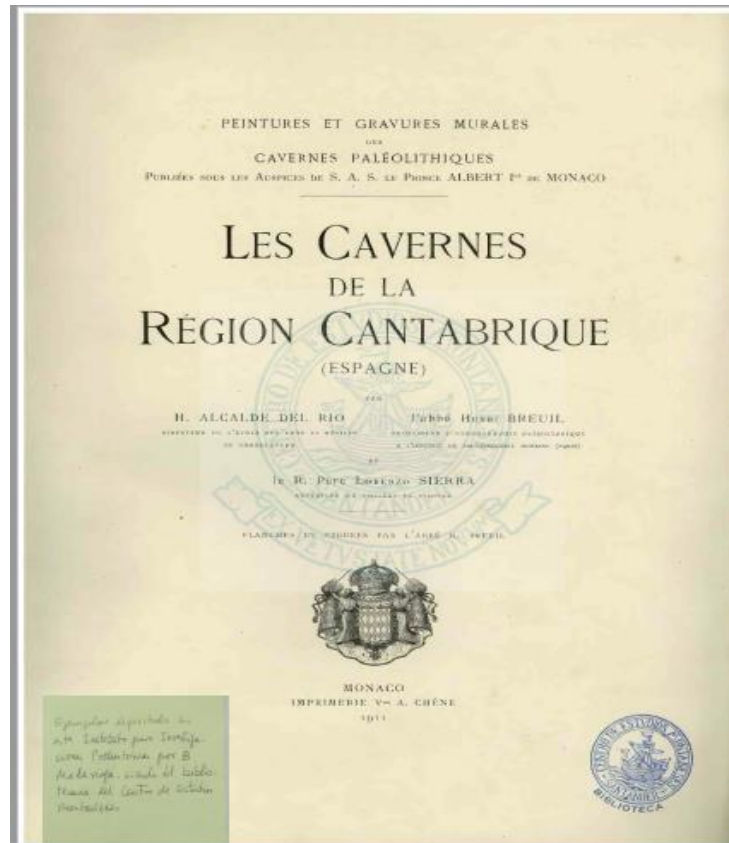


Figura 3.11: “Les cavernes de la région cantabrique.”(Alcalde del Río. Breuil. 1911).(Tomado de <https://centrodeestudiosmontaneses.com>).

Mientras tanto en Francia se continuaba avanzando en el estudio del arte paleolítico, así como en el descubrimiento de nuevos yacimientos sobre todo por parte del abate Breuil y de su grupo de colaboradores.

3.3. Principales estudios en la primera mitad del siglo XX.

Todo el siglo XX podemos indicar que se encuentra repleto de continuos hallazgos de arte prehistórico, entre los que podemos destacar sobre todo el descubrimiento de la cueva de Lascaux en 1940, las cuevas de Cosquer, la cueva de Chauvet, etc. (Ripoll, S., 2012).



Figura 3.12: El abate Breuil y el Conde Henri Begöuen junto con los descubridores de Lascaux Jean Marsal, Georges Agnel, Simon Coencas y Marcel Ravidat, poco después del descubrimiento (Tomado de Ripoll. E., 1995).



Figura 3.13: Caballo de Cueva de Lascaux. (Tomado de <https://archeologie.culture.fr/lascaux/fr>).

Se continúan localizando una enorme cantidad y variedad de yacimientos que contienen arte paleolítico y en distintos países como en Francia, Italia, Austria, etc.

Es importante destacar aquí la figura del príncipe Alberto I de Mónaco, muy interesado en las investigaciones científicas y en especial en los estudios sobre yacimientos de arte paleolítico, hasta el punto de sufragar las excavaciones de Hornos de la Peña entre los años 1909 y 1911, y el proyecto aún más relevante de la cueva de El Castillo entre los años 1910 y 1914. (*Ripoll, S., 2012*).



Figura 3.14: Cueva del Castillo, 23 de julio de 1909, el Abate Henri Édouard Prosper Breuil (con sotana), Hugo Obermaier (al fondo), Hermilio Alcalde del Río (centro con sombrero en la mano) y Alberto I de Mónaco (sentado a la derecha). (Tomado de <https://www.eldiariomontanes.es/>).

Con estos estudios y algunos más realizados en Francia, dan comienzo las actuaciones y publicaciones del recién fundado *Institut de Paléontologie Humaine*. Este Instituto tuvo como uno de los principales lugares de trabajo la región cantábrica española, y como uno de sus grandes proyectos la gran excavación de la cueva de El Castillo. La dirección de estos trabajos fue encargada a Hugo Obermaier (1877-1946), teniendo como adjunto suyo a Paul Wernert y como principales colaboradores en los estudios posteriores a Breuil y Alcalde del Río. Además de estos investigadores colaboraron en este enorme proyecto varios prehistoriadores jóvenes de la época. (Ripoll, S., 2012).



Figura 3.15: Equipo de excavación de la cueva de El Castillo en junio de 1913. De izquierda a derecha Nels C. Nelson, Paul Wernert, Hugo Obermaier, Miles C. Burkitt y Pierre Teilhard de Chardin. (Tomado de Ripoll, E., 1995).

Señalar que mientras se realizaban los trabajos de excavación de la cueva de El Castillo, estos tres investigadores descubrieron en 1911 en el mismo monte la cueva de La Pasiega. Para la realización de los calcos de esta nueva cavidad se recurrió al experto abate Breuil, el cual se encontraba trabajando en la recién hallada caverna de La Pileta en Málaga, primer yacimiento con arte paleolítico en España descubierto fuera de la zona cantábrica y donde se localizaron gran cantidad de pinturas esquemáticas. (Ripoll, S., 2012).



*Figura 3.16: Hugo Obermaier, Henri Breuil y Hermilio Alcalde del Río.
(Tomado de <https://artepaleoliticoenasturias.com/>).*

A este ilustre grupo de investigadores de los primeros decenios del siglo XX se agregó D. Juan Cabré Aguiló (1882-1947), otro de los principales estudiosos del arte paleolítico en nuestro país y uno de los colaboradores del abate Breuil. Juntos registraron el primer yacimiento conocido con facies levantina en el barranco de Calapatá (Teruel) en 1903. (Ripoll, E., 1991-1992) (Martinez Bea, M., 2005).



Figura 3.17: Dibujo original de abate Henri Breuil de los ciervos del barranco de Calapatá (Colección Ripoll, S.).

Bajo las órdenes de Breuil y dada su gran habilidad para el dibujo y la pintura, Cabré realizó durante algunos años varias investigaciones importantes. Se descubrieron nuevos abrigos en la serranía turolense de Albarracín, en la cueva de la Vieja en Albacete, y otros hallazgos de facies levantina en diversos enclaves de la zona valenciana y murciana. (Piñón, F., 1982) (Ripoll, E., 1997).



Figura 3.18: Cabré a la izquierda, con Serrano, Breuil, Siret, Obermaier, y Alcalde. (Tomado de <https://www.artehistoria.com/>).

Breuil enviaría a Cabré al estudio del yacimiento de Las Batuecas, y ante las noticias recibidas acudiría en persona para la exploración de toda la zona. Realizarían más trabajos juntos como el de la cueva de Los Letreros en Vélez Blanco, hasta la ruptura de su relación como investigadores quizá motivada por conflictos surgidos en Las Batuecas, o por la rivalidad que iba creciendo entre todos los investigadores, y en concreto entre los franceses y españoles, por atribuirse y publicar sus propios descubrimientos, cuestión que no benefició en absoluto al desarrollo de esta disciplina científica. (Ripoll, E., 1997).

Es de destacar también en este periodo la figura de D. Eduardo Hernández-Pacheco (1872-1965), el cual realizó trabajos de gran importancia y calidad acompañado del dibujante Fco. Benitez Mellado. En 1914 Pacheco dio a conocer el descubrimiento de la cueva de La Peña de Candamo en Asturias, estudio de la cual se encargó la recién fundada Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas (CIPP) con sede en Madrid, en la que el citado investigador era uno de sus principales miembros. (Ripoll, E., 1997).

En la CIPP se encontraban otros investigadores españoles como el anteriormente citado Cabré, el cual publicaría en 1912 un amplio libro titulado *El arte rupestre en España* (Primera memoria publicada por esta Comisión), y centrada más en los descubrimientos del arte postpaleolítico de fuera de la zona cantábrica. (Conchón, M^a S. et al., 2014).

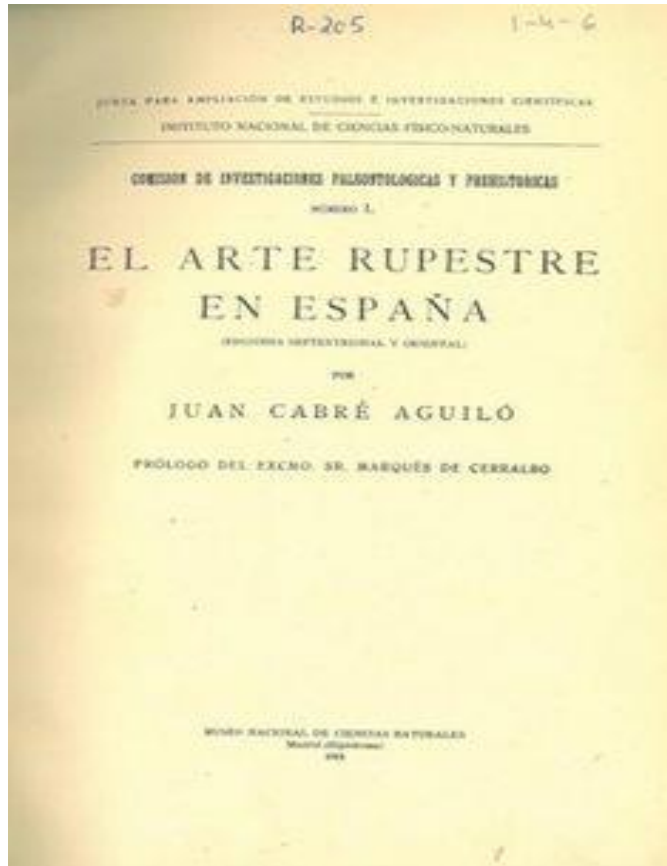


Figura 3.19: El arte rupestre en España de Juan Cabré. (Tomado de <https://dialnet.unirioja.es/>).

Mientras en Francia, se sucedían también los descubrimientos de yacimientos como la caverna de Tuc d'Audoubert en 1912, la de Trois-Frères en 1914, etc. (Ripoll, S., 2012).

Todos estos trabajos de investigación quedaron casi paralizados por el inicio del conflicto bélico de la Primera Guerra Mundial de 1914-1918. Los estudios en la cueva de El Castillo fueron suspendidos, pero parte de la actividad investigadora pudo continuar gracias a la citada comisión recién fundada. (Ripoll, S., 2012).



Figura 3.20: Visita a la recién descubierta cueva del Tuc d'Audobert en 1912. El Conde Henri Begöuen con sus tres hijos y Emile Cartahillac en el centro (Tomado de Ripoll, E., 1995).

El abate Breuil pudo permanecer en España al servir como agregado en la embajada francesa, y Obermaier también continuó en nuestro país y consiguió posteriormente la nacionalidad, convirtiéndose en el primer catedrático de Historia Primitiva del Hombre en la Universidad de Madrid.

Gracias a la neutralidad de la Península Ibérica se pudo proseguir con los trabajos de investigación y prospección, como lo demuestran los realizados en la Peña de Candamo (Asturias) o el abrigo de Minateda en Albacete. (Ripoll, E., 1997).

Tras finalizar la I Guerra Mundial la crisis económica subsiguiente se hizo notar en los fondos destinados a la investigación de yacimientos. En cambio, la actividad en Francia continuó en el Institut aunque más lentamente. En España hay que destacar la creación del Patronato de las Cuevas Prehistóricas de la Provincia de Santander por parte del Duque de Alba, el cual aún perdura hasta nuestros días. (Ripoll, S., 2012).

En los años anteriores a la Guerra Civil Española se produjeron algunos hallazgos de importancia, como fueron las plaquetas con grabados y pinturas de la la cueva del Parpalló. La cueva ya era conocida desde 1872 y Breuil había iniciado su estudio tras la lectura de los escritos de Vilanova y Piera encontrando una plaqueta grabada, pero el comienzo de la Primera Guerra Mundial frenó su estudio. No sería hasta 1929 cuando Luis Pericot alentado por Breuil, realizaría la excavación sistemática de la cueva que se prolongaría durante tres campañas veraniegas. (Ripoll, S., 2012).



Figura 3.21: Entorno y acceso a cueva de Parpalló. (Tomado de <http://www.xecgandia.com/>).

La metodología estratigráfica aplicada fue novedosa y los resultados fueron espectaculares, localizando mas de tres mil piezas de arte mueble. (*Pericot, L., 1942*) (*Villaverde, V., 2015*). La mayor parte eran plaquetas grabadas, otro gran número con pintura y algunas con ambas técnicas. La temática es muy variada con representaciones de animales, signos y algunas con lo que parecen ser figuras humanas. Señalar que por la enorme cantidad y variedad de restos hallados, estamos ante uno de los yacimientos prehistóricos del Paleolítico Superior más importantes de Europa.



Figura 3.22: Plaqueta grabada y pintada de Parpalló. (Tomado de <http://www.museuprehistoriavalencia.es/>).

Otro de los descubrimientos de importancia de esta época y justo antes del estallido bélico en España fue el realizado por J. Cabré en Guadalajara, localizando las cuevas de Los Casares y de la Hoz, y realizando en ellas trabajos de investigación entre los años 1932 y 1934. En ambas se encontraron tanto restos arqueológicos como grabados y pinturas prehistóricas. (*Menéndez, M. et al., 2009*).

La cueva de Los Casares es uno de los yacimientos con grabados prehistóricos más importantes de la península, dada la gran cantidad de los mismos localizados y su peculiaridad, presentando una enorme variedad de figuras zoomorfas y antropomorfas.



Figura 3.23: Entorno y acceso a la cueva de Los Casares. (Tomado de <https://cultura.castillalamancha.es/>).

A continuación se produjo el estallido de la Guerra Civil Española, lo que sí que supuso un freno absoluto a la actividad investigadora en nuestro país. De esta época solamente podemos destacar el descubrimiento y estudio en Francia de la cueva de Lascaux en zona de Dordoña. (*Ripoll, S., 2012*).

La cueva de Lascaux, situada en el precioso municipio de Montignac, ya era conocida desde antaño pero se había cerrado su acceso posiblemente por corrimientos de tierras. Era frecuentemente utilizada por algunos ganaderos para proteger a los animales, y parece que algunos de ellos se habían extraviado en su interior.

La curiosidad de un adolescente y su perro, siendo acompañados con posterioridad por tres amigos, hicieron que consiguieran localizar la entrada y acceder a su interior, en la cual descubrieron con asombro que su techo estaba cubierto de pinturas de caballos y uros. La noticia de su descubrimiento fue transmitida con rapidez al abate Breuil que se encontraba alojado en una localidad cercana a tan solo 25 kilómetros. Se trasladó inmediatamente a la cavidad y permaneció aproximadamente tres meses estudiando las pinturas.

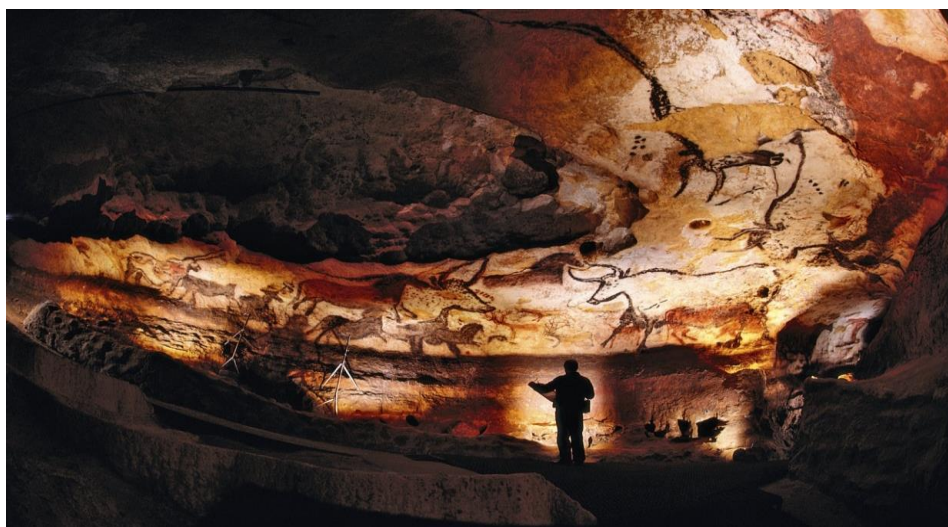


Figura 3.24: Sala de Los Toros de Lascaux. (Tomado de <https://historia.nationalgeographic.com>).

Este yacimiento de arte rupestre representa junto con el de Altamira la cumbre del arte prehistórico, a las que habría que añadir quizá también la Grotte Chauvet. El propio Breuil denominó a la cueva como “la Altamira francesa”, y sus conclusiones sobre la antigüedad de la misma indicaban una datación anterior a lo que se considera hoy en día, ya que los restos materiales asociados a su ocupación, según el análisis de un asta de reno, la sitúan en el Magdaleniense hace 17.000 o 18.000 años y no en el Auriñaciense como inicialmente pensó el abate.



Figura 3.25: Henri Breuil con sus colaboradores en la sala de los Toros. Podemos distinguir también al Conde Begüen, sentados dos de los descubridores y a la izquierda con boina el profesor de los chicos. (Tomado de <https://historia.nationalgeographic.com>).

En esta cueva de unos 80 metros de longitud se han catalogado casi dos mil grafías entre pinturas y grabados. De todas ellas casi la mitad se trata de figuras de animales, si bien es cierto que no todas están identificadas con precisión. En todo el conjunto se pueden diferenciar 364 caballos, 90 de ciervos, y unos pocos uros y bisontes. En Lascaux se encuentran representadas casi la décima parte de todas las manifestaciones artísticas paleolíticas de toda Francia, y se la ha denominado desde su descubrimiento, junto con Altamira, como la capilla Sixtina del arte prehistórico.

La cueva fue abierta al público tras la segunda Guerra Mundial en el año 1948, pero pronto se comprobó que la presencia humana y las luces artificiales estaban dañando las pinturas por lo que se cerró en el año 1963. Se proyectó la realización de una copia tamaño natural al modo de Altamira, que replicara dos de sus sectores más representativos como son la sala de los Toros y el divertículo Axial. Lascaux II abrió sus puertas en el año 1983 para que los visitantes pudieran disfrutar de sus pinturas, y ya más recientemente en el año 2016 se inauguró el centro internacional de arte parietal de Lascaux IV.

3.4. El arte paleolítico en la segunda mitad del siglo XX.

Finalizada ya la segunda Guerra Mundial, se reanudaron con normalidad en toda Europa las investigaciones científicas en materia de arte paleolítico. Destacando en este periodo posterior al conflicto el descubrimiento de las pinturas y grabados de la gran caverna de Rouffignac (1956). (Ripoll, S., 2012).

Unos años antes se localizó en España la llamada cueva de Las Monedas, que hemos nombrado anteriormente, y cuyo estudio fue realizado por L. López y E. Ripoll. Un par de años más tarde y en el mismo lugar, el Monte del Castillo, fue localizada la caverna de las Chimeneas. (Ripoll, S., 2012).



Figura 3.26: Monte del Castillo en Puente Viesgo (Cantabria). (Tomado de <https://www.eldiariomontanes.es/>).

En este mismo periodo también podemos destacar otros trabajos realizados en diversas cuevas con arte paleolítico: como son los estudios de pinturas y grabados en El Pindal por F. Jordá y M. Berenguer (*Álvarez, E. et al., 2015*), los trabajos de investigación de la Cueva de Nerja en 1959 (*Simón, M^a. D., 2003*), o los realizados en la de Maltravieso en el año 1956 (*Collado, H., 2012*), la localización de grabados paleolíticos en la cueva del Altxeri (1962) (*Barandiarán, J. M., 1965*), el hallazgo de pinturas y grabados en las cuevas de Tito Bustillo o El Ramu en 1967 (*Balbín, R. et al., 1981*), los estudios realizados en las cuevas de Peña de Cuco y Cobrantes en 1968 (*García, M. A., 1967*), las pinturas localizadas en la cueva de Ekain por J. M. Barandiarán y J. Altura en 1969 (*Barandiarán J. M., 1969*), los trabajos en la cueva de Chufín por M. Almagro en 1972 (*Almagro, M., 1973*), etc. (*Ripoll, S., 2012*).

Mención aparte podríamos hacer del descubrimiento en el año 1970 del caballo de Domingo García en Segovia (*Municio, J. L. et al., 1992*), debido a lo extraordinario de su rareza al tratarse de una técnica poco usual en los hallazgos de arte paleolítico.

Se trata de un caballo de grandes dimensiones martilleado o piqueteado, con una técnica que se ha querido asemejar a la de tamponado usado en algunas cuevas francesas. Su peculiaridad es mayor al encontrarse en un conjunto al aire libre.



Figura 3.27: Caballo de Domingo García. (Tomado de <https://segoviatourismo.es/>).

Este yacimiento pasó largo tiempo hasta ser considerado y estudiado en profundidad, y a ser referida su amplia colección de grabados y su relevancia. No sería hasta el año 1992 cuando se anunció definitivamente el descubrimiento del extenso conjunto de grabados prehistóricos de Domingo García, ya que además del nombrado caballo piqueteado se han localizado numerosos trazos aislados y otras figuras con claro carácter Postpaleolítico. (Pecci, H. et al., 2011).



Figura 3.28: Detalle de grabados Postpaleolíticos en Domingo García.. (Tomado de <https://segoviatourismo.es/>).

En la localidad de Domingo García a unos 40 kilómetros al noroeste de Segovia, se localiza este conjunto de grabados rupestres al aire libre los cuales abarcan diferentes ciclos crono-culturales. Diferenciándose un claro periodo Paleolítico y un gran número de representaciones post-paleolíticas sin afiliación y datación clara.

El yacimiento principal se localiza en el denominado Cerro de San Isidro o Cuesta Grande. Los grabados presentan dos técnicas, incisión y piqueteado, y parece ser que no se esbozaban las figuras. Exámenes realizados con distintas técnicas de datación han dado resultados cuanto menos sorprendentes, existiendo muchas dificultades para su encuadre crono-cultural debido a que la pátina presente en los paneles no es representativa como método de datación, puesto que únicamente puede hacer referencia a la anterioridad o posterioridad de una imagen sobre otra. En situaciones similares, y también en este caso, se recurre para la datación de las figuras a las convenciones crono-estilísticas.

El principal inconveniente para realizar el estudio de este yacimiento fue el estado de conservación, por el efecto de los agentes erosivos naturales al encontrarse al aire libre y por los daños vandálicos producidos.

Hallazgos de grabados semejantes han supuesto los realizados a finales de los años setenta en río Duero cerca de Portugal (*Ripoll, S. et al., 1996*), (*Jordán, J. F., 2010*), registrando un équido prácticamente completo (*Martinho, A., 2012*); o en la zona pirenaica francesa en 1983 con la localización de un conjunto de figuras incisas de trazo fino (*Royo, J. I., 2004*). Más semejante es el caballo martilleado de Piedras Blancas en Almería descubierto en 1987 (*Ripoll, S. et al., 2013*) y perteneciente a un conjunto de figuras paleolíticas. También en 1988 en Siega Verde (Salamanca) se encontraron abundantes figuras martilleadas e incisas.

Destacar también el conjunto de arte paleolítico al aire libre del Valle de Côa en Portugal, donde en 1994 se descubrieron gran cantidad de figuras (*Ripoll, S. et al., 1996*), (*Jordán, J. F., 2010*), (*Martinho, A., 2012*). Así como las novedades localizadas a finales de siglo en la zona cantábrica española con los yacimientos de La Covaciella, Pondra, El Arco, etc. (*Utrilla, P., 2001*) (*Ripoll, S., 2012*).

Resultan de gran importancia también los descubrimientos en el sur de la Península Ibérica: como los de Cueva del Vencejo Moro en Tarifa, en la Sierra de la Plata en Cádiz, la cueva del Morón en Jaén, la cueva de Ambrosio en Vélez-Blanco (Almería), etc. (*Ripoll, S., 1994*), (*Utrilla, P., 2001*), (*Ripoll, S., 2012*), (*Ripoll, S. et al., 2013*).

Con el paso del tiempo y las mejoras en las técnicas de localización y documentación de yacimientos, se han ido descubriendo un número muy elevado de estaciones con arte rupestre. No solamente en nuestro país y en el vecino francés sino también en el Reino Unido (*Church Hole Cave* y *Robin Hood Cave* en 2003), (Muñoz F. J. et al., 2012), e incluso zonas más septentrionales del norte de Europa.

En la segunda mitad del siglo XX surgieron ciertas obras de gran importancia en el estudio del arte rupestre. La primera que podemos señalar es la del abate Breuil *Quatre cents siècles d'art pariétal* en 1952. Otras obras que destacan son las de H.G. Bandi y J. Maringuer, la de P. Graziosi (1956), y la obra de A. Laming-Emperaire (1962). Pero la que quizá tiene más relevancia en este periodo fue la de A. Leroi-Gourhan en 1965 llamada *Préhistoire de l'art occidental*, que supone una auténtica novedad en los estudios del arte rupestre y en la aplicación de las teorías estructuralistas para el análisis del arte paleolítico, aunque muchas de sus ideas hayan sido muy criticadas posteriormente. (Ripoll, S., 2012).

Ya con el paso de los años y las décadas, las metodologías de estudio de los yacimientos y las técnicas empleadas han ido avanzando mucho. Resulta difícil resumir en pocas líneas la gran cantidad de adelantos que se han ido produciendo, surgiendo mejoras en análisis microscópicos y en la fotografía, avances en la interpretación de los signos, en estudios zoológicos y etnológicos, etc. Por último señalar la gran proliferación de hallazgos de arte rupestre en estaciones y abrigos al aire libre por todo nuestro territorio.

3.5. Técnicas de registro y documentación de este periodo.

En este breve repaso historiográfico, se han nombrado solo una pequeña parte de la enorme cantidad de investigaciones y descubrimientos de yacimientos que se ha producido en Europa y sobre todo en nuestro país. Simplemente se ha realizado una pequeña reseña de aquellos que pudieran resultar más relevantes.

A continuación se analizarán las técnicas de registro y documentación de este primer periodo del estudio e investigación del arte rupestre. Un análisis superficial sobre las técnicas y metodologías empleadas por estos primeros investigadores.

Las diferentes técnicas de documentación utilizadas para el registro de los yacimientos con arte prehistórico, tanto de pinturas como de grabados, han ido evolucionando a lo largo del tiempo.

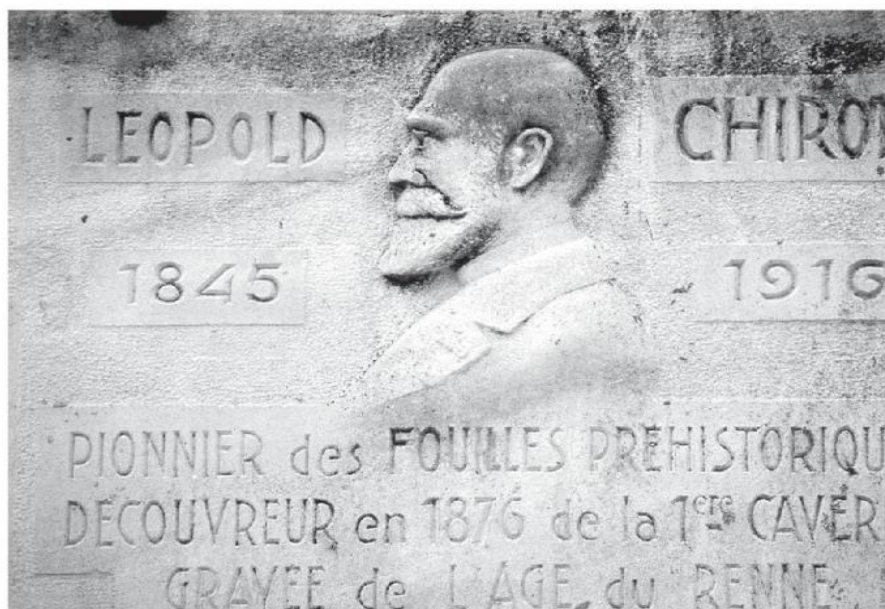


Figura 3.29: Placa conmemorativa a Leopold Chiron. (Tomado de <https://books.openedition.org/alpara/2861>).

Uno de los primeros investigadores del que se tiene conocimiento que puso en práctica estas primeras técnicas fue el maestro de escuela francés llamado D. Léopold Chiron, el cual descubrió una serie de grabados en la cueva de Chabot (Francia) en el año 1878, procediendo a realizar un calco de los mismos y a continuación un registro fotográfico (*Menéndez, M. et al., 2009*). Sin saberlo había iniciado una metodología de documentación y estudio del arte paleolítico. Pese a que en ese instante no era conocedor de la antigüedad de las representaciones, es de suponer que pudo intuir su importancia al realizar tan minucioso registro.

Los primeros investigadores apenas describían el material o técnicas utilizados. Tampoco nos aportaron información sobre las metodologías aplicadas en la documentación y análisis de los yacimientos, y la poca que nos ha llegado es muy escasa y fragmentada. No sabemos prácticamente nada de los soportes empleados, los materiales para realizar los calcos o dibujos, o sobre el tipo de alumbrado del que se servían.

Parece ser que en un primer momento el método más utilizado para la copia o documentación tanto de las pinturas como de los grabados, era el calco mediante la superposición directa de cualquier tipo de papel que fuera traslúcido.

Es de destacar también en estos primeros instantes, los trabajos realizados por E. Rivière para la documentación los grabados rupestres que se encontraban en la cueva de La Mouthe (Francia), ya que fue uno de los primeros investigadores en utilizar el método denominado *lottinoplastia*. (*Menéndez, M. et al., 2009*).

Este método inventado por el arqueólogo Pierre-Victorien Lottin sobre el año 1834 fue usado en principio para la copia de piezas arqueológicas. En la documentación del arte paleolítico, se realizaba una copia del soporte y de los grabados colocando bandas de papel encoladas directamente sobre la pared de la roca, superponiendo unas sobre otras hasta cubrir toda la superficie y todos los huecos y grabados que hubiera. Una vez estas bandas encoladas se habían secado se retiraban cuidadosamente y se obtenía un negativo de todo el conjunto.

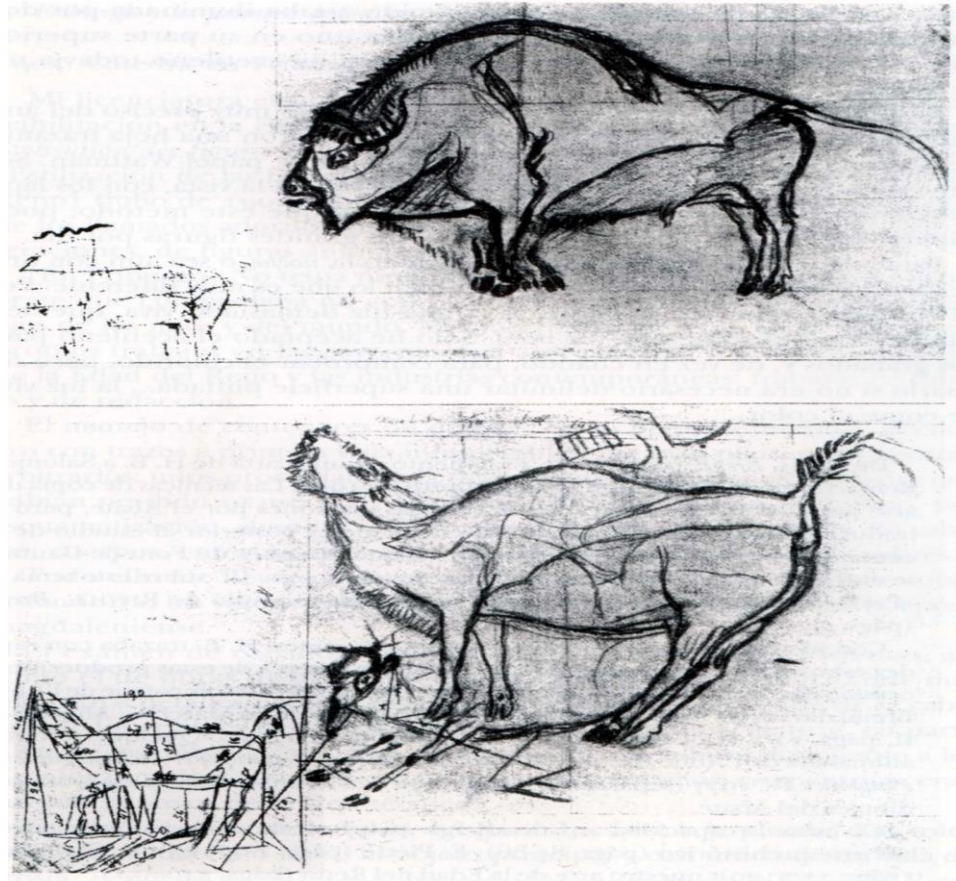
A finales de este siglo en 1879, se puede destacar la documentación llevada a cabo por parte de D. Marcelino Sanz de Sautuola en la cueva de Altamira, con la ayuda del pintor Paul Ratier (*Gutiérrez, F., 2013*), el cual realizó la reproducción de las pinturas allí localizadas.

Es a partir del siglo XX cuando ya asistimos a una metodología más estandarizada y registrada para la documentación del arte rupestre, y cuando se produce una proliferación de descubrimientos de yacimientos con estas representaciones, sobre todo en Francia y en España.

Es en este momento cuando aparece quizá la figura más importante en la historia de la investigación del arte paleolítico, el abate H. Breuil, el cual comienza a utilizar una nueva metodología en el uso de los materiales para el registro de pinturas y grabados rupestres.

El abate pensó en la utilización de una técnica de documentación que a la vez que precisa resultara rápida. Es por lo que optó por el uso de un tipo de papel transparente pero arrugado, para que pudiera adaptarse a la perfección a las superficies siempre irregulares de las paredes (*Menéndez, M. et al., 2009*).

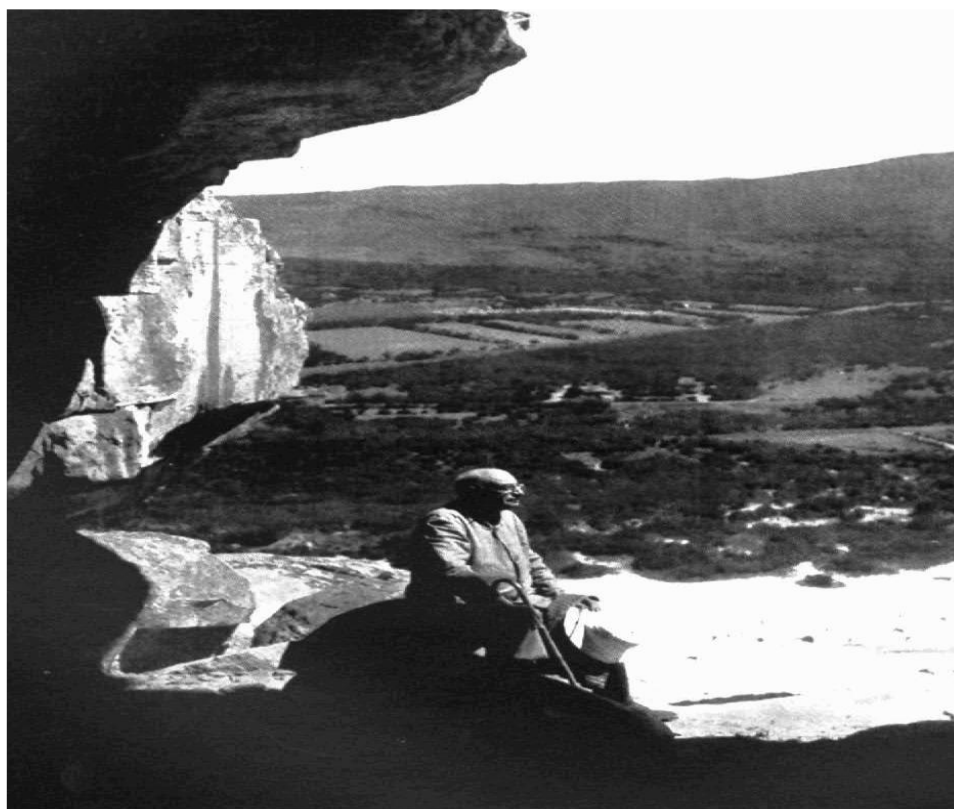
Colocando y fijando cuidadosamente este papel con miga de pan humedecida, se procedía a la realización del calco tanto de los dibujos como de los grabados empleando un lápiz de color azul y graso. Posteriormente y ya en el despacho o laboratorio, se traspasaba el calco cuidadosamente a un papel blanco con tinta china.



Esquemas a lápiz preparatorios de dos dibujos de bisontes «polícromos» de Altamira. A la izquierda los croquis con las mediciones (según H. Breuil, 1902).

Figura 3.30: Calcos de Altamira realizados por H. Breuil. (Tomado de Ripoll, E., 2002)

La documentación del yacimiento se completaba con la realización de gran cantidad de dibujos utilizando escalas y un gran compás de varas, en lo que el abate era todo un experto. Por un lado de forma individual se registraba cada figura y por otro el conjunto del yacimiento. Esta metodología aunque parece simple era muy precisa para la época. El abate utilizó esta técnica de documentación durante muchas décadas en gran cantidad de estaciones, realizando un calco individual figura a figura por toda nuestra península, el sur de Francia, y en otros muchos lugares. No fue hasta finales de la década de los setenta que se le empezó a dar la importancia que tiene, a la realización de una documentación precisa e integrada tanto de las figuras como del panel que la aloja.



El Abate H. Breuil en un paisaje de África del Sudoeste (1948).

Figura 3.31: H. Breuil en Sudáfrica. (Tomado de Ripoll, E., 2002).

Una novedad en la documentación de los paneles que contenían arte rupestre fue la cuadrícula previa de los mismos a modo de un yacimiento de excavación. Este registro a base de cuadrículas la realizó en un primer momento Amédée Lemozi en la cueva de Pech-Merle en Francia (*Menéndez, M. et al., 2009*). Presentaba la dificultad de la irregularidad de los soportes y de las figuras, por lo que las cuadrículas no eran regulares y debían adaptarse a las necesidades del conjunto.

Primeramente se realizaba la cuadrícula del panel y se numeraba, a continuación se iban copiando los dibujos de cada cuadrícula, y al finalizar se unía todo el conjunto obteniendo una copia total del soporte e imágenes.

A partir de la segunda mitad del siglo XX se puede advertir una mayor preocupación por la conservación de las figuras inscritas en los paneles, en un intento por no dañar las representaciones en el momento de su registro ya se trate de las pinturas o de grabados. Con el objeto de obtener unos resultados más exactos con respecto al original, se puede observar una mejor especialización en cuanto a la selección de materiales.

En esta línea de trabajo se pueden situar los trabajos de documentación realizados en la cueva de Lascaux por el abate André Glory y sus colaboradores. Donde se realizó la copia de más de 1433 representaciones rupestres, utilizando materiales y metodologías más novedosas. (*Menéndez, M. et al., 2009*).



Figura 3.32: André Glory y Alain Rousot en la cueva de Lascaux. (Tomado de <https://www.donsmaps.com/lascaux.html>).

Como podemos ver en la imagen los calcos se realizaban con unos papeles de celulosa o celofán, los cuales se sujetaban previamente sobre los paneles o directamente por sus colaboradores, mientras el abate realizaba las copias con unos lápices grasos y de colores, estableciendo así una diferenciación entre las pinturas, los grabados, y los posibles accidentes de roca que pudieran dar lugar a confusión.

Una vez realizados los calcos se comprobaba su exactitud comparándolos con el original. El trabajo final y quizá el más laborioso donde se podía perder más exactitud con los originales, era el que se realizaba con posterioridad en el laboratorio, trasladando estos calcos a papel en una escala más reducida y susceptible de ser divulgada, estudiada y publicada.



Figura 3.33: El abate André Glory trabajando en el laboratorio con los calcos. (Tomado de <https://archeologie.culture.fr/lascaux/es>).

El siguiente avance significativo en la metodología de documentación de yacimientos con arte rupestre fue el realizado en la cueva de La Marche (Francia) por L. Pales en 1956 (Menéndez, M. et al., 2009). Este investigador en sus trabajos de estudio sobre arte mueble Magdaleniense utilizó conjuntamente varias técnicas como la realización de calcos, dibujos, y fotografías. Con todo ello buscó una simbiosis final de información para obtener una reproducción más fidedigna, y lograr una mejor relación entre la documentación del soporte y la situación en el mismo de las figuras.

Otras de las novedades que introdujo este investigador y que le acercan mucho a las técnicas actuales son: la utilización de lupas para el estudio de los aspectos más detallados de las piezas y figuras; el uso de moldes de plastilina y su fotografiado; y de forma más innovadora la realización de series fotográficas desde diferentes ángulos para evitar las distorsiones producidas por el alumbrado artificial.

Como podemos observar las técnicas van evolucionando gracias a los progresos científicos y metodológicos, y con el objetivo de obtener resultados más exactos y afectar cada vez menos tanto al soporte como a las figuras.

El siguiente paso metodológico en este sentido que podemos destacar, fue el dado en el estudio del conjunto de cuevas de la región de Ardèche. Se trata de una región situada en el suroeste francés y que cuenta con más de 30 cuevas decoradas y que abarcan todo el Paleolítico superior.

En la documentación de estas cuevas en el año 1964, J. Combier y L. Chabredier (*Menéndez. M. et al., 2009*) utilizaron un método nuevo y particular para la copia de las imágenes rupestres. Construyeron una especie de marcos de madera o metálicos sobre los que colocaban unas hojas PVC (cloruro de polivinilo derivado del plástico pero más versátil); los cuales situaban paralelamente a las superficies, registrando de este modo las imágenes de forma perpendicular al soporte. Un método similar a este fue utilizado años más tarde en la documentación de la cueva de Combarelles (Francia), pero en vez de PVC se optó por la utilización de un cristal.

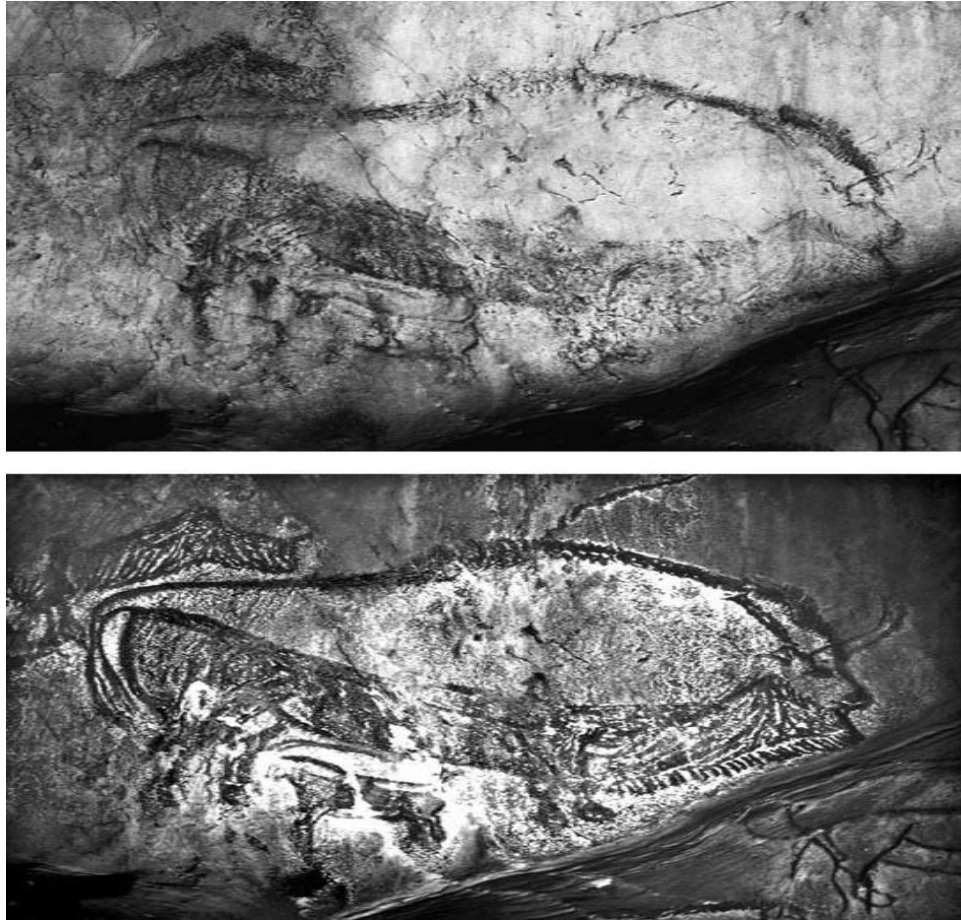


Figura 3.34: Imagen de un bisonte del Salón Noire de Niaux. Arriba luz normal, abajo ultravioleta. (Tomado de Fritz, C. et al., 2007).

Ya en los años ochenta del siglo pasado, J. Clottes y D. Vialou en el estudio de Niaux, (*Menéndez, M. et al., 2009*) optaron para el registro de las imágenes de arte rupestre por una avanzada combinación de métodos, uniendo la realización de calcos a la de una serie de tomas fotográficas ultravioleta. Es decir, ya se comenzó a pensar en el registro de longitudes de onda fuera del espectro electromagnético visible por el ojo humano. También en el año 1978 se aplicó la estereofotogrametría en la cueva de Altamira.

A partir de este momento, el empleo de la fotografía para la documentación de estaciones con arte rupestre se convirtió prácticamente en el método más empleado para su registro. Las evoluciones tecnológicas han ido transformando las técnicas fotográficas y la han ido convirtiendo desde un simple método de demostración y publicación del descubrimiento, hasta convertirse en una metodología de estudio e investigación. La invención de las cámaras fotográficas digitales unido al uso de la informática con programas de procesado de imágenes, han supuesto una auténtica revolución en la documentación y estudio de los yacimientos.

Un ejemplo más de los avances realizados a finales del siglo pasado, fue la documentación de los yacimientos con arte rupestre con una técnica denominada calco digital. La cual además de recabar información mucho más exacta sobre las figuras, no daña en absoluto las mismas al no precisar un contacto directo con la superficie a documentar (*Rogério, M. A., 2007*).

En el proceso del calco digital lo que se realiza es la selección de las parte con pintura parietal. Mediante un procesador de imágenes (como el Adobe Photoshop en un inicio) se van colocando sobre un fondo blanco para resaltar los resultados.

Este procedimiento que inicialmente se realizaba de forma *manual*, es decir según el criterio del investigador en su comparación visual con la fotografía, se ha ido perfeccionando con el paso de los años con la aplicación de algoritmos matemáticos que realizan esta transposición de forma automática. (*Domingo, I., et al, 2013*).

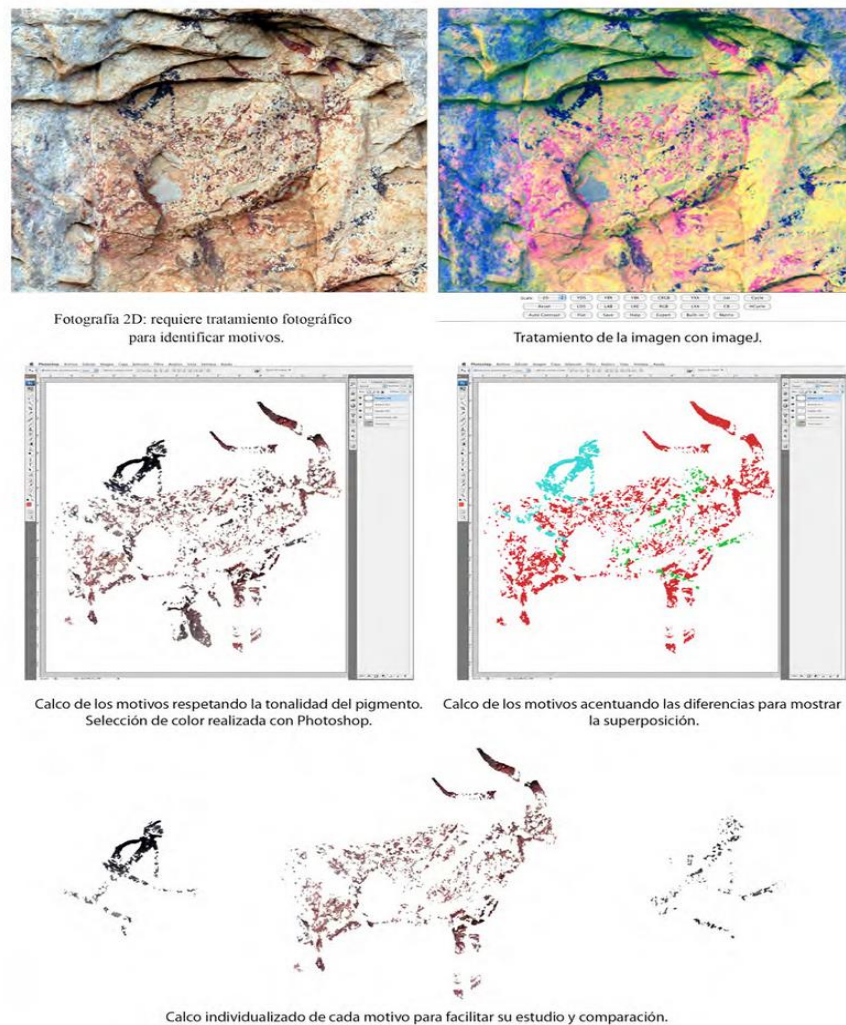


Figura 3.35: Realización de calcos digitales con distintos formatos de imagen. (Tomado de Domingo, I. et al., 2013).

Las técnicas y metodologías de documentación del arte rupestre han ido evolucionando a lo largo de la historia de esta disciplina científica. Han estado condicionadas por las necesidades de los investigadores en esos instantes, y se han ido mejorando gracias a las nuevas metodologías empleadas y a los constantes avances científicos.

Ninguna de las técnicas empleadas a lo largo de todos estos años puede ser minusvalorada ni criticada, ya que en su momento supuso un gran avance científico para el registro y estudio de este arte de nuestros antepasados, y cada metodología hay que estudiarla y valorarla en su contexto histórico y geográfico.

Destacar el papel fundamental que ha supuesto el desarrollo de la fotografía digital y de la informática, así como de los programas de análisis, procesado, renderizado, etc., de las imágenes tomadas en los yacimientos. Lo que nos ha llevado a las metodologías de documentación más innovadoras y actuales, las cuales que analizaré en capítulos posteriores.

LA DOCUMENTACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL.

(CAPÍTULO 4)

CAPÍTULO 4: LA DOCUMENTACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL.

En este cuarto capítulo se analiza el concepto de documentación, sus tipos y su aplicación en el estudio del patrimonio cultural. Se observan las variables que se pueden aplicar al estudio del patrimonio dependiendo de muchas opciones, y en concreto al estudio de los yacimientos. Se examinan los diferentes objetivos que pueden tener nuestros estudios, y que marcan por tanto el tipo de documentación que realizaremos en nuestra investigación. Y se finaliza realizando un acercamiento a la documentación de las estaciones con arte rupestre, sus fichas de registro, etc.

Este cuarto capítulo se divide en los siguientes apartados:

- 4.1. El concepto de documentación.
- 4.2. Los tipos de documentación del patrimonio.
- 4.3. Objetivos de la documentación.
- 4.4. La documentación de estaciones con arte rupestre.
 - 4.4.1. Tipo de estaciones.
 - 4.4.2. La documentación.
 - 4.4.3. Las técnicas de documentación.

4.1. El concepto de documentación.

La definición del concepto de documentación, aplicada al estudio académico y a la recogida de información del patrimonio cultural y artístico, resulta algo compleja, y ello es debido a que se trata de una noción muy amplia y que abarca muchos aspectos.

La Real Academia Española de la Lengua indica dos resultados para la definición de documentar. Por un lado establece que se trata de: “Probar, justificar algo con documentos”, y como segunda acepción “Instruir o informar a alguien acerca de las noticias o pruebas que atañen a un asunto”. Atendiendo a estas dos acepciones podemos entender que, no solamente se trata de recopilar pruebas sobre algo, sino de transmitir las a alguien.



Figura 4.1: Exterior del Instituto del Patrimonio Cultural en España (IPCE). (Tomado de <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/>).

Este mismo organismo entiende en una de sus acepciones que, la documentación es una disciplina científica cuyo objetivo es la recopilación, organización y gestión de documentos y datos. (<https://dle.rae.es/>).

Por lo que atendiéndonos a estas definiciones podríamos inferir que según la R.A.E., la documentación del patrimonio consistiría en la recogida de pruebas, documentos y datos sobre el patrimonio, y cuyo objetivo primordial sería su transmisión a alguien o al público en general.

Pero tanto para la Administración, como para los investigadores, la documentación del patrimonio no solamente debe atender a estos objetivos indicados en su definición. El patrimonio cultural además de ser recopilado y difundido, ha de ser investigado, comprendido, y protegido con medidas adecuadas.

4.2. Los tipos de documentación del patrimonio.

Es importante conocer que existen muchas y variadas metodologías de documentación atendiendo a diversas variables. En primer lugar, la tarea habrá de adecuarse en función del bien cultural o patrimonial que deseemos documentar. Debemos tener siempre presente que la definición de nuestros objetivos de documentación, va a condicionar siempre la toma de decisiones a lo largo de la ejecución de la tarea. (Muñoz, V. et al., 2017).

También existen otros factores a tener en cuenta, además del objetivo que pretendemos alcanzar, como son los medios con los que contamos, la idoneidad metodológica para su no alteración, las dificultades que puede presentar la labor, etc.



Figura 4.2: Biblioteca del IPCE. (Tomado de <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/>).

El objetivo de la documentación condicionará totalmente el tipo de trabajo que vamos a realizar, y es de suma importancia plantearnos con antelación cual es este fin último que queremos alcanzar.

De manera general podemos indicar que los trabajos de documentación del patrimonio suelen centrarse en cinco objetivos principales. La documentación cuya finalidad es el conocimiento general del patrimonio del que se dispone, aquella que está centrada en la protección de los bienes culturales, la realizada con fines de investigación, el trabajo que está orientado a la intervención sobre el patrimonio, y por último la que tiene como finalidad principal la difusión de esta información a investigadores y al público en general.

En el primer caso, cuyo objetivo es la obtención de un conocimiento metódico del patrimonio cultural, suele tratarse de un proyecto de documentación promovido por la administración. Habitualmente se define como un programa de tipo generalista y sistemático, no abarcando ningún proyecto de investigación centrado en un tema previo ni específico.

Se trata en la mayor parte de las ocasiones de realizar un registro general, tipo catálogo, para enumerar la cantidad y el tipo de bienes patrimoniales del que se dispone, dependiendo del bien al que está centrado el estudio. Se trata de reflejar sobre todo su localización, su identificación y características básicas. El objetivo principal suele ser el de disponer de una base de datos general sobre los bienes culturales, muy útil para realizar búsquedas y localizaciones por parte de los investigadores y del público en general, y para que sirva de recurso para estudios más concretos y futuras investigaciones. (*Muñoz, V. et al., 2017*).

También resulta de mucha utilidad para los diferentes territorios y comunidades, para tener una idea del estado de su patrimonio cultural y poder así establecer programas de protección, conservación, estudio o difusión.



Figura 4.3: Parte del Archivo del IPCE. (Tomado de <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/>).

Cuando nuestro objetivo es la protección de los bienes culturales, los trabajos realizados en este sentido variaran dependiendo del grado de protección que queremos aplicar sobre cada uno. La cantidad de documentación, recopilación de datos, y profundidad del estudio realizados, variará dependiendo si se trata de efectuar solamente una actuación preventiva, o una de máxima protección sobre el bien cultural.

Este tipo de documentación es realizado por las administraciones públicas, y además del objetivo más general de protección, existirán otros más específicos en función de la naturaleza de estos bienes culturales.

Por ejemplo, podemos centrarnos en una documentación para tener un conocimiento de aquel patrimonio que se encuentra protegido y/o reconocido por la normativa, con el objetivo de evitar su alteración y desprotección. Otra finalidad en este sentido puede ser el de realizar expedientes de protección de un bien o conjunto de ellos. Para ello la recogida de información ha de ser muy completa y minuciosa, como datos referentes a aspectos administrativos, datos de propiedad, estado de conservación, delimitaciones, investigaciones previas, etc. También podemos pretender incorporar estos bienes culturales, ya sea de un municipio o comarca, a ciertos catálogos de ordenación urbana o territorial. (Muñoz, V. et al., 2017).

Si el trabajo de documentación está orientado a la investigación, las actividades y estudios que se realizan se centran casi totalmente y de manera general en el tratamiento y análisis de la información obtenida. Se trata de investigaciones más concretas y por tanto, los datos recopilados serán más específicos dependiendo de los objetivos que se pretenda alcanzar. El tipo de datos obtenidos dependerá de nuestras hipótesis de investigación, así como de la metodología que vayamos a emplear.

Por ejemplo en los trabajos arqueológicos sobre yacimientos, se tratará principalmente de realizar documentaciones gráficas muy precisas, estableciendo su geolocalización, realizando fotografías, dibujos, planos, modelos en tres dimensiones, etc.

Es muy común que en este tipo de investigaciones, cada equipo de trabajo aplique su propia metodología de documentación, ajustada y adaptada al yacimiento en concreto objeto de estudio. Gran parte del trabajo de investigación en este tipo de documentaciones del patrimonio, se realiza con posterioridad en el laboratorio, centrándose en la indagación y análisis de la información obtenida.

Cuando la documentación está encaminada a la realización de una intervención sobre un bien cultural, suele tratarse de estudios de tipo histórico o arqueológico, bien sea para realizar una restauración, una rehabilitación, un trabajo de consolidación, etc. El tipo de documentación a realizar en estos casos suele ser muy exhaustiva, y con la finalidad de que la posterior intervención sea la más adecuada posible, y que no altere las cualidades originales del bien patrimonial.

El tipo de trabajos previos de documentación en estos casos, puede ser muy variado, desde análisis físico-químicos a series fotográficas con distintas longitudes de onda, fotogrametría, escáner 3D, etc. Toda esta información obtenida nos permite planificar con mayor precisión la intervención adecuada a realizar. En ocasiones es necesario incluso la realización de copias exactas digitales en 3D, ya que el bien a documentar corre serio riesgo de ser dañado o desaparecer. (*Muñoz, V. et al., 2017*).



Figura 4.4: Documentación geométrica del patrimonio cultural. Iglesia del Santo Cristo de la Salud de Málaga (España). Autoría: TCA Cartografía y Geomática S. A. (Tomado de Muñoz, V. et al., 2017).

La documentación cuyo objetivo principal es la difusión es quizá uno de objetivos más frecuentes. Y no debemos olvidar (como hemos indicado al inicio de este apartado) que, una de las principales premisas de la documentación es la de la difusión de sus resultados.

En este tipo de trabajos suele destacar el carácter descriptivo de los bienes culturales a difundir, con un lenguaje adaptado y asequible al público en general, evitando tecnicismos, y destacando el carácter visual de la información. La documentación gráfica ha de ser de alta calidad, y la información sobre el bien patrimonial debe incluir ciertos aspectos, como su descripción, localización, accesibilidad, etc.

Toda esta información suele ser puesta a disposición del público en general en distintos tipos de publicaciones, como revistas, guías turísticas, etc., y desde hace ya algún tiempo es más común que esta información tanto informativa como visual se traslade a páginas web o blogs, ya sean de información relativa a la difusión del patrimonio histórico- artístico, o de entidades públicas como el Ministerios, museos, diputaciones, ayuntamientos, etc. (*Muñoz, V. et al., 2017*).

Se da la circunstancia que a la vez de fomentar la difusión de la información del patrimonio cultural, resulta un atractivo turístico con claras repercusiones económicas. Aspecto que deberemos tener en cuenta también en cuanto a las medidas que puedan resultar necesarias para la protección de estos bienes culturales, al ser un potencial recurso de atracción turística.

4.3. Objetivos de la documentación.

Aunque ya se ha citado con anterioridad, es importante incidir en la importancia de establecer muy claramente cuál va a ser el objetivo de la documentación. Y ello es debido a que la finalidad que se pretende alcanzar, es la que condiciona tanto la disciplina científica desde la que se va a abordar el estudio como la metodología del mismo.

No es lo mismo la documentación de una catedral que la de un yacimiento con arte rupestre, ni se trata de la misma disciplina de estudio ni son los mismos métodos a emplear. También hay que tener en cuenta la variedad de aspectos y disciplinas científicas que puede aglutinar un mismo bien cultural o patrimonial. Por lo que en esas ocasiones, o en las que se pretende documentar multitud de bienes, se ha de emplear modelos más simples y flexibles y no tan específicos de una única disciplina científica.

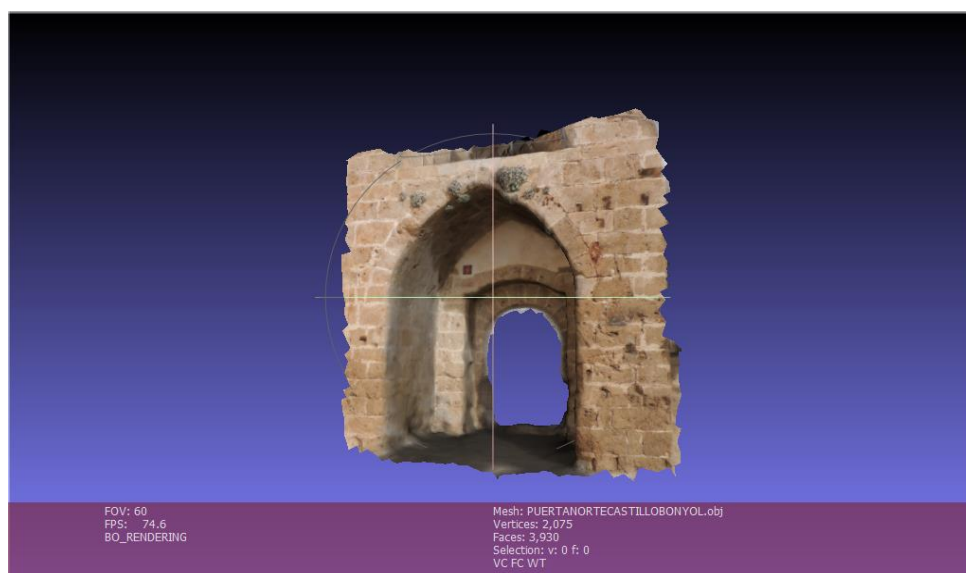


Figura 4.5: Documentación del patrimonio. Puerta norte Castillo de Buñol (Valencia), creación de modelo en 3D con Meshlab program. (Imagen del autor).

En otras ocasiones solo pretendemos documentar partes de un bien cultural, no su totalidad. En esos casos sí que se utilizaran modelos de datos más específicos, pero deberemos indicar claramente las relaciones de jerarquía u asociativos con el resto del conjunto patrimonial, a que parte del mismo pertenece, dentro de que elementos se encuentra inciso, etc.

Esta situación suele darse muy a menudo, ya que solo puede interesarnos documentar alguna parte de bien cultural atendiendo a criterios de variada índole, ya sea por el propio interés del estudio, estilístico, para actuaciones de rehabilitación, de conservación, u otros. (Muñoz, V. et al., 2017).



Figura 4.6: Trabajos de restauración Pórtico de la Gloria (Catedral Santiago). (Tomado de <https://ipce.culturaydeporte.gob.es/>).

Una de las premisas básicas para poder realizar un trabajo adecuado de documentación de cualquier tipo de bien, patrimonio o yacimiento cultural, será la de disponer de un equipo humano adecuado y cualificado.

Este equipo debe estar formado tanto por miembros especialistas en las metodologías de documentación, como por expertos de las disciplinas científicas y académicas en que se incluye el bien cultural a documentar.

Las disciplinas científicas pueden ser muy variadas dependiendo del objetivo planteado de documentación, y será más heterogéneo y completo el equipo de trabajo cuanto más amplio sea el espectro de bienes culturales a registrar.

La metodología de documentación que emplearemos dependerá de muchos aspectos y variables. En primer lugar dependerá de la finalidad de nuestro estudio sobre el patrimonio, del tipo de bien que se trate, del equipo material y humano del que disponemos, de nuestras posibilidades económicas, del tiempo del que disponemos o podemos emplear, del volumen de trabajo a realizar y otras muchas circunstancias. (*Muñoz, V. et al., 2017*).

Cuando nuestra documentación se centre en un bien cultural concreto, la recopilación y volumen de información obtenida sobre el mismo acostumbra a ser importante. En cambio si se trata de documentar una amplia variedad de bienes, el volumen de datos registrados de cada elemento suele ser menor.

Otro de los aspectos que condicionará mucho nuestra metodología de documentación será, si se trata de un estudio que requiere trabajo de campo, que precise un contacto directo con el bien patrimonial, o por el contrario no sea necesario. El trabajo realizado exclusivamente en despacho o laboratorio, se basará previamente en la recopilación de información de fuentes bibliográficas, bases de datos, sitios web, inventarios, etc. En cambio en el trabajo de campo, previamente se deberá efectuar también una recopilación de información, y con posterioridad se realizará el trabajo directo sobre el bien objeto de la documentación.

Esta última opción suele ejercerse sobre aquellos bienes que nunca han sido estudiados, o si pretendemos aplicar otra tecnología de documentación más innovadora, o utilizar otro enfoque en nuestra investigación que englobe o interprete otros aspectos o los analice de manera distinta.



Figura 4.7: Documentación patrimonio. Proceso de creación modelo 3D de busto Marco Aurelio con Zephyr software. (Imagen del autor).

Una vez recopilada toda la información que necesitamos para nuestro estudio, viene la fase de realización o preparación de nuestro trabajo, el denominado trabajo de laboratorio. El cual una vez finalizado, debe ser puesto a disposición de la comunidad científica así como del público en general, utilizando todas aquellas plataformas de difusión de las que podamos disponer, tanto materiales como digitales.

Con toda la información que hemos recopilado en nuestra documentación del bien cultural, hemos de realizar una selección o desarrollo de las aplicaciones o programas necesarios para su estudio. Se procederá a continuación con el procesado de los datos, que variará dependiendo del tipo de estudio propuesto. Su almacenamiento en soportes digitales, y difusión correcta para que sea factible y ágil su localización para los diferentes interesados, utilizando los buscadores también adecuados.

Para finalizar este apartado hay que señalar la importancia que ha cobrado desde hace un tiempo el desarrollo de las nuevas tecnologías. Tanto en la realización de los trabajos de documentación, como en la difusión de la información obtenida. Estas nuevas aplicaciones, dispositivos tecnológicos, etc., han abierto también nuevos campos y líneas de investigación en casi todas las disciplinas científicas, y han perfeccionado y mejorado también tanto las metodologías de estudio, como los resultados obtenidos en la documentación de patrimonio cultural.

4.4. La documentación de estaciones con arte rupestre.

Lo cierto es que se trata de una difícil cuestión a la que dar una respuesta adecuada, ya que no existe un criterio unánime en la comunidad científica de como planificar este tipo de trabajos y debido a ello encontramos una variedad muy amplia de metodologías. Se podría decir que cada investigador aplica aquello que considera más oportuno, en relación a su experiencia y a lógicamente los medios de los que dispone. (*Ripoll, S., 2006-2009*).

Es lógico pensar que la aplicación de metodologías tan variadas al estudio del arte rupestre puede arrojar resultados muy dispares, incluso tratándose del estudio de una misma estación.

Pero sí que podemos indicar unas premisas y aspectos generales que parecen imprescindibles a tener en cuenta, y que podemos aplicar a la documentación de este tipo de estaciones o yacimientos. Que formaran parte de mi propuesta metodológica integral que desarrollaré al final de esta Tesis.

La primera pregunta que debemos hacernos antes de iniciar la documentación de un yacimiento, es si se trata de una estación ya conocida anteriormente o no. En caso afirmativo, hemos de revisar toda la información disponible al respecto, como la antigüedad del descubrimiento, las publicaciones sobre el mismo, información geográfica e histórica en general, etc. Hay que señalar que aunque se trate de un yacimiento ya explorado o estudiado, esto no significa que no sea susceptible de una nueva prospección y documentación, ya que es muy frecuente localizar nuevos hallazgos en yacimientos ya estudiados, debido a que las técnicas y metodologías de documentación van avanzando con el paso de los años. (*Ripoll, S., 2006-2009*).

Por otro lado tenemos el análisis de las estaciones no estudiadas y recién descubiertas. Para orientarnos en un primer momento sobre el tipo de metodología a emplear en la documentación del yacimiento, hemos de tener en cuenta donde se encuentra el mismo, es decir, si se trata de representaciones situadas en el interior de cuevas, en abrigos o al aire libre.

Hasta hace unos años se pensaba que las representaciones localizadas en cueva normalmente pertenecían al arte paleolítico, que las que se situaban en abrigos se trataba de arte levantino, esquemático y macroesquemático, y que las que se localizaban al aire libre eran los petroglifos gallegos o los martilleados como los de la meseta castellana.

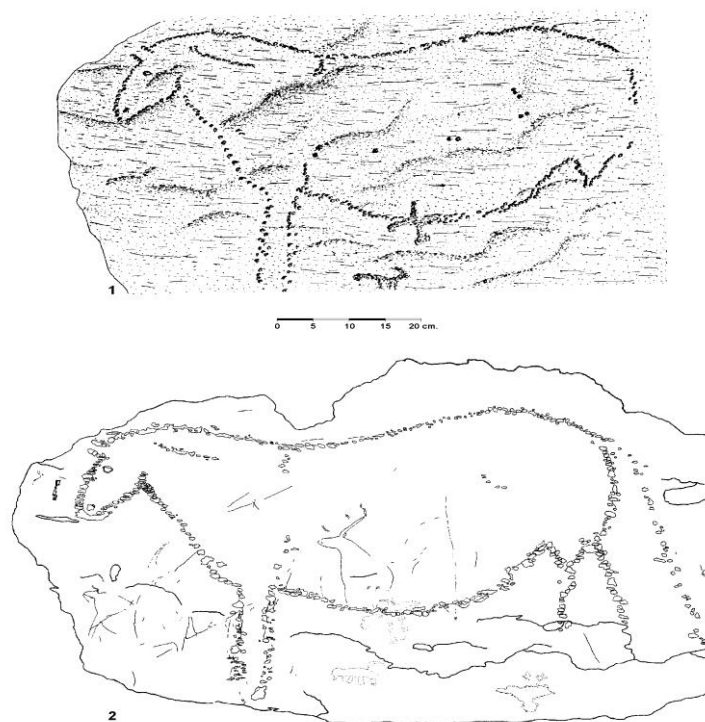


Figura 4.8: Calcos de la roca número 12 de Domingo García. (Tomado de Ripoll, S.).

Pero esta concepción ha variado totalmente con los descubrimientos que se han venido produciendo, como la localización de arte rupestre paleolítico en los yacimientos al aire libre de Foz Côa, Domingo García, etc. (Ripoll, S., 2006-2009). Y destacar también los recientes y prometedores hallazgos en el Cañón de la Horadada.

Cuando pretendemos prospectar un nuevo territorio para poder localizar nuevos yacimientos, en alguna zona que por diferentes motivos consideramos que puede ser susceptible de contener estaciones, tenemos que planificar la tarea estableciendo protocolos de actuación.

Una vez acotada y localizada la zona a prospectar, lo primero que debemos hacer es solicitar y obtener los permisos administrativos correspondientes, y averiguar si existen trabajos al respecto previos y semejantes a los nuestros.

Hay ciertos factores y acciones a tener en cuenta, que pueden aumentar nuestras posibilidades de éxito para la localización de yacimientos. Debemos primeramente recopilar toda la información disponible sobre la zona, ya sean publicaciones o estudios del tema que nos interesa, como geológicos o arqueológicos, es decir buscar la bibliografía de la zona al respecto. Es interesante también recabar información oral de los lugareños, que puede resultar muy valiosa y orientativa. También podemos servirnos de fotografías aéreas y cartografía de la zona.

A la hora de tratar de localizar estaciones con arte rupestre, tendremos más posibilidades de éxito si iniciamos nuestra búsqueda en aquellos lugares que resultan más idóneos para su ubicación. Estas zonas son aquellas que se localizan cerca de cursos de agua, en abrigos o cavidades, en zonas orientadas hacia el este o el sur con mayor insolación, en zonas protegidas de fuertes vientos, etc. Aunque estas premisas a tener en cuenta no son infalibles, y es posible, en ocasiones, localizar representaciones casi en cualquier sitio. (*Ripoll, S., 2006-2009*).

4.4.1. Tipo de estaciones.

En el caso de tratarse de la prospección de una **cueva** que hemos localizado, la primera acción que debemos llevar a cabo es una inspección cuidadosa de la misma. Es decir, intentar localizar representaciones que resulten evidentes, tratando de no alterar su estado original, y no tocando nada que pudiera afectar a su delicado equilibrio de conservación.

Si hemos localizado manifestaciones de arte rupestre que precisan un estudio más profundo y relevante, o si el yacimiento pudiera ser alterado o corre peligro de afectación, es necesario ponerlo en conocimiento inmediato de las autoridades competentes, para que se puedan establecer medidas de protección del mismo y que impidan su acceso no regulado.

También resulta conveniente informar de su existencia a los habitantes de la zona, para que tengan conocimiento de la importancia del mismo, así como de que se trata de un bien cultural que es importante valorar y proteger.

Una vez comunicado el hallazgo y protegido el yacimiento, podemos dar inicio a una prospección de los paneles más exhaustiva. Estos paneles o superficies más o menos lisas y delimitadas por algún accidente rocoso, es necesario numerarlos para realizar una correcta y ordenada documentación.

Es conveniente numerar los paneles donde localicemos algún resto de arte rupestre, comenzando por la izquierda hacia el fondo de la cueva y regresando por la derecha y hacia el exterior. Si la cavidad no tuviera una estructura lineal, y por el contrario estuviera dividida en diferentes cámaras o cavidades, es conveniente realizar esta misma subdivisión en cada una de ellas. Ya que ello aporta claridad y organización, y evita confusiones en el orden de numeración de los paneles. (*Ripoll, S., 2006-2009*).

La prospección y registro parietal que realicemos de la cavidad debe ser integral. Cada evidencia localizada debe ser individualizada y registrada, independientemente de su importancia o estado de conservación. Además no hemos de discriminar ningún tipo de alteración antrópica, ya se trate de grafitis, extracciones, etc. Todas las superficies de la cavidad pueden contener representaciones, no solamente aquellas que se ubican de un modo más accesible o en un soporte más idóneo. Por lo que todas las superficies, incluidos techos, paredes y suelos, deben ser minuciosamente prospectados, evitando vacíos. (*Garate, D., 2018*).

Es necesario realizar un examen metódico y minucioso de todo el volumen endokárstico, sin dejar de lado ni cornisas, repisas, zonas angostas, grietas, galerías, bóvedas, etc. Nuestro proceso debe seguir la premisa de la detección y documentación global. Es decir, documentar todo, desde la figura de bisonte más espectacular, hasta la más pequeña mancha de pigmento que localicemos. Todo ello forma parte los vestigios históricos de la cavidad, y nos hablan de la “vida útil” de ese sitio. (*Sanchidrián, J. L. et al., 2017*).

Si lo que localizamos es un **abrigo** con representaciones de arte rupestre, la metodología de estudio varía un poco. En un primer momento trataremos de localizar pinturas rupestres, y en una fase posterior trataremos de hallar grabados.

Un aspecto importante a señalar, es que no hemos de buscar las representaciones solamente a la altura de los ojos, ya que el nivel del suelo puede haber variado por multitud de factores. Pudiendo haber sufrido algún tipo de vaciado, por lo que las figuras estarían en partes superiores, o por el contrario algún tipo de colmatación del terreno o desprendimientos, por lo que las representaciones se localizarían en partes inferiores, o incluso en ocasiones soterrados bajo el nivel del suelo.

En nuestra inspección del abrigo y alrededores deberemos estar también atentos a la localización de cualquier tipo de vestigio arqueológico, el cual pudiera estar vinculado con las representaciones de arte rupestre localizadas.

La prospección y registro de las figuras se realizará de forma similar a la realizada en las cuevas, es decir, comenzando de izquierda a derecha, y de arriba abajo en el sentido de las agujas del reloj. Hay que estar muy atento y realizar un registro minucioso de cada uno de los paneles, ya que es frecuente que pasen desapercibidas figuras que resultan posteriormente descubiertas y registradas en estudios posteriores. (*Ripoll, S., 2006-2009*).

La incidencia de la luz resulta del todo decisiva a la hora de poder distinguir algunas figuras, por lo que dependiendo de la hora del día el panel recibirá un tipo de luz u otra. Por regla general, la incidencia de la luz solar de forma directa dificulta en gran medida la visualización de los motivos. Señalar que en zonas que se precisa luz artificial para la localización de los motivos, da muy buenos resultados la utilización de luz halógena de forma rasante.

Un caso menos frecuente es que se trate de una estación situada **al aire libre**, aunque cada día resulta más frecuente la localización de este tipo de yacimientos. Antiguamente se pensaba que las representaciones artísticas paleolíticas al aire libre eran una auténtica rareza, como por ejemplo el caso de Domingo García. Pero actualmente ya se conocen bastantes yacimientos de este tipo situados principalmente en Portugal (destacando el yacimiento de Foz Côa), sur de Francia y España. Señalar el reciente descubrimiento de gran cantidad de grabados rupestres paleolíticos en el Cañón de la Horadada (Palencia).



Figura 4.9: Cañón de la Horadada (Palencia). (Imagen del autor).

Por evidentes motivos de conservación y no degradación, es más común la localización al aire libre de grabados y no de pinturas. Estas figuras se realizan con variadas técnicas, como el martilleado o el grabado fino, y suelen realizarse sobre materiales de esquisto o pizarra.

No existiendo tampoco un criterio unificado de registro, una forma lógica de identificación y documentación es algo similar a los anteriores casos, de izquierda a derecha y de la parte más elevada a la más inferior. Todo ello dependiendo de la forma, estructura, extensión y localización del yacimiento, que condiciona siempre mucho nuestra forma de estudio y documentación. (*Ripoll, S., 2006-2009*).

4.4.2. La documentación.

Para la recopilación de la información de las representaciones parietales que se han localizado, se utilizan distintos procedimientos. No existiendo tampoco un modelo estandarizado en este aspecto, sí que podemos indicar criterios comunes que deben aplicarse en estos registros de información tan relevantes.

Es imprescindible la realización de fichas para la identificación y descripción minuciosa de cada figura, de los soportes, entornos o áreas de representación, etc.

Acompañando a estas fichas se suele realizar un primer registro fotográfico asociado a las mismas (*Ripoll, S., 2006-2009*), y ya con posterioridad se documenta el yacimiento de manera más completa con la toma de imagen de video, realización de modelos en 3D de los mismos ya sea con fotogrametría, escáner 3D, etc.

Para recabar la información durante la prospección, el formato más idóneo son las fichas normalizadas. En ellas deberemos recoger tanto la información intrínseca de los restos (características antrópicas), como extrínseca (la evidencia en su contexto), de cada unidad o conjunto diferenciado. (*Sanchidrián, J. L. et al., 2017*).

Aplicaremos una ficha para cada figura que identifiquemos, la cual tendrá distintos apartados para recabar toda la información relevante. Reflejaremos los datos principales de cabecera (yacimiento, fecha, equipo humano, etc.), su localización (zona, número de panel, tipo superficie, etc.), las características del panel (dimensión, buzamiento, orientación, etc.), las de las figuras (número de las mismas, dimensiones, orientación, buzamiento, técnica de realización, descripción, etc.), observaciones relevantes, y finalmente la referencia fotográfica del registro de la figura. (*Ripoll, S., 2006-2009*).

Como hemos indicado anteriormente existen diferentes tipos de fichas y formas de registrar las evidencias y yacimientos localizados. Para el registro de cada uno de los motivos localizados que consideremos de origen antrópico, podemos introducir el concepto de Unidad Gráfica (UG) (*Garate, D., 2018*). De cada una de estas representaciones recabaremos toda la información posible sobre su estado de conservación, características formales y de la forma en que se integra en el soporte.

Esta información se registra en unas fichas individualizadas, que contienen una serie de campos preestablecidos para indicar su forma, técnicas, soporte, conservación, descripción de la figura, etc. A cada figura es conveniente asignarle un campo identificador y único, a modo de DNI, para poder individualizarla y diferenciarla del resto sin lugar a dudas. (*Garate, D., 2018*).

EVIDENCIA GRAFICA		
Cueva:	Fecha: / /	Autor:
ID:	Sigla:	
S O P O R T E	Lugar:	galería – sala – laminador – gatera – tubo – sima – repisa
	Superficie:	pared – techo – suelo – columna – pilar – estalagmítica – estalactita – plafonante
	Naturaleza:	caliza – calcita – arcilla – mondmitch
	Forma:	cóncavo – plano – convexo – polimorfo – oquedat
	Textura:	lisa – rugosa – craqueada
	Compacidad:	blanda – dura
	Tafonomía:	concreción – colada – agrietado – desprendido – desconchado
	Descripción:	
F O R M A	Temática:	zoomorfo – antropomorfo – signo – línea – punto – mancha
	Formato:	completo – prótomo – cabeza – acéfal – parcial
	Posición:	perfil normal – perfil retrospectivo – perfil con cabeza frontal – frontal
	Orientación:	izquierda – derecha
	Perspectiva:	Inclinación: horizontal – vertical – inclinado arriba – inclinado abajo
	Animación:	cuernos (1 plano- 2 planos) – orejas (1 plano- 2 planos) – delatantes (1 plano- 2 planos) – traseras (1 plano- 2 planos)
	Detalles:	nula – parcial – coordinada
Integridad:	ojo – cuernos – boca – lengua – oreja – librea – sexo – pelaje – despiece – cola – cruz – pezuñas	
	Integridad:	único – compuesto (nº)
	Descripción:	
T E C N I C A	Recurso:	pintura – grabado – relieve – escultura
	Trazado:	único – repesado – irregular – múltiple – punteado
	Aplicación:	dedos – mano – boca – pincel – lápiz – litica
	Integración:	relieve – coloración – grieta – fósil – orificio – concreción
	Postura:	enguido – sentado – tumbado – elevado
	Accidentes:	
	Descripción:	
C O N S E R V A C I O N	Alteraciones:	concreción – colada – pisado – desprendido – borrado – grafiti
	Análíticas:	
	Descripción:	

Figura 4.10 : Ejm. de ficha evidencia gráfica. (Tomado de Garate, D., 2018).

Como podemos observar en este ejemplo de ficha de registro, tenemos varios apartados principales. En el primero de ellos recabamos toda la información referente al soporte que aloja la manifestación parietal, el lugar que ocupa en la cavidad, abrigo, sala, galería, etc., el tipo de superficie del que se trata, la litología del soporte, su forma, la textura y compacidad, la tafonomía (conservación y agentes que inciden en el mismo), y descripción general del mismo.

En el segundo apartado reflejamos las características formales de la representación, su temática (zoomorfo, antropomorfo, signo, etc.), su formato (atendiendo al acabado de la figura), su posición, orientación e inclinación, la perspectiva, animación, detalles del motivo, integridad (parte o figura aislada), y su tipometría (medidas).

En un tercer apartado anotaremos las técnicas de ejecución de las figura, los recursos utilizados (pintura, grabado, relieve, etc.), su trazado (único, múltiple, punteado, raspado, etc.), su aplicación (con los dedos, pincel, etc.), su integración (relieve, coloración, orificio, etc.), su postura (erguida, tumbada, etc.), los posibles accidentes del soporte, y finalizaremos con una breve descripción. En el último apartado de conservación, recogeremos todos aquellos procesos o agentes, naturales o antrópicos, que puedan afectar directamente a la conservación de la figura.

Para finalizar el registro de la UG, realizaremos un primera plasmación gráfica del motivo en un croquis del mismo. Individualizado de la figura, pero que puede incluir elementos del soporte, alteraciones, o estructuras que faciliten su posterior localización. Incluiremos información sobre las medidas de la representación y su altura respecto al suelo. Siempre que podamos advertir el orden y dirección de ejecución de los trazos lo indicaremos, así como las relaciones con otras figuras ya sea de superposición u otras. (*Garate, D., 2018*). Indicar por último que cada croquis de cada figura debería ir codificado para su numeración y ordenación, y si es posible asociarlo al registro fotográfico realizado en primera instancia.

Continuando con la documentación, pasaremos a registrar la información de cada uno de los paneles o lienzos. En ellos se contienen las agrupaciones de figuras representadas, y que se circunscriben a las delimitaciones o divisiones que hayamos realizado previamente. Indicar que en ocasiones establecer la organización de los distintos paneles a registrar supone una difícil tarea, al encontrarnos con yuxtaposiciones y figuras enclavadas en lugares de dificultoso encuadre espacial.

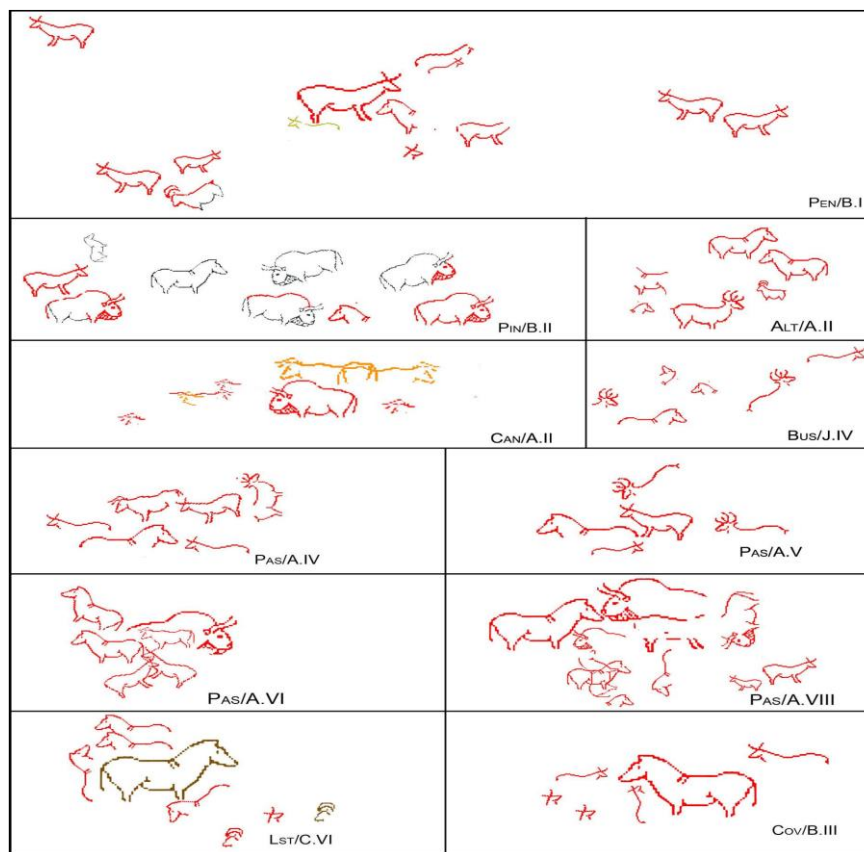


Figura 4.11 : Ejemplo de Organización Unidad compositiva. (Tomado de Garate, D., 2018).

De cada una de estas unidades compositivas o paneles recogeremos la información más relevante, sobre el lugar donde se ubican (parte del abrigo, cueva, galería, etc.), el tipo de superficie (pared, techo, etc.), el tipo de litología (caliza, calcita, etc.), su forma, su textura, su tafonomía, y una breve descripción. A continuación estableceremos la organización de los motivos en el interior del panel, su jerarquización, espacio que ocupan, superposiciones, composiciones, orientaciones, técnicas, dimensiones, distribución, densidad de figuras, temática, su posible cronología, etc.

GRUPO

Cueva:	Fecha: / /	Autor:
Grupo:	Sector:	Evidencias:

Lugar:	galería - sala - laminador - gatera - tubo - sima - repisa
Superficie:	pared - techo - suelo - columna - pilar - esotagmática - estalactita
Naturaleza:	caliza - calcita - arcilla - mondmilch
Forma:	cóncavo - plano - convexo - polimorfo
Textura:	lisa - rugosa - craqueada
Compacidad:	blanda - dura
Tafonomía:	concreción - colada - agrietado - desprendido
Descripción:	

Acceso:	difícil - normal - fácil
Espacio:	longitud máxima: altura máxima: altura centro-suelo:
Distribución:	sectorial - agregativa - uniforme
Densidad:	alta - media - baja
Naturaleza:	heterogénea - homogénea
Cronología:	sin crónica - crónica - indeterminada
Estratigrafía:	
Observaciones:	

Figura 4. 12 : Ejemplo de ficha de unidad gráfica o panel. (Tomado de Garate, D., 2018).

A continuación conviene realizar un registro de cada una de las zonas o unidades topográficas, en las que se distribuyen las zonas decoradas de cada abrigo, cavidad o conjunto al aire libre. Son las áreas de decoración o sectores diferenciados por límites topográficos y con características propias. Centrándonos en su localización, su situación respecto al conjunto, su accesibilidad, grado de visibilidad, etc. (Garate, D., 2018).

Resulta interesante también documentar las alteraciones producidas en la unidad topográfica que consideremos que es posterior a la ocupación prehistórica. Estas modificaciones pueden ser geológicas (crecimiento de espeleotemas, sedimentación, erosión, etc.), biológicos (microorganismos o restos de fauna), y antrópicos (grafitis, restos basura, etc.).

SECTOR

Cueva:	Fecha: / /	Autor:
Sector:	Grupos:	

Lugar:	galería - sala - laminador - gatera - tubo - sima - repisa.....
Observaciones:	

Localización:	entrada - vestíbulo - centro - fondo.....
Eje:	principal - lateral - final.....
Acceso:	difícil - normal - fácil.....
Modificaciones:	antrópicas - geológicas - biológicas.....
Visibilidad:	alta - media - baja.....
Observaciones:	

Figura 4. 13 : Ejemplo de ficha de unidad topográfica. (Tomado de Garate, D., 2018).

Indicar por último en este apartado, que para la datación de las representaciones así como para la descripción de su composición, podemos realizar una serie de analíticas asociadas. Las cuales se han ido generalizando y mejorando en las últimas décadas.

Estos procedimientos deben resultar no invasivos o no destructivos, ya que siempre es conveniente para la protección y conservación del patrimonio tener muy en cuenta la metodología que vamos a emplear, para intentar no alterar el delicado equilibrio de una estación paleolítica de arte rupestre.

Para la realización de estas analíticas disponemos de varios procedimientos, como la microscopía óptica, el microscopio electrónico de barrido, la espectroscopia Raman, la fluorescencia de rayos X por dispersión de energías o EDXRF, el espectrofotómetro de infrarrojos transformado de Fourier (FTIR), el método AMS para la datación por C14, la termoluminiscencia, las series de uranio, etc. (*Garate, D., 2018*).

4.4.3. Las técnicas de documentación.

Los métodos de documentación del arte rupestre han sufrido una enorme evolución con el paso de los años. Como hemos visto brevemente en anterior capítulo, y analizaremos más ampliamente en el sexto, las técnicas utilizadas han ido variando con el paso del tiempo, desde los primeros dibujos a mano alzada y calcos directos, hasta los actuales métodos de teledetección y análisis de la imagen digital.

En la documentación gráfica del arte rupestre, analizándola desde una visión general y temporal, se puede hablar de un antes y un después a raíz de la incorporación de la era digital. (*San Nicolás, M., 2012*).

La aplicación de las nuevas tecnologías en el estudio de las sociedades del pasado, ha provocado en los últimos años una auténtica revolución en la disciplina. Una de las especialidades en las que se han advertido cambios significativos es en el estudio del arte parietal, para el que la era digital ha multiplicado las opciones de documentación, análisis, y tratamiento de la información. (*Garate, D., 2018*).

Pero uno de los inconvenientes que nos hemos encontrado es que, a estos avances tecnológicos no se ha correspondido necesariamente uno similar en la reflexión, y es muy frecuente que el investigador quede deslumbrado por las implementaciones tecnológicas. (*San Nicolás, M., 2012*).

En cuanto a las técnicas se refiere, tanto la fotografía, ya se trate de la convencional o digital, así como el video y el dibujo, son los métodos más comúnmente utilizados para la documentación y representación de manifestaciones rupestres (*Ripoll, S., 2006-2009*). Son las técnicas inicialmente empleadas en la primera exploración de un yacimiento, así como las de más fácil acceso, y las que menor formación técnica precisan y resultan más económicas.

La evolución de las distintas variedades y técnicas de fotografía, desde los registros de los primeros calcos a los calcos digitales, pasando por la documentación de yacimientos en 3D con el uso de fotogrametría y láser escáner, y la implementación de aplicaciones informáticas para el tratamiento digital de imágenes, como el software ImageJ y el plugin asociado DStretch, etc., han transformado y a menudo enriquecido la cantidad y calidad de los datos recabados, así como favorecido la multiplicación de nuevos descubrimientos en casi la totalidad de las estaciones descubiertas, e incluso en aquellas ya investigadas con anterioridad.

LA INFLUENCIA DE LA TECNOLOGÍA.

(CAPÍTULO 5)

CAPÍTULO 5: LA INFLUENCIA DE LA TECNOLOGÍA.

En este quinto capítulo, se describe el impacto que han tenido las innovaciones tecnológicas a lo largo de la Historia de la Ciencia. Cuál ha sido su relevancia, así como las características que presentan estas innovaciones en su aplicación a las disciplinas científicas. En el último apartado veremos brevemente, como estos avances tecnológicos han influido en gran medida en las metodologías de estudio de los yacimientos.

Este quinto capítulo se divide en los siguientes apartados:

- 5.1. Importancia y evolución de los avances tecnológicos.
- 5.2. Características de estas innovaciones en la ciencia.
- 5.3. Su aplicación al estudio de los yacimientos.

5.1. Importancia y evolución de los avances tecnológicos.

Tanto la ciencia como la tecnología son dos de los motores principales que impulsan el avance de nuestra sociedad y nuestra especie. Favorecen el desarrollo económico y social de nuestro modo de vida actual.

Los avances realizados en la ciencia y las innovaciones tecnológicas, producen los elementos necesarios e imprescindibles para poder transformar todos los aspectos de nuestra sociedad, tanto los medios de producción, como nuestra alimentación, nuestras formas de comunicación, nuestro cuidado de la salud, etc. (Rueda, J. J., 2007). Incluso revierte sobre sí misma, acelerando y mejorando sus propios procesos en los avances de la investigación científica.



Figura 5.1: La ciencia y la tecnología en nuestro mundo. (Tomado de <https://www.periodicodeltalento.com/>).

Nuestra historia, tanto como especie como en el desarrollo de nuestras sociedades, va inexorablemente ligado a los avances científicos. Las nuevas invenciones y descubrimientos, nos han permitido ir encontrando alternativas y soluciones a las dificultades y problemas que nos han ido surgiendo a lo largo de nuestra evolución.

Desde la prehistoria hemos ido asistiendo a nuevos descubrimientos (como el fuego), y nuevas invenciones, como el lenguaje, los útiles y herramientas. Más el progreso hacia el Neolítico y la invención de la escritura nos han permitido avanzar como especie, e ir formando nuestras sociedades actuales. La historia del ser humano es la historia de su evolución ligada a los descubrimientos, así como a los avances científicos e invenciones tecnológicas. (*Grimalt, J., 2006*)

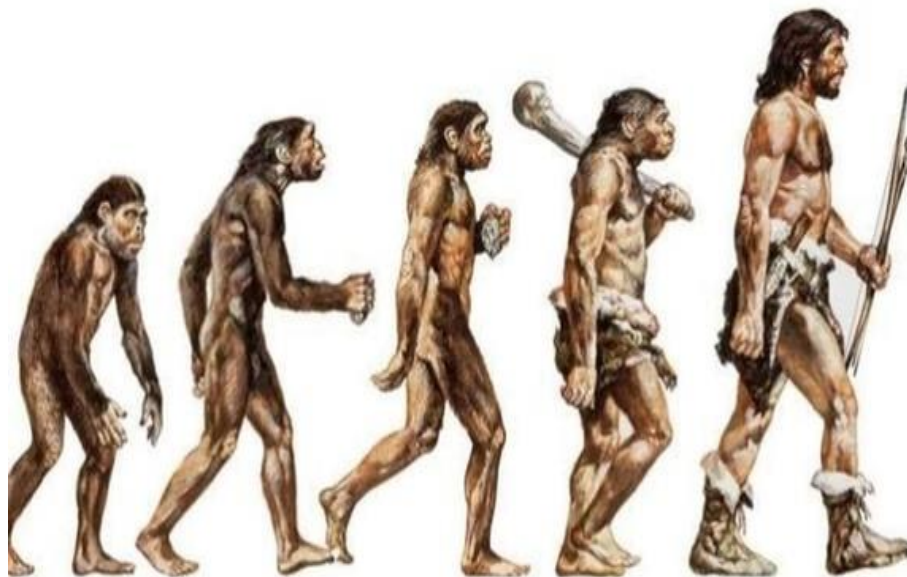


Figura 5.2: Evolución humana unida a las innovaciones tecnológicas. (Tomado de <https://www.eldia.com/>).

Los nuevos descubrimientos e invenciones tecnológicas realizados por el ser humano se han producido de diferentes maneras. Algunas de estas invenciones que nos han hecho progresar, se produjeron a través de la práctica continuada, también por el error, por la casualidad o el zar, en otras ocasiones debido a creaciones únicamente estéticas, otras por obra del pensamiento o la filosofía, y más recientemente por la investigación científica.

Hoy en día esta tan desarrollada la investigación científica y abarca a tantas disciplinas que, va modificando todos los aspectos de nuestra sociedad y a nuestra especie de una manera vertiginosa. De una manera tan veloz que no nos da tiempo a asimilar todos los nuevos avances e innovaciones. Este es uno de los motivos principales por los que se produjo tanta diversificación y especialidad en los estudios científicos. (*Blázquez, F., 2001*).

5.2. Características de estas innovaciones en la ciencia.

A diferencia del llamado hombre o genio renacentista, que era capaz de aglutinar en una sola persona casi todo el conocimiento y los avances científicos, a todos nos viene a la cabeza genios como Leonardo Da Vinci; hoy en día esto resulta del todo imposible.

Se han producido tal cantidad de innovaciones y descubrimientos, que los investigadores y científicos de nuestro tiempo, solamente pueden especializarse y dedicarse a una parte muy pequeña y concreta del saber y de la investigación.

Además, esta situación y este desarrollo son exponenciales, por lo que con el paso del tiempo van surgiendo nuevas especialidades y el conocimiento y la investigación se va fraccionando cada día más.



Figura 5.3: Diversidad científica. (Tomado de <https://elpais.com/>).

Es por ello que, actualmente resulta absolutamente imprescindible tanto en el desarrollo de las disciplinas científicas como en cualquier trabajo de investigación, la interdisciplinariedad. La colaboración entre diferentes investigadores, disciplinas y organismos, que aportan su parte de conocimiento, es lo que hace avanzar hoy en día la ciencia y por tanto nuestra sociedad y nuestra especie.



Figura 5.4: Interdisciplinariedad y colaboración. (Tomado de <https://www.definicionabc.com/>).

La investigación científica ha sufrido con el paso del tiempo una evolución en cuanto a finalidad, desarrollo y aplicación. En un primer momento los investigadores realizaban estudios de tipo individual, únicamente para obtener el conocimiento y no pensando en su aplicación práctica. Lo que se ha denominado como investigación básica.

Hoy en día todo eso ha cambiado. Las investigaciones científicas se abordan como un proyecto de conjunto, a menudo con un equipo de investigadores, y no solo se tiene en cuenta el descubrimiento conceptual, sino que se plasma en un desarrollo y una aplicación práctica. Es lo que hoy en día se denomina I+D+I (Investigación, más desarrollo, más innovación tecnológica). Como hemos destacado con anterioridad, estos equipos de investigación están formados por científicos de varias especialidades, incluso a menudo de distintas nacionalidades.



Figura 5.5: Equipo de trabajo para abordar una investigación. (Tomado de www.dreamstime.com).

Otra de las características que describe a la investigación científica en la actualidad, es su subordinación a los mercados y a la financiación privada. Si bien es cierto que, gran parte de la investigación sigue estando financiada por las entidades públicas, cada vez es más frecuente la financiación privada para la realización de este tipo de estudios.

Una de las alternativas más novedosas sobre la financiación de proyectos de investigación, así como de creación de empresas o todo tipo de proyectos, es el denominado crowdfunding. También denominado a menudo como micromecenazgo, que no es otra cosa que la captación del capital necesario a través de aportaciones individuales.

Este método de financiación no es el habitual, y resulta una forma alternativa de conseguir los fondos necesarios para un proyecto. Sobre todo cuando no se ha podido conseguir por otros medios o la cuantía resulta muy elevada. Suele tratarse de proyectos novedosos, con un impacto positivo para la sociedad, la cultura, el medio ambiente, etc. Existiendo diferentes variedades de este tipo de financiación, ya que puede tratarse de aportaciones tipo donación sin recibir nada a cambio, o pueden tratarse de aportaciones tipo inversión, en las que o bien se espera recuperar lo aportado con intereses, o bien con participaciones de la empresa, etc.

Incluso existen plataformas de crowdfunding que operan online, en las cuales se puede enviar un proyecto de investigación, y es valorado por la comunidad de usuarios (incluso de diferentes nacionalidades) de esa plataforma, que puede decidir individualmente apoyar tú proyecto o no. (www.universocrowdfunding.com).

Todas estas situaciones vienen dadas por la casi exclusiva necesidad de que, en el desarrollo de la investigación encontremos su aplicación práctica; y como no, debido al dominio económico de nuestra sociedad por los mercados financieros, y la búsqueda del rédito económico de casi la totalidad de las investigaciones realizadas.

Esta mejora y avance de la tecnología ha supuesto un progreso evidente de la calidad, y también un abaratamiento de los costes a largo plazo, porque en la mayor parte de las ocasiones se obtienen mejores resultados y se reduce el tiempo dedicado en la labor científica.

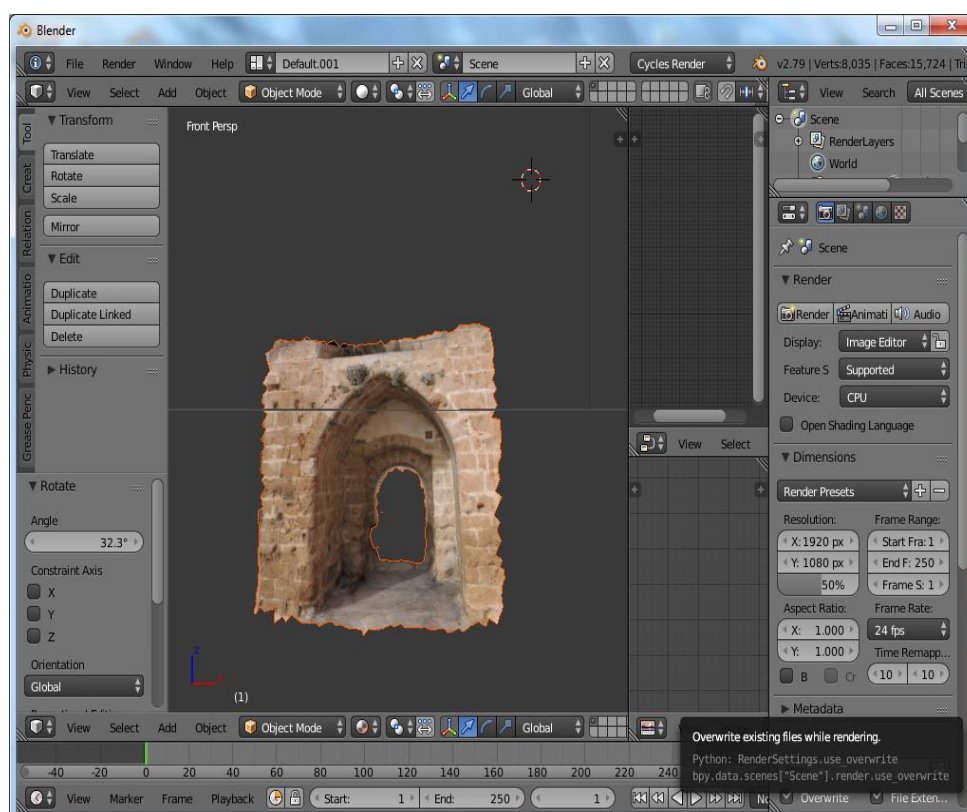


Figura 5.6: Creación con Blender program de modelo 3D Puerta Norte, lado sur, del Castillo de Buñol. (Imagen del autor).

Por lo que a la documentación del patrimonio se refiere, no ha supuesto una excepción. El desarrollo científico y tecnológico, así como la aplicación de nuevas tecnologías ha dado como resultado un avance muy significativo en los resultados obtenidos, en cuanto a cantidad y calidad de los mismos.

La aplicación de las nuevas tecnologías en materia del patrimonio, constituye un medio de análisis idóneo para su investigación, pero también para la gestión de los bienes. (*Angas, J. et al., 2013*).

5.3. Su aplicación al estudio de los yacimientos.

Tanto los investigadores, como los museos, yacimientos abiertos al público, y cualquiera que se dedica a la investigación o la difusión del patrimonio histórico-artístico, ha tenido y tiene que adaptarse y evolucionar constantemente, para poder asimilar y estar al día de las constantes modificaciones e innovaciones que se van produciendo.



Figura 5.7: Nuevas tecnologías, pantallas digitales informativas e interactivas en museos. (Tomado de www.evemuseografia.com). .

En cuanto al patrimonio, los avances producidos en las últimas décadas son numerosísimos, centrándose la mayor parte de ellos en la mejora de la documentación y el análisis de la imagen digital. Innovaciones en las producciones interactivas, el dibujo en tres dimensiones, la fotogrametría, prospecciones geofísicas, etc.

La documentación de los yacimientos es la acción más importante y eficaz que tanto administraciones como investigadores pueden realizar, para el estudio, conservación, difusión y protección del arte rupestre. Teniendo una visión general y temporal, podemos hablar de una antes y un después, a partir de la incorporación de la era digital en la documentación gráfica del arte rupestre. (*San Nicolás, M., 2012*).

Pero lo que no debemos olvidar nunca y tener siempre presente es que, la tecnología no es un fin en sí mismo, es solamente una herramienta que utilizamos para llegar a nuestro objetivo.

Puede parecer algo muy obvio pero es importante recordarlo, ya que se ha desarrollado una fascinación casi absoluta por las nuevas tecnologías en cuanto a su utilización para el estudio, documentación y difusión del patrimonio. Y su uso indiscriminado y falta de rigor puede llevarnos a errores de interpretación. Los investigadores a menudo han quedado deslumbrados por estas nuevas aportaciones tecnológicas, no aumentando de igual manera su reflexión acerca de las mismas y su aplicación. (*San Nicolás, M., 2012*).

Debemos tener claro siempre que, el conocimiento científico y disciplinar de la materia de estudio, debe primar siempre sobre los medios o tecnología que se pretenda emplear.

Los primeros estudios sobre yacimientos con arte rupestre que podemos observar con un enfoque científico, son los realizados a finales del siglo XVII por Edward Lhuyd. Se trata de unos dibujos realizados sobre arte megalítico. (Rogerio, M. A., 2009).

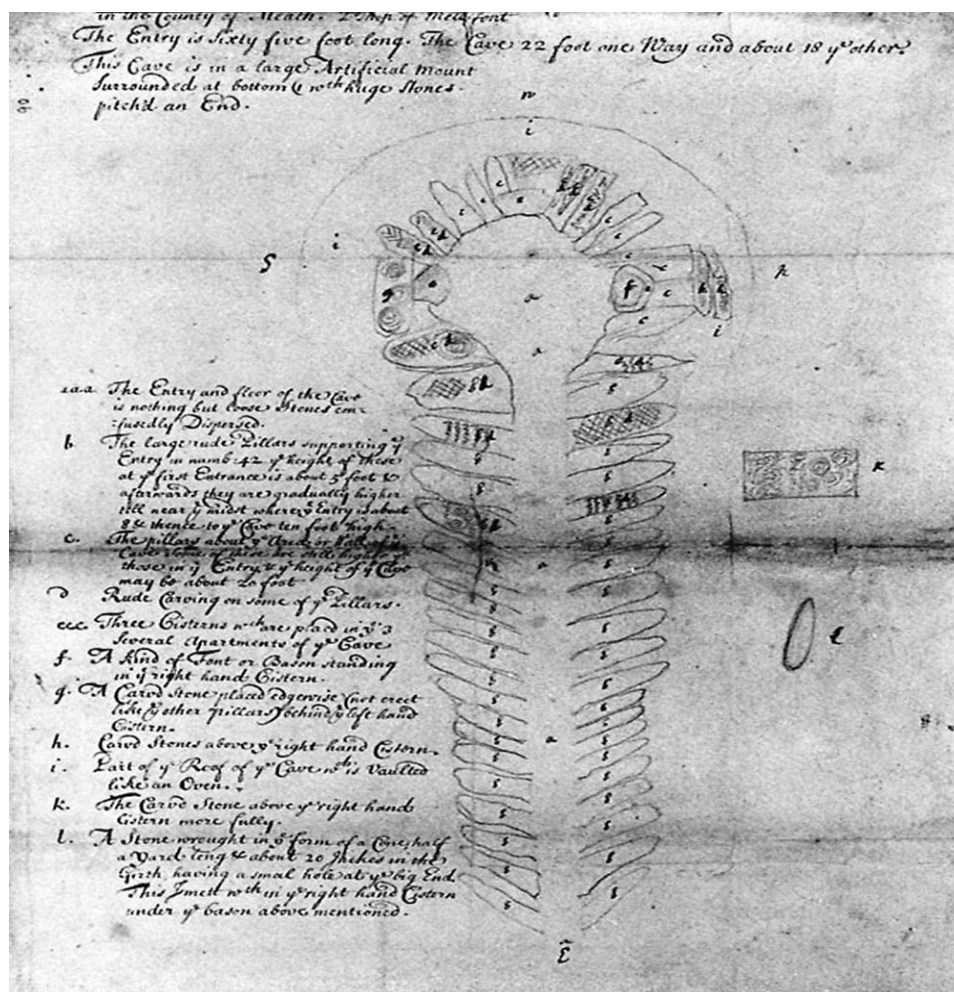


Figura 5.8: Primer plano de Newgrange por Edward Lhuyd. (Tomado de www.carrowkeel.com).

En España los primeros trabajos con cierto rigor científico los encontramos a principios del siglo XVIII, y sobre todo podemos observar estudios propiamente científicos a finales del siglo XIX, con el trabajo de Góngora y Martínez sobre la pintura post-paleolítica.

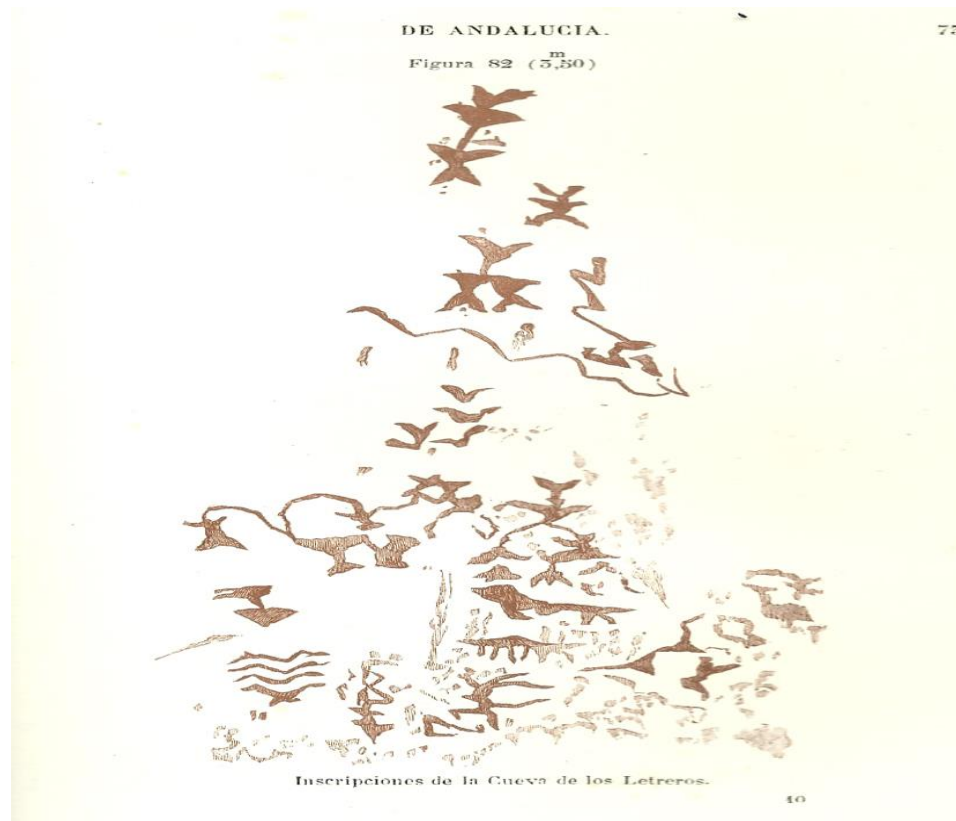


Figura 5.9: Ilustración de Góngora y Martínez de 1868. (Tomado de Ripoll, S.).

Clara repercusión a nivel mundial tuvieron los estudios de M. S. de Sautuola. Con el paso del tiempo y la mejora de las técnicas de documentación, fue creciendo el interés por realizar reproducciones de los paneles de arte rupestre de la manera más fidedigna posible.

La mejora desde el siglo XIX hasta nuestros días de las técnicas de estudio y documentación de los yacimientos arqueológicos ha sido enorme. Pero esta evolución no se ha trasladado al mismo ritmo al estudio de los paneles con arte rupestre. (Rogerio, M. A., 2009).

Hasta hace no mucho tiempo, aún podíamos asistir a la documentación de los paneles con arte rupestre a base de dibujos a mano alzada, con la enorme carga subjetiva que este tipo de documentación hoy en día sabemos que conlleva. Por lo que la evolución y el avance en las técnicas de documentación desde el siglo XIX hasta nuestra fecha, en cuanto al arte rupestre, ha sido muy lenta y se ha producido en las últimas décadas.

Esta aplicación de nuevas geotecnologías al estudio del arte prehistórico nos permite obtener productos con una enorme versatilidad e interés científico, que además de mejorar los resultados en nuestra documentación de los yacimientos, nos facilitan los trabajos arqueológicos posteriores. (Conchón, M. S. et al., 2012).



Figura 5.10: Juan Cabré 1911, Cueva de la Vieja (Albacete). (Tomado de Sánchez, B., 2013).

Tenemos que tener también presente que, al igual que ocurre con las intervenciones arqueológicas realizadas en yacimientos situados bajo tierra, y donde se realizan excavaciones y se tiene en cuenta su posición, estratigrafía, forma, composición, etc.; del mismo modo hemos de programar y planificar nuestro estudio sobre el arte rupestre.

No solamente realizar un estudio y documentación de los motivos artísticos, sino de todos aquellos elementos que forman parte del conjunto arqueológico. A la hora de su documentación tenemos que tener en cuenta también otros aspectos, como los técnicos, espaciales, ambientales, litológicos, etc. Todo aquello que rodea a las figuras y que les afecta y que ha podido influirles a lo largo del tiempo.

También es importante señalar que, las técnicas tradicionales de documentación del arte rupestre han tendido de forma general, a descontextualizar los motivos con respecto a los soportes, así como de todo el conjunto de elementos que contribuyen tanto a su deterioro, como su conservación. (*Rogério, M. A., 2009*).

Cada uno de los emplazamientos donde localizamos arte rupestre constituye un sistema complejo y natural. En el cual interaccionan numerosos factores que es necesario tener en cuenta. Desde las correlaciones entre la roca, el aire, el agua, hasta relaciones con el tipo de pigmento, o la técnica en la realización de los grabados, las acciones antrópicas, los microorganismos que le afectan, y muchos más. Todas estas variables las hemos de valorar a la hora de estudiar y comprender la evolución de los motivos a estudiar y documentar. (*Rogério, M. A., 2009*).

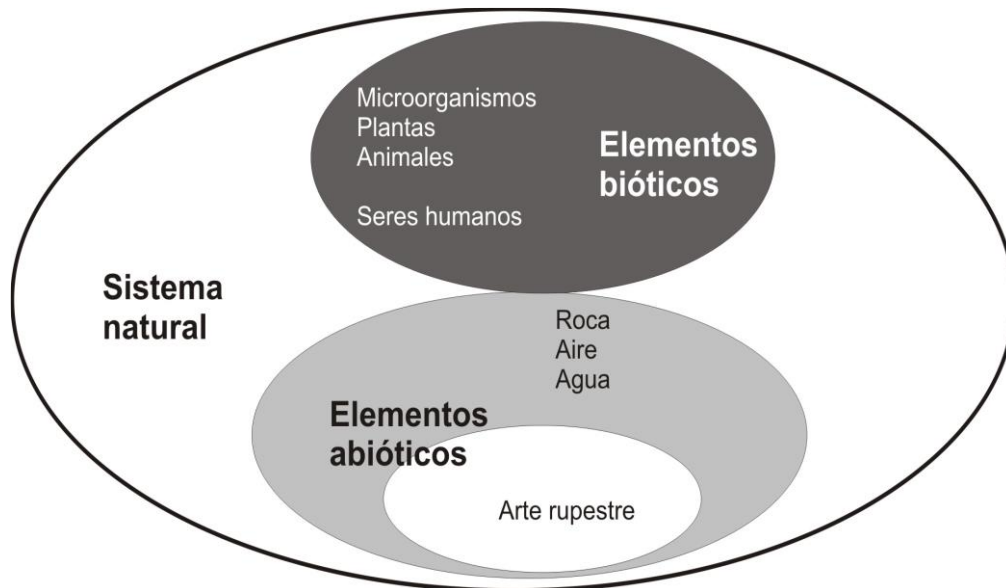


Figura 5.11: Esquema del sistema natural donde se sitúan las figuras del arte rupestre. (Tomado de Rogerio, M. A., 2009).

Como podemos observar en la imagen, el arte rupestre es parte de un sistema más complejo que la simple representación de figuras. Y como parte de un sistema, interactúa con el resto de elementos, configurándose su esencia y características a lo largo del paso del tiempo, y dependiendo en cada yacimiento del tipo y cantidad de interacciones con los elementos que lo componen.

**EVOLUCIÓN DE LA
DOCUMENTACIÓN DEL ARTE
RUPESTRE.**

(CAPÍTULO 6)

CAPÍTULO 6: EVOLUCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN DEL ARTE RUPESTRE.

Comienza este capítulo describiendo las características, motivaciones, principales influencias, significado, etc., de la documentación del arte rupestre. A continuación se van analizando cada una de las metodologías que se han venido utilizando de manera generalizada, a lo largo de historia de la investigación y documentación del arte rupestre. Se irán viendo sus principales características, así como su aplicación, y se observarán y describirán las ventajas e inconvenientes que presentan, y que las pudieran convertir en las metodologías idóneas de documentación o no.

Este sexto capítulo se divide en los siguientes apartados:

6.1. Aspectos generales.

6.2. Evolución metodológica de la documentación en materia de arte rupestre.

6.2.1. Los dibujos a mano alzada o croquis.

6.2.2. Los calcos directos.

6.2.3. Los calcos por frotación.

6.2.4. Registro a través de moldes.

6.2.5. La fotografía analógica.

6.2.6. La fotografía digital.

6.2.7. La fotogrametría.

6.2.7.1. La fotogrametría analógica.

6.2.7.2. La fotogrametría digital.

6.2.8. Escáner 3D.

6.2.9. El calco digital.

6.1. Aspectos generales.

Hemos visto como los avances tecnológicos han influido notablemente en la investigación científica en general, y en particular en la documentación de los bienes culturales y la totalidad del patrimonio histórico.

La historia de la evolución de la documentación del arte rupestre, va íntimamente ligada también al desarrollo de nuevas tecnologías y metodologías de estudio. Estos avances y nuevos enfoques de análisis nos han permitido poco a poco, mejorar y perfeccionar la recopilación de la información y de los motivos en los yacimientos con arte rupestre.

La correcta documentación del arte rupestre ha sido siempre una preocupación constante por parte de los investigadores. (*Montero, I. et al., 1998*).

Se ha conseguido ir eliminando la subjetividad en documentación de las figuras, y se ha ido avanzando en la no alteración de los yacimientos. Al mismo tiempo se ha ido optimizando y perfeccionando el proceso en muchos aspectos que veremos a continuación.

También iremos analizando los pros y los contras de cada una de las técnicas que se han venido empleando, los cuales nos han ido guiando en el avance y modificación de la metodología de documentación.

Importante señalar con anterioridad que, de manera habitual y tradicional, el registro y documentación de los yacimientos de arte prehistórico, se ha dirigido casi siempre con exclusividad a la recuperación y obtención de las imágenes representadas, al registro de los motivos que se encuentran representados sobre las superficies parietales. (*Rogério, M. A., 2007*).

Por regla general se ha obviado el estudio de los soportes que los sustentan, como si no formaran parte del conjunto de las manifestaciones. Solamente, en casos muy aislados, se han realizado referencias a ellos basadas casi exclusivamente en el tipo de superficie, y cosas semejantes. Siempre indicaciones generales y nunca relacionadas con el motivo figurativo a estudiar.

Si lo que queremos es optimizar los resultados obtenidos con la documentación del arte rupestre, debemos como primer paso analizar cuáles son los objetivos que deseamos alcanzar. Y establecer las premisas previas que nos encaucen en el proceso concreto y bien definido de la metodología adecuada de documentación.

Es por ello que debemos establecer primero cuales son los motivos que nos llevan a su estudio, u objetivos que queremos alcanzar con la documentación del arte rupestre.

El primer objetivo que solemos buscar es, la documentación de este tipo de manifestaciones para su posterior estudio histórico-académico (análisis estilístico, cronología, cultura a la que pertenece, posible significado, etc.).

Un segundo objetivo que buscamos es la documentación para la conservación. Si documentamos un yacimiento o motivo adecuadamente tendremos una información o réplica del mismo imperecedero, independientemente del deterioro que pueda sufrir el original. Además esta documentación puede servirnos también para optimizar las medidas a tomar para mejorar su conservación.

La tercera meta que acostumbramos a buscar con la documentación es la difusión de la información, tanto para la comunidad científica y su posterior estudio, como para el público en general. Acercando y motivando al ciudadano en el conocimiento de la cultura de nuestros ancestros.

Tenemos que tener en cuenta que el arte parietal no es una entidad que podamos estudiar como aislada en un espacio-tiempo concreto. No es algo homogéneo y de características concretas.

Hemos de entender que es un arte que se realizó con técnicas muy diferentes, con un significado diferente en cada caso, en un espacio elegido por el autor siguiendo unos criterios cambiantes y que desconocemos, en un soporte previamente elegido, con condiciones climáticas y ambientales diferenciadas en cada caso, y por supuesto en tiempos históricos diferentes. (Rogerio, M. A., 2007).

Todas estas características específicas y cambiantes, añadiendo las variedades tipológicas, hacen que cada representación o conjunto de las mismas sean únicas, y con unas características particulares e irrepetibles.

A todo esto debemos añadir que, el paso del tiempo ha modificado el estado inicial de las manifestaciones, ya sea por el cambio de las condiciones externas ambientales, por la erosión, el ser humano, o simplemente el paso del tiempo. Todas estas variables unidas dificultan en gran manera su documentación, estudio e interpretación, y por supuesto, nos hacen casi imposible averiguar su estado original.

En cada una de las localizaciones donde podemos encontrar arte rupestre intervienen gran cantidad de factores que, afectan a su estabilidad y su conservación en el tiempo. Es un conjunto complejo de características cuyos elementos son la roca, el agua, el aire, el sol, el tipo de pigmentos empleados, las técnicas empleadas en las pinturas o grabados, el tipo de soporte, los microorganismos que afecten a su conservación, la acción antrópica, etc. (Rogerio, M. A., 2007).



Figura 6.1: Factores naturales que afectan en los suelos. Influyendo también en el estado de los yacimientos rupestres. (Tomado de elsueloysusirregularidades.blogspot.com).

Como acabamos de ver hay muchos factores que influyen en la conservación del arte rupestre. Es por ello que resulta de gran importancia que, la documentación que realicemos para recabar información de este tipo de representaciones no afecte en medida alguna a su delicado equilibrio.

Aunque es importante la documentación del arte rupestre, más importante aún debe ser su conservación y mantenimiento para el futuro. Ya que se trata de un importante componente del patrimonio cultural de la humanidad, y como tal trasciende a cualquier investigación científica.

Una documentación no adecuada, puede afectar gravemente a estos valores históricos y culturales. Es por ello que, la finalidad y el ideal de la documentación deben ser extraer la mayor cantidad posible de información sin afectar en absoluto a este bien cultural. Debido a esto, el investigador debe ser consciente de la responsabilidad que tiene en no dañar con su trabajo estas representaciones, y preservarlas para el futuro. (*Rogério, M. A., 2007*).

Las representaciones rupestres son restos arqueológicos, y deben ser tratados a la hora de su estudio, como el resto de los elementos del patrimonio arqueológico, con el mismo cuidado, cautela, exactitud y precisión.

Es muy importante realizar una documentación fidedigna y exacta de los motivos a estudiar. Esto resulta imprescindible si queremos eliminar la subjetividad en la documentación y por tanto en nuestro análisis y resultados. Una documentación inadecuada inevitablemente nos conducirá a resultados inexactos. (*Rogério, M. A., 2011*).

Al igual que una excavación arqueológica mal realizada anula su valor científico, una documentación inexacta invalida las conclusiones a las que lleguemos por falta de rigor.

Pero al mismo tiempo no debemos olvidar que, el arte parietal supone uno de los avances más significativos en la evolución del pensamiento simbólico del ser humano, y por tanto un bien precioso que debemos conservar para el futuro, para las próximas generaciones.

A menudo es la única representación que conservamos de ese periodo de su historia, de nuestra historia. Y por tanto, casi siempre es la única forma que tenemos de entender su evolución y pensamiento, así como de estudiar parte de su cultura.

Es por ello que resulta tan importante conservar estos enclaves para el futuro, realizando una adecuada documentación de los yacimientos, y si es posible una réplica exacta de los mismos en formato digital, ya que como hemos visto con anterioridad, el paso del tiempo y los agentes externos (entre los que se incluye el ser humano), deterioran estas representaciones.

Es la acción antrópica la principal amenaza para la conservación del arte parietal, en su mayor parte producidas por actos vandálicos, y en ocasiones por actos involuntarios pero también dañinos contra estas representaciones.

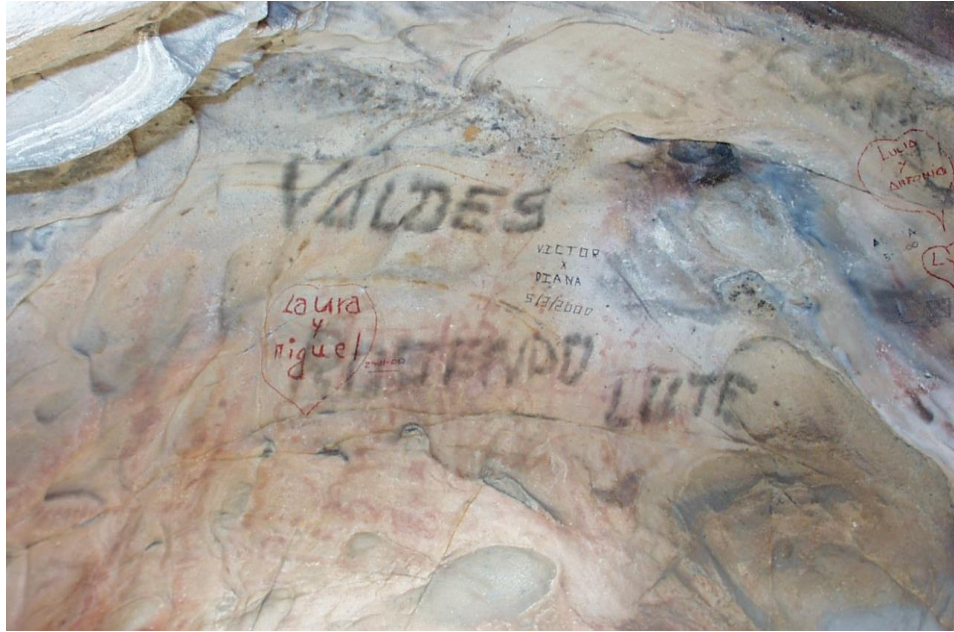


Figura 6.2. Destrucción de la Cueva de Atlanterra (Zahara de los Atunes, Cádiz) en 2001 (Foto colección Ripoll, S.).

Desgraciadamente dentro de estos últimos tenemos que incluir también a algunos investigadores, que en su afán con conseguir una documentación lo más fidedigna posible, han dañado estas representaciones a lo largo de la historia de la investigación.

Es por ello, por lo resulta tan importante el recabar toda la información posible de los yacimientos de arte rupestre, pero sin afectar en lo más mínimo a sus características propias, ni afectando el ambiente que las rodea, para no poner en peligro su estado de conservación. (Rogerio, M. A., 2011).



Figura 6.3: Algunos beneficios de la planificación preventiva y evaluación de riesgos en la documentación en un yacimiento. (Tomado de Pastor, A. et al., 2017).

A lo largo de la historia de la investigación del arte parietal, se han venido usando diversos métodos de documentación para intentar obtener imágenes y copias lo más exactas posibles, pero no se ha tenido tan en cuenta la conservación. Es decir, en muchas ocasiones ha primado la investigación sobre la conservación de los paneles.

La mayor parte de estos métodos eran de reproducción directa, es decir, que mantenían un contacto directo sobre los motivos a documentar. Ello inevitablemente producía tanto un deterioro del motivo, como una modificación del entorno.

A continuación voy a desarrollar un breve resumen sobre, los principales métodos de documentación que se han venido usando desde el inicio de los estudios de yacimientos con arte rupestre, hasta nuestros días. Analizando sus principales ventajas e inconvenientes, y entendiendo cuales han sido los motivos de su evolución y modificación. Con el objetivo de intentar identificar aquella metodología o metodologías que pueden resultarnos más idóneas a la hora de documentarlos, teniendo en cuenta también nuestro objetivo final de investigación.

Y de esta forma, poder establecer una pauta, procedimiento o metodología adecuada para abordar el estudio de un yacimiento de estas características, ya que no existe ningún tipo de consenso ni criterios comunes de actuación por parte de la comunidad científica, a la hora de realizar este tipo de trabajos.

6.2. Evolución metodológica de la documentación en materia del arte rupestre.

De manera tradicional, el registro y documentación de los yacimientos con arte prehistórico, se ha dirigido casi siempre con exclusividad a la recuperación y obtención de las imágenes representadas, al registro de los motivos que se encuentran situados sobre las superficies parietales.

Por regla general se ha obviado el estudio de los soportes que los sustentan, como si no formaran parte del conjunto de las manifestaciones. Solamente en casos muy aislados se han realizado referencias basadas casi exclusivamente en el tipo de superficie, tipos de rocas, etc. Siempre referencias generales y nunca relacionados con el motivo o motivos figurativos a estudiar.

Si observamos el estudio de la parte gráfica, comprobamos que con el transcurso del tiempo se ha venido evolucionando en la documentación de las figuraciones pictóricas en un primer momento, incorporando a continuación el soporte rocoso, la planimetría del abrigo o yacimiento y su entorno inmediato, hasta posteriormente llegar a espacios territoriales mucho más amplios, añadiendo las nuevas tecnologías y métodos. (*San Nicolás, M., 2012*).

6.2.1. Los dibujos a mano alzada o croquis.

Este tipo de documentación ha venido utilizándose desde el inicio de las investigaciones en materia del arte rupestre, debido principalmente a la facilidad de su realización, y al ser quizá el método más rápido y que menos medios necesita.

Generalmente ha sido usado para reflejar aquellas representaciones que se consideraban más frágiles, o que necesitaban una mayor protección debido a su delicado estado de conservación. El dibujo a mano alzada ha sido también el primer método utilizado, y el más generalizado para la documentación de los paneles de arte rupestre.

A menudo con el apoyo de una cuadrícula para facilitar la situación de los motivos, poder escalarlos, y evitar en lo posible la subjetividad en las reproducciones.

En ocasiones algunos investigadores entre los que destacó el abate Breuil, han venido utilizando también en los dibujos a mano alzada, y para mejorar la fidelidad de las representaciones, un instrumento denominado Cámara Lúcida, siendo un instrumento óptico muy antiguo (ya citado a principios del siglo XVI). (*Rogério, M. A., 2011*).



Figura 6.4. El Abate Breuil contemplando las pinturas rupestres de un panel en Rouffignac. (Tomado de Pascua, J. F., 2005).

El uso de este instrumento para realizar dibujos a mano alzada no se extendió mucho entre los investigadores, siendo el abate su principal valedor. Ampliamente utilizado por este gran investigador en la documentación de ciertos paneles de Lascaux.

El funcionamiento de esta Cámara es bastante sencillo, realizando a base de ópticas una superposición del tema que se está viendo, y de la superficie en la que el artista está dibujando. El artista ve las dos escenas superpuestas, como en una fotografía que se haya expuesto dos veces. Esto permite al investigador transferir puntos de referencia de la escena a la superficie de dibujo, ayudándole así en la recreación exacta de la perspectiva.

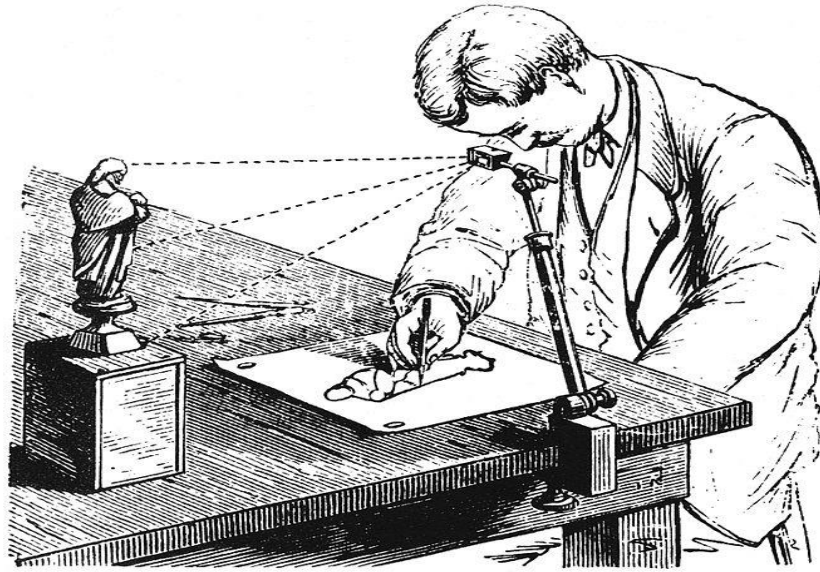


Figura 6.5: Funcionamiento de una cámara lúcida. (Tomado de www.minidavinci.com).

Para la reproducción a escala de los motivos, previamente obtenidos por otros medios, sobre una superficie plana resulta muy eficaz, ya que los errores o desviaciones son prácticamente nulos.

Siendo un instrumento muy útil, presenta ciertos problemas de importancia similares a los de la fotografía, pero es cierto que fue una original y adecuada solución en su momento para la documentación de los motivos parietales.

Uno de los aspectos más positivos que ofrece el dibujo a mano alzada, es que no representa ninguna amenaza para la conservación del arte parietal, ya que no existe ni implica en ningún momento un contacto físico con los motivos a documentar (Rogerio, M. A., 2011), y esa considero que debe ser siempre nuestra principal premisa inquebrantable.

Por encima de cualquier tipo de estudio, investigación, documentación o difusión al público, debemos siempre anteponer la conservación para el futuro del arte de nuestros antepasados.

Por otro lado, el aspecto más negativo de este tipo de documentación, como podemos adivinar sin mucha dificultad, es el alto grado de subjetividad que presenta. Con este método existen numerosos aspectos y variables, que influyen de manera muy decisiva y negativa en la exactitud de la reproducción que se realiza.

Las técnicas de dibujo aplicadas a la documentación del arte rupestre no generan imágenes de segundo orden (es decir, iguales a las imágenes originales o imágenes fuente), sino que resultan de la interpretación visual del observador, y por tanto resultan imágenes de tercer orden o subjetivizadas. (*Montero, I. et al., 1998*).



Figura 6.6: Dibujo del Panel de Policromos de la Cueva del Castillo, hecho por E. Ripoll. (Tomado de colección de Ripoll, S.).

Por enumerar algunos aspectos que favorecen la subjetividad de este procedimiento podemos indicar, desde la apreciación sobre la figura a representar, influenciada por muchos aspectos como la interpretación mental de lo observado por el investigador, la posición respecto al motivo, el tipo de iluminación, etc.

También influyen la capacidad o experiencia en dibujar que tenga el investigador, el tipo de instrumental empleado en realizar el dibujo, la importancia dada a unas zonas más que a otras dependiendo del estudioso, y muchos más.

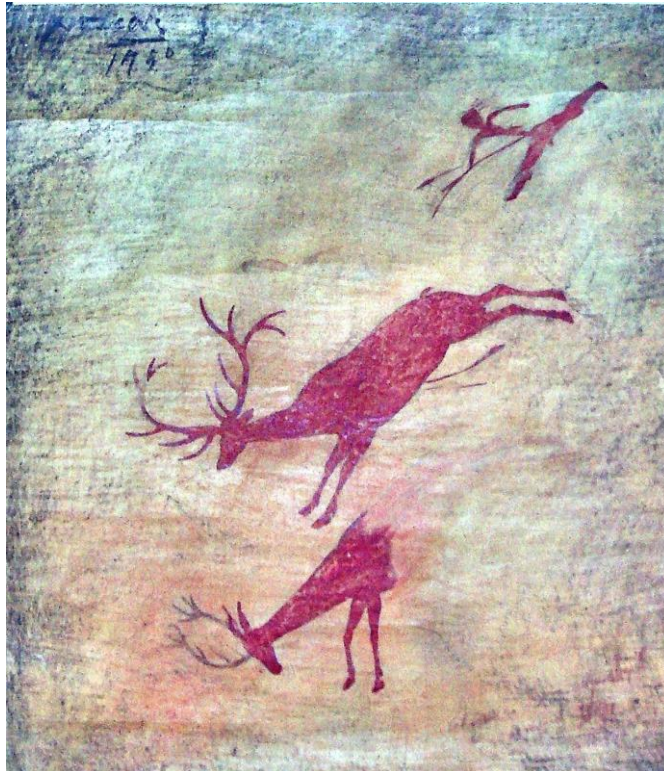


Figura 6.7: Pintura original de Juan Porcar de uno de los abrigo de La Gasulla, fechado en 1950 (Tomado de Colección Ripoll, S.).

Todas estas imperfecciones se han intentado solventar en numerosas ocasiones con la utilización de expertos dibujantes, los cuales han realizado muy a menudo trabajos impresionantes, dignos de cualquier exposición, (Rogerio, M. A., 2011) como Porcar, Benítez Mellado, etc., y que han servido durante muchos años para el estudio y difusión del arte rupestre.

Muchos eran realizados también por importantes investigadores como el abate Breuil (al que podemos considerar también un experto dibujante), Alcalde del Rio, Cabré, etc. Pero a pesar de la alta calidad de las copias y de los dibujantes, no se ha podido evitar el importantísimo problema de la subjetividad, la cual es una característica inseparable de todas las percepciones del ser humano.

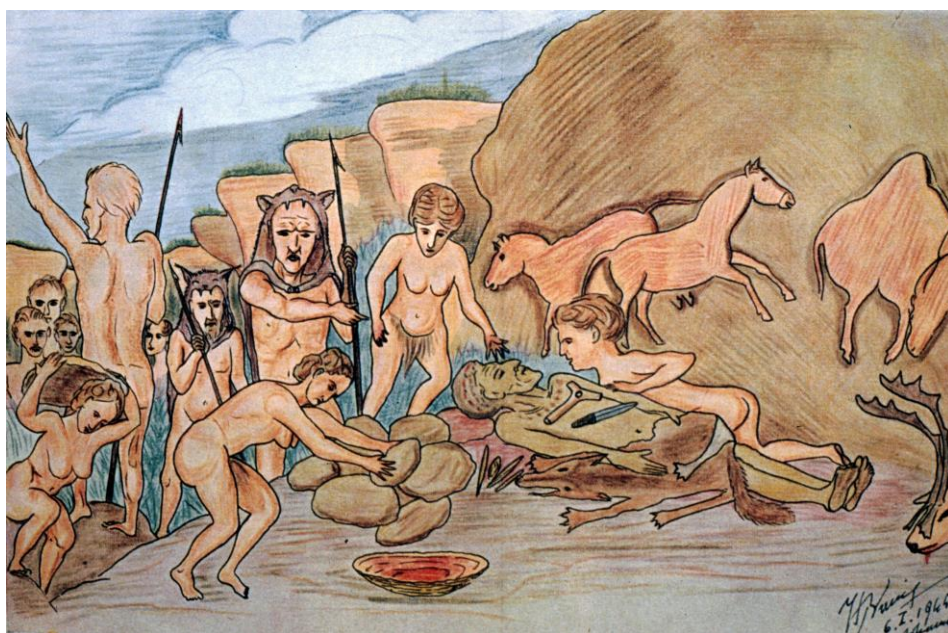


Figura 6.8: Dibujo del abate Breuil publicado en su obra Beyond the Bounds of History de 1949 (Tomado de Colección Ripoll, S.).

Hay trabajos que muestran un alto grado de subjetividad, destacando o incluso agrandando unas zonas respecto a otras, y en otros trabajos se aprecia menos. Lo cierto es que la experiencia ha demostrado que, dejando a un lado la belleza o el carácter artístico de la copia, no resultan más fieles y objetivas las obras a mano alzada realizadas por artistas profesionales.

Otro de los inconvenientes que presenta este tipo de documentación, es lo laborioso que resulta y el tiempo que ocupa. Ya que primero se han de realizar las copias o dibujos in situ en el propio yacimiento, y posteriormente se han de trasladar y retocar en el despacho o laboratorio. Por todo ello, resulta un proceso extremadamente largo y laborioso, y en el que como hemos comentado con anterioridad no podemos eliminar la inexactitud. (*Rogério, M. A., 2011*).

Por todo lo expuesto el dibujo a mano alzada o croquis de los motivos, no resulta el sistema de documentación más adecuado para el registro de los yacimientos de arte rupestre. Por supuesto sigue siendo uno de los procesos más usados y extendidos entre los investigadores, pero debemos valorarlo como un primer procedimiento y toma de contacto con el yacimiento, a modo de documentación informal, y en una primera confección de fichas de registro.

También destaca por ser uno de los métodos más económicos de toma de datos de un yacimiento. Es importante indicar que no mantiene un contacto directo con las representaciones artísticas, por lo que no produce ningún tipo de daño o deterioro. Es un método de documentación no invasivo.



Figura 6.9: El abate H. Breuil junto con el Dr. D. E. Ripoll (Paris 1952). (Tomado de Ripoll, E., 2002).

Para finalizar y a modo de resumen, podemos indicar brevemente cuales son las principales ventajas e inconvenientes del uso de los dibujos a mano alzada o croquis, en la documentación del arte rupestre.

Como ventajas, la primera y más destacada es que no implica un contacto físico y directo con los motivos a documentar, también resulta un método muy económico y que no requiere material adicional, principal motivo de su enorme utilización. Este tipo de documentación nos permite también, aunque de un modo muy subjetivo, diferenciar directamente entre los distintos trazos superpuestos si los hubiera, aislando el motivo a documentar de posibles superposiciones o interferencias. También es el método más rápido y sencillo de realizar en un primer registro de un yacimiento.

Como inconvenientes hay que señalar principalmente dos, pero de gran importancia, motivo por el cual es recomendable su utilización únicamente como método inicial e informal de documentación del arte rupestre. Primeramente, resulta un método altamente subjetivo, por lo que no ofrece la suficiente seguridad y fiabilidad de sus resultados. Y por último, como hemos visto con anterioridad, es un proceso demasiado lento, ya que necesita del trabajo en el yacimiento y del posterior en el despacho o laboratorio.

6.2.2. Los calcos directos.

Este método de documentación, ha venido siendo uno de los métodos más comunes y más extendidos entre los investigadores del arte rupestre hasta principios del siglo XXI. Pero plantea un gran número de cuestiones de concepto, de su metodología, de su utilidad, etc. (*San Nicolás, M., 2012*), los cuales veremos en este apartado.

No existe un protocolo ni un método de realización estandarizado por la comunidad científica. Aunque sí que es cierto que, de forma generalizada, los investigadores suelen hacer una evaluación previa del soporte para averiguar si va a sufrir daños en el proceso de copia.

Debido a ello, los métodos utilizados son de lo más variado y variopinto. Pero el más común ha sido siempre, el copiado de los contornos de la imagen a documentar, anteponiendo entre el lápiz y la imagen algún tipo de elemento transparente o medio traslúcido que permitiera verlos.

A principios del siglo XX, se empleaban unos pliegos de papel encerado, los cuales presentaban una escasa transparencia. Un papel semejante al usado hoy día en las carnicerías, el cual se fijaba en las superficies a documentar con miga de pan. Como podemos imaginar este sistema empleado por los primeros investigadores, provocaba resultados muy poco exactos, ya que el investigador muchas veces se inventaba las figuras, exagerando o mejorando los originales. Pero debemos entender que esta metodología en su momento resultaba pionera, siendo utilizada por investigadores como el abate Breuil que, realizaron con estas metodologías las primeras documentaciones históricas del arte rupestre. (*Ripoll, S., 2006-2009*).

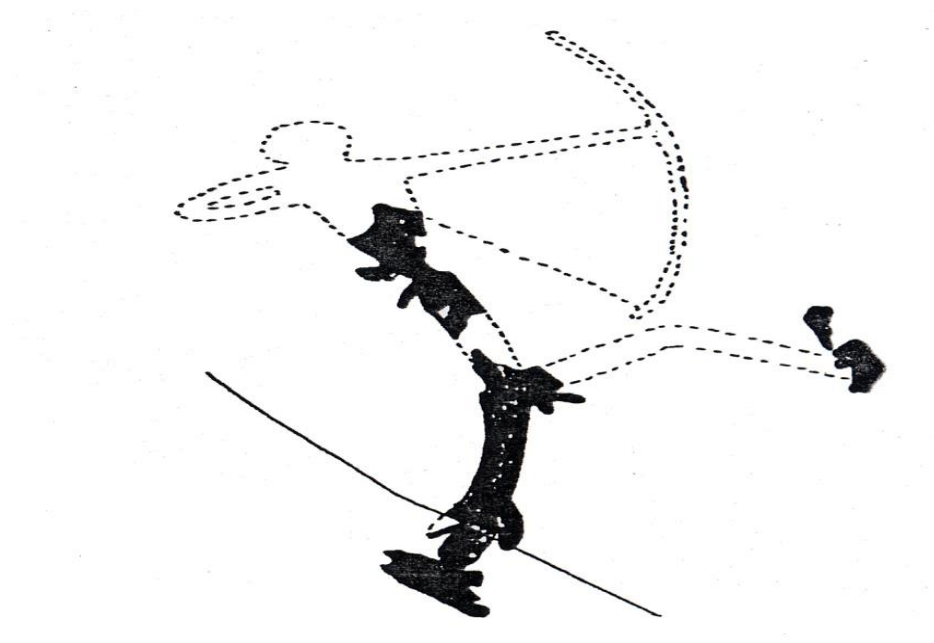


Figura 6.10: La Araña. Calco de un “arquero” según Benítez Mellado (Hernández Pacheco, 1924). Reconstrucción a partir de unos restos bastante exiguos. (Tomado de Moneva, M. D., 1993).



Las manos del Abate Breuil calcando unas figuras de la Philipp Cave (Suroeste de África) (foto A. Scherz).

Figura 6.11: Breuil realizando un calco directo en Philipp Cave. Suroeste de África. (Tomado de Ripoll, S., 2006-2009).

Hasta que no llegamos a los años cincuenta del siglo XX, no asistimos a una evolución importante en esta metodología de documentación. Comienza entonces el uso de plásticos transparentes y de lápices grasos. Y ya en los años ochenta se comienza a utilizar pliegos de papel de celofán de variados tamaños sujetos con cintas, y para el marcado rotulador indeleble. (*Ripoll, S., 2006-2009*).

La falta de estandarización de este método, y la diversidad de materiales utilizados para documentar las imágenes es enorme. Prácticamente se podría decir que, se ha utilizado casi cualquier tipo de material que se tuviera más a mano para copiar las representaciones. (*Rogério, M. A., 2011*).

La variedad de materiales es muy grande, desde el quizá más usado papel de calco, pasando por papel de celofán, papel normal de dibujo, cartulinas, simples hojas de folios o libretas, hasta incluso hojas de libros arrancadas, y muchos más. (*Rogério, M. A., 2007*).

A partir de los años ochenta del pasado siglo, se comenzó a poner seriamente en cuestión la idoneidad de este procedimiento de registro, ya que fue surgiendo una seria preocupación por parte de los investigadores y de la administración, por la conservación del pigmento y del soporte. (*San Nicolás, M., 2012*).



Figura 6.12: Lámina realizada por Cabré en carboncillo sobre papel. Conjunto de ciervos, caballos y toros del Camarín de la Cueva de la Peña, en San Román de Candamo (Asturias). (Tomado de Sánchez, B., 2013).

En cuanto al instrumento utilizado para realizar el dibujo también existe una gran variedad. Como lápices de diversos tipos (desde los más sencillos a los profesionales), carboncillos, rotuladores, tintas chinas, acuarelas, etc.

Es importante señalar que en general, cualquier tipo de documentación que implique un contacto directo con el panel o superficie que contenga las representaciones artísticas a documentar, produce un innegable deterioro y contaminación del conjunto.

Con los avances logrados hoy en día, y la utilización de técnicas de tratamiento digital de la imagen, resulta del todo impropio el tocar las superficies decoradas. (Ripoll, S., 2006-2009).

En los resultados obtenidos con el calco directo interviene más o menos la fortuna, la habilidad, el tiempo y esfuerzo invertidos por el investigador, que prácticamente se convierte en un dibujante. También J. L. Sanchidrián indicaba ya en el año 1987, que no era procedente la obtención de calcos directos, señalando que es un atentado contra el patrimonio, y proponiendo en su lugar la utilización de técnicas indirectas como la fotografía o la fotogrametría. (*San Nicolás, M., 2012*).

Dentro de esta metodología de realización de calcos directos, el procedimiento más lesivo para el arte rupestre podríamos considerar que es el uso de papel de arroz húmedo, el cual suele ser extendido con un rodillo sobre la superficie realizando el calco por frotación por medio de tiza. Todo ello, como es obvio, produce un daño físico directo y otro químico sobre el panel objeto de estudio. (*Rogero, M. A., 2011*).



Figura 6.13: E. Ripoll haciendo un calco directo sobre plástico transparente 1959 Cueva de El Castillo (Tomado de Fondo Documental de Ripoll, E.).

Esta metodología presenta grandes dificultades de realización, ya que exige de sus usuarios una gran experiencia y habilidad para su ejecución. Así como precisa gran tiempo de dedicación para el registro en el yacimiento y posterior reproducción de la copia. Ya que con el uso de esta técnica, resulta muy compleja la documentación de todos los detalles de los motivos.

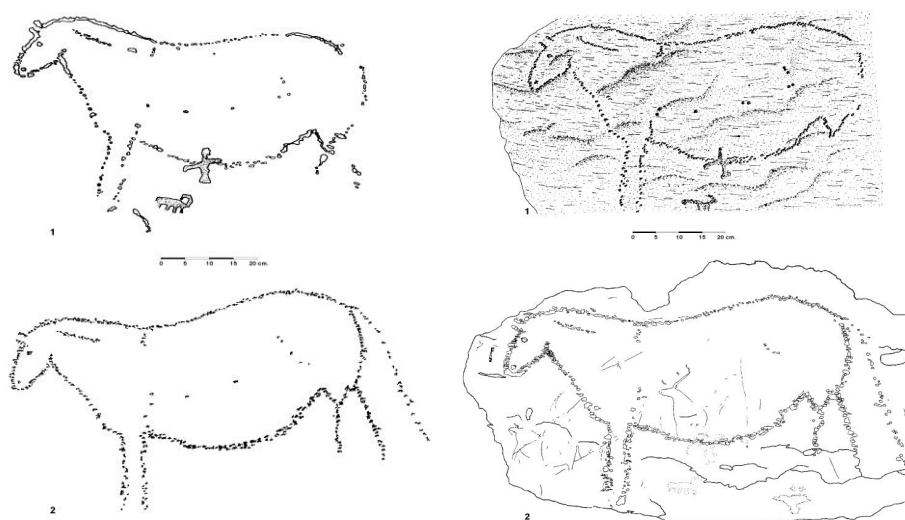
Otro de los principales problemas que presenta es, la dificultad de poder observar todas las características de las figuras a través del papel, ya que en ocasiones son poco perceptibles, ya sea por el color empleado, o debido a la poca intensidad del dibujo.

Por estos motivos, se ha llegado incluso a barbaridades científicas como la de perfilar con antelación los motivos con un lápiz, para mejorar su apreciación a través del papel.

También tenemos el inconveniente del alto grado de subjetividad que presenta esta metodología de documentación. Cuando en el laboratorio reproducimos el traslado del calco al papel, nos encontramos con el problema de la distorsión de la realidad del motivo que se reproduce. Ya que, al no tener el original a la vista, se producen interpretaciones subjetivas y en ocasiones errores de bulto.

Para intentar solucionar este problema y paliar en lo posible las distorsiones producidas, se optó por diferentes soluciones. Por un lado, se propuso el traslado del calco al papel *in situ*, lo que implicaba las dificultades propias de encontrarse en un yacimiento situado al aire libre o en una cueva.

Otra solución fue la de fotografiar los motivos, para tener una representación original y fiel del motivo a la hora de su traslado al papel en el laboratorio. Tomándose en ocasiones a la misma altura del motivo a documentar para eliminar de esa forma las distorsiones (como vemos en la imagen nº 6.16). Pero aun así resulta difícil eliminar del todo las diferencias con la imagen real y obtener una copia exacta de la figura.



Figuras 6.14 y 6.15: Calcos realizados del caballo de Domingo García. Variaciones entre distintos calcos de la roca, a partir de fotografías tomadas desde el suelo 1, 2 y 3 y a partir de una toma fotográfica perpendicular a la superficie rocosa a 6 metros de altura. (Tomado de Ripoll, S., 2006-2009).



Figura nº 6.16: Tomas en perpendicular al panel, con una escalera sobre el coche para eliminar las distorsiones. (Domingo García). (Tomado de Ripoll, S.).

Pero el principal problema es que, con este método tenemos un alto grado de afectación sobre los paneles, ya que se produce un contacto directo sobre la superficie que por ejemplo, no se realiza en el caso del dibujo a mano alzada.

Este contacto directo puede afectar muy negativamente a la conservación de las figuras, ya que suele ocasionar un daño mecánico sobre las mismas y sobre su soporte, produciéndose erosiones y desconchados en los soportes y en las pinturas a documentar. (Rogerio, M. A., 2011). Todo ello ni que decir tiene que resulta del todo inaceptable, y es una metodología no muy acertada para una adecuada conservación y para el futuro de estas representaciones.

Además, la humedad que se produce en la parte interior del papel con la superficie, así como la costumbre de sujetar el mismo con cintas adhesivas u otros medios, produce también daños mecánicos y químicos en las pinturas. En ocasiones incluso se ha llegado a incrustar el papel humedecido a la capa pictórica, produciendo daños irreparables.

Aunque pueda parecer increíble hoy día, aún existen muchos partidarios de la utilización de este tipo de métodos de documentación del arte rupestre, ya que muchos investigadores consideran que las nuevas metodologías aplicadas a la documentación de estos yacimientos, tales como la fotogrametría o la aplicación del láser escáner, precisan una alta especialización y grado de formación para su manejo, presentando también muchos otros inconvenientes.

Estas dificultades a las que se refieren, son un alto costo económico y un tiempo considerable de procesado y trabajo en el despacho con las fotografías. Pero debemos ponderar y analizar también sus aspectos positivos, los cuales son muy favorables, ya que nos permiten realizar una documentación totalmente objetiva, con datos de alta fiabilidad y precisión, con un formato adecuado para compartir y divulgar, y lo que quizá es más importante, no afectando de ninguna manera a la conservación de las representaciones artísticas. Pero las ventajas de estas metodologías, así como sus inconvenientes las veremos más adelante.

Este método tradicional de documentación, como estamos observando, presenta dos inconvenientes principales como son, el alto grado de subjetividad en las copias realizadas, y el deterioro por contacto que se produce en las figuras.

Cualquier tipo de procedimiento basado en el calco de las figuras rupestres implica una gran subjetividad. Debido a que el que lo realiza, interpreta los datos según el conocimiento que posee o su experiencia. También influyen las condiciones lumínicas o de accesibilidad al panel a documentar. Además, cuando se trata de pintura, esta subjetividad resulta aún mayor, debido a que las figuras pueden estar parcialmente desvanecidas, descoloridas o lavadas. (Ripoll, S., 2006-2009).



Figura 6.17: Investigadores del ICANH elaboran el calco de un panel con pictografías en Tocancipá (Cundinamarca, Colombia). (Tomado de Celis, D. et al., 2007).

Para finalizar con este medio de documentación y a modo de resumen, podemos indicar que sus principales ventajas son: que se trata de un procedimiento muy económico, que utiliza unos materiales de fácil acceso, que no requiere ni una alta formación ni unos equipos muy complejos, y por último quizá señalar que, puede aclarar dudas en cuanto a los trazos y superposiciones.

Como inconvenientes podemos destacar que es un proceso altamente subjetivo, a no ser que el investigador tenga un ojo altamente experimentado. Debido a ello, nos muestra unas representaciones no muy fiables con respecto al original. Por otro lado, es un método muy lento y laborioso, ya que necesita mucho tiempo para la documentación en el yacimiento, y mucho trabajo también posteriormente en el laboratorio. (Rogerio, M. A., 2007).

Y por último y quizá el principal problema que presenta, es que se trata de un método altamente invasivo, ya que necesita de un contacto directo con los motivos a representar, lo que puede producir daños físicos directos en los motivos, produce humedades y condensaciones entre el papel y las imágenes, y puede originar también cambios químicos y biológicos en el soporte y pinturas.

6.2.3. Los calcos por frotación.

Otra de las metodologías más utilizadas en la documentación del arte rupestre (principalmente de grabados), que también fue una de las más extendidas entre la comunidad científica, sobre todo en la primera mitad del siglo XX junto con el dibujo a mano alzada, fue la realización de calcos por frotación.

Esta metodología se ha seguido utilizando a lo largo del todo el siglo XX, e incluso se sigue utilizando en la actualidad. Se trata de un procedimiento semejante al descrito en el apartado anterior, pero que se diferencia en la forma de obtener la reproducción del motivo.



Figura 6.18: Método de frottage sobre petroglifo en la actualidad. Municipio de Guasca, Cundinamarca (Colombia). (Tomado de Camargo, C. et al., 2015).

Esta técnica que vamos a ver a continuación se denomina calco por frotación. La denominación abreviada más extendida es la de *frottage*. También recibe otro nombre menos usado como es el de *rubbing*.

El funcionamiento básico del procedimiento es muy sencillo. Se trata de un método de documentación en el cual se realiza un frotado directo sobre la roca para la obtención de la copia de los motivos. Debido a esta frotación, y por tanto fuerza, abrasión y presión sobre el soporte, es bastante común que se produzcan daños importantes en ciertas superficies blandas, o cuando el soporte no es regular.



Figura 6.19: Metodología frottage sobre petroglifo. (Tomado de Camargo, C. et al., 2015).

Veremos a continuación como se realiza y sus especificaciones, y podremos comprobar que aunque se trata de un procedimiento económico y de fácil uso, no resulta muy recomendable como método de documentación para el arte rupestre, aunque en su momento fue de gran utilidad.

Esta metodología ha sido la más comúnmente usada en el mundo anglosajón y por el norte de Europa. Se realiza básicamente colocando un papel directamente sobre el soporte donde se alojan los motivos, y por medio de la frotación de un carboncillo, lápiz, o papel carbón, se extraen las figuras a documentar. (*Rogério, M. A., 2011*).

Se han aplicado algunas variaciones de esta misma metodología, las cuales utilizan diferentes tipos de tintas que remarcan el perfilado de las figuras, y aplicando el papel humedecido sobre el soporte se obtiene una especie de negativo de las figuras. Una especie de calco por presión sobre el soporte.

Resulta obvio que esta variación produce un daño aún mayor sobre el soporte y las figuras, ya que además de humedecer los motivos y la roca, produciendo las lógicas alteraciones o deterioros, se aplican sustancias químicas procedentes de los diferentes tintes utilizados para remarcar los contornos de las siluetas.

Otra de las prácticas utilizadas no muy recomendables para la documentación de grabados rupestres, ha sido la de rellenar las figuras con tiza, a veces remarcando los contornos de las mismas. Incluso a modo de método establecido, se propone en algunas publicaciones el dibujo con diferentes tintas de los grabados para facilitar así su documentación fotográfica. (*Rogério, M. A., 2011*).

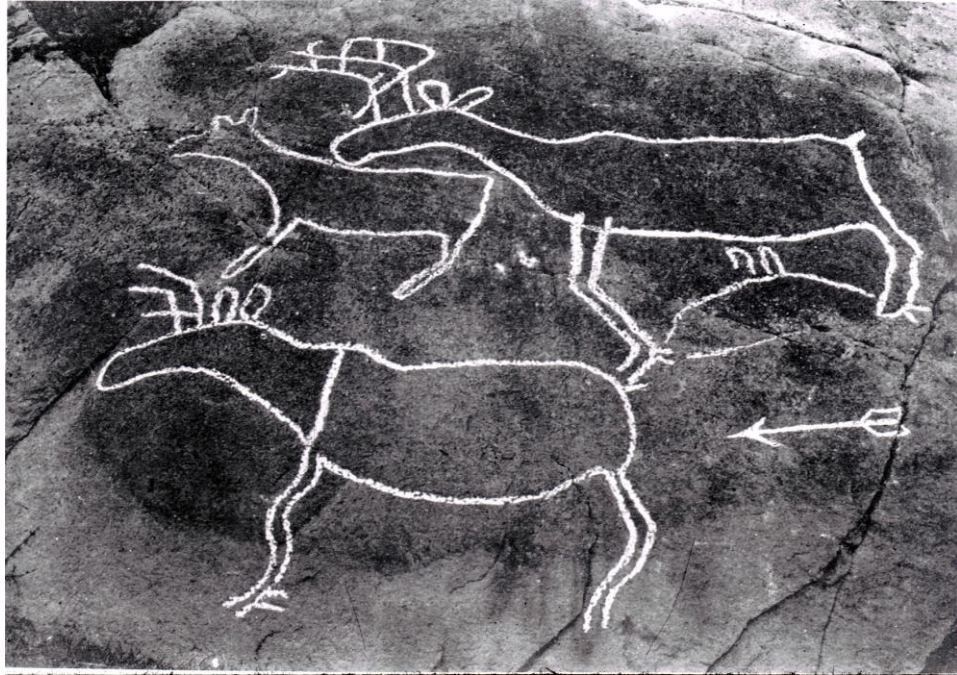


Figura 6.20: Arte rupestre en Escandinavia, marcado con tiza para documentar. (Tomado de colección Ripoll, S.).



Figura 6.21: Dos cérvidos de Pinal do Rei. Figuras pintadas con tiza para realizar un calco. Fotografías cedidas por F.J. Costas Goberna, tomadas nos anos noventa. (Tomado de colección Ripoll, S.).

Esta metodología como se puede comprender fácilmente produce daños irreparables y permanentes en los motivos, alterándolos, produciendo cambios físicos y biológicos, y por tanto comprometiendo muy seriamente su conservación para las futuras generaciones de científicos y público en general.

Este sistema de documentación, además de añadir agentes biológicos que pueden alterar y destruir los motivos a documentar, favorece en gran medida la pérdida de la objetividad en la documentación de los mismos. (Rogerio, M. A., 2011).



Figura 6.22: Domingo García, Cerro de San Isidro. Marcado con rotuladores para realización de calco directo en pliegos de celofán. (Tomado de colección Ripoll, S.)

Al agregar tizas, tintes o cualquier tipo de pigmento para resaltar los bordes o las figuras, es precisamente esos añadidos lo que documentamos, por lo que hemos incrementado también el grado de inexactitud en las representaciones que pretendemos registrar. También obviamos otras características de los motivos, al recabamos únicamente lo resaltado por métodos externos añadidos.

Otro de los inconvenientes que presenta este tipo de documentación, es que para obtener una correcta toma de datos del soporte necesitamos realizar previamente una limpieza general del panel. Ello es necesario porque si no la realizáramos documentaríamos también todas aquellas sustancias añadidas a la superficie, ya sea cualquier tipo de suciedad, líquenes, etc. (Rogerio, M. A., 2007).

Es decir, se trata de retirar todo aquello que ha formado la pátina que recubre los motivos y que se ha creado a lo largo del tiempo. Por supuesto esta alteración del soporte, puede por un lado eliminar mucha información relevante para otro tipo de estudios arqueológicos, y por otro afectar físicamente al motivo a documentar.

También debemos tener en cuenta el tipo de papel utilizado para realizar los calcos. A lo largo de la historia de este tipo de documentación se han venido utilizando todo tipo de materiales, sin pensar en la composición de los papeles usados para realizar los calcos, y en numerosas ocasiones recurriendo improvisadamente al primer material que se tenía a mano.

Debemos de comprender que muchos de estos materiales presentan un nivel de acidez que pueden afectar a los motivos. También ocurre que pueden desprender elementos que quedan adheridos a las figuras, como celulosas, tintes, etc. Todo ello, como es lógico, puede deteriorar también y afectar a la conservación de los motivos.

Una variante utilizada de este método de documentación es la denominada Tactigrafía. En este modelo se suele colocar la tela o el papel para la copia directamente sobre el soporte y el motivo. Con posterioridad se extiende tinta con un rodillo hecho con esponja. Anteriormente se ha humedecido la tela o papel e incluso el soporte. Con ello obtenemos una impresión en positivo del motivo que nos interesa representar.

Como vemos se trata de una metodología muy similar a la expuesta anteriormente. Aunque es cierto que al realizar el humedecimiento del soporte y el papel, el frotamiento o desplazamiento del rodillo produce menor abrasión sobre el motivo; sin embargo, como hemos comentado también en otro tipo de documentaciones, este humedecimiento puede producir tanto daños físicos como alteraciones químicas en los mismos. (Rogerio, M. A., 2011).

Los calcos por frotación, son una metodología que presenta algunas ventajas pero también muchos inconvenientes. Por un lado se trata de un sistema que resulta muy económico, al no precisar ningún tipo de material muy especializado. No requiere tampoco una alta formación para realizar la documentación ni manejar los elementos necesarios.

Otra de sus grandes ventajas es que no es necesario transportar grandes ni pesados equipos a los yacimientos, los cuales en ocasiones se encuentran en lugares difícilmente accesibles. Y por último indicar como ventaja también, que no requiere mucho tiempo para realizar la documentación, ya que es un método simple y que no necesita un posterior procesado o análisis del resultado.

En cuanto a los inconvenientes, podemos citar principalmente los siguientes. Se trata de un método de documentación que no nos aleja más que los anteriormente vistos de la subjetividad, ya que influye mucho la mano de la persona que realice la tarea para los resultados obtenidos. Nos encontramos ante gran variedad de factores que potencian la subjetividad de la documentación. Resulta también bastante difícil valorar positivamente la exactitud en la copia de los motivos obtenida por estos medios.

Y por último y quizá la desventaja que más destaca, es que se trata de un método muy invasivo con respecto al soporte y los motivos a documentar. Ya que puede producir importantes daños tanto mecánicos como químicos, y de posible generación de procesos bioquímicos que dañen las representaciones.

Debemos de tener en cuenta que en esta metodología se humedecen tanto el soporte como el papel utilizado, que hay un contacto directo y abrasión sobre el panel donde se encuentran los motivos, y finalmente la adición de tintes que pueden resultar dañinos y alterar las figuras.

6.2.4. Registro a través de moldes.

Desde el inicio de la investigación arqueológica y el inicio de la documentación del arte rupestre, se ha venido utilizando esta metodología. La realización de moldes ha sido una de las primeras formas de documentación de grabados rupestres, debido a varios factores.

Principalmente porque se trata de un modo sencillo de documentación, y por otro lado, en el inicio de este tipo de estudios, había que demostrar el hallazgo al resto de la comunidad científica y mostrar su autenticidad en la medida de lo posible. Es por ello, por lo que la obtención de moldes de los grabados parecía la opción más adecuada para documentar este tipo de arte parietal. (Rogerio, M. A., 2011).

La metodología utilizada para este tipo de documentación era generalmente la siguiente. Los moldes se realizaban habitualmente en papel, se procedía a humedecer estas hojas especiales las cuales llevaban una adherente tipo cola.

A continuación se introducían estas hojas en los huecos de los surcos de los grabados, y al secarse se retiraban con mucho cuidado. Con esta operación obtenemos una especie de molde de estas representaciones artísticas. (Rogerio, M. A., 2007).

Otra técnica utilizada en este tipo de trabajos, y que suele dar buenos resultados, dependiendo de las características de las representaciones, es la realización de los moldes con silicona dental.



Figura 6.23: Positivo de grabado de Domingo García. (Tomado de Ripoll, S.).



Figura 6.24: Molde con silicona dental en Domingo García. (Tomado de Ripoll, S.).

Como se puede entender fácilmente, este método de documentación presenta varios inconvenientes. En primer lugar, es de muy difícil aplicación en aquellas figuras que las incisiones son muy finas, las cuales en ocasiones no llegan a ni a un milímetro de profundidad.

Por otro lado nos encontramos con las dificultades que presenta la fijación del papel, en aquellos ambientes que resultan con alto grado de humedad (como puede ser el interior de cuevas). Esta dificultad se ha querido solucionar en ocasiones con la fijación de los papeles con la ayuda de adherentes y pegamentos varios. Lo cual no ha hecho sino aumentar, aún si cabe, el daño producido sobre los soportes y las representaciones artísticas. Estos adherentes han ayudado a fijar mayor cantidad de suciedad y diversos elementos a los yacimientos, y a deteriorar los mismos.

Hay que entender que a pesar de la mala opinión generalizada que existe sobre este método de documentación, debido al innegable deterioro que produce en los yacimientos; sigue habiendo numerosos autores que siguen considerando este método como una de las mejores formas de documentación de este tipo de manifestaciones artísticas.

Estos investigadores, los cuales defienden esta metodología de documentación, insisten en que se trata de una técnica que arroja muy buenos resultados, y que con una correcta selección de materiales y un adecuado uso sobre los paneles, no perjudica ni daña los motivos. (*Rogério, M. A., 2007*).

Indican también, que los daños producidos sobre los yacimientos ocurren generalmente por la realización del estudio por parte de investigadores no cualificados, y por la utilización de productos inadecuados para este tipo de tareas, los cuales producen distintas alteraciones y daños en los yacimientos.

Otros investigadores proponen como método adecuado para la documentación de los paneles, la realización de moldes por medio de la aplicación de arcilla humedecida, la cual se adhiere con cuidado introduciéndola en los surcos.

Es cierto que la aplicación de la arcilla sobre los paneles no produce grandes daños en las representaciones, y puede parecer un método muy respetuoso con estos yacimientos. El impacto de la arcilla es prácticamente nulo, y resulta mucho menos dañino que la aplicación de otro tipo de materiales, y por supuesto que las alteraciones producidas por los actos vandálicos.

La arcilla, en condiciones normales, no suele interactuar con los soportes ni producir alteraciones químicas en la mayor parte de las superficies rocosas. Tampoco suele formar cristales o dañar los líquenes o algas que, con el paso de los siglos se han formado en los soportes y grabados.

Sin embargo a pesar de esta opinión tan optimista por parte de algunos autores, hay que indicar que la aplicación de la arcilla sobre los soportes rocosos, no resulta finalmente tan inocua como se pretende o se pudiera desear. (*Rogero, M. A., 2011*).

La aplicación de las arcillas sí que interactúa y modifica el pH de los paneles, también absorbe el agua de los mismos, forma una película sobre la superficie que favorece la aparición de hongos, bacterias e incluso puede provocar la posterior aparición de líquenes y otro tipo de vegetaciones.

Se ha propuesto también como solución a los problemas creados por la utilización de arcillas, el uso de siliconas, de látex y otro tipo de productos elaborados con caucho. Para favorecer la sujeción de este tipo de materiales se humedecen previamente los motivos, y se aplican productos para aumentar la adherencia, como gelatinas, colas o adhesivos no sintéticos. (Rogerio, M. A., 2007).



Figura 6.25: Alumnos y profesores de la Escola de Conservación de Pontevedra (petroglifo de Auga dos Cebros), extendiendo la silicona especial. Realización de un molde sobre un petroglifo. (Tomado de www.atlantico.net).

Como ya hemos comentado anteriormente, la adición de este tipo de productos orgánicos produce a largo plazo serios problemas. Este tipo de productos interactúa químicamente con los paneles, provocando la ionización y la ulterior aparición de microorganismos.

Otra de las actuaciones que suelen provocar daños en los soportes y en los motivos a documentar, es la aplicación de agua para humedecerlos. Esta humedad se filtra en los diminutos intersticios de la roca y grietas, y al bajar las temperaturas, cosa muy frecuente en los yacimientos al aire libre, se congela. Ello como es lógico puede producir variaciones por gelifracción en los grabados objeto de nuestro estudio.

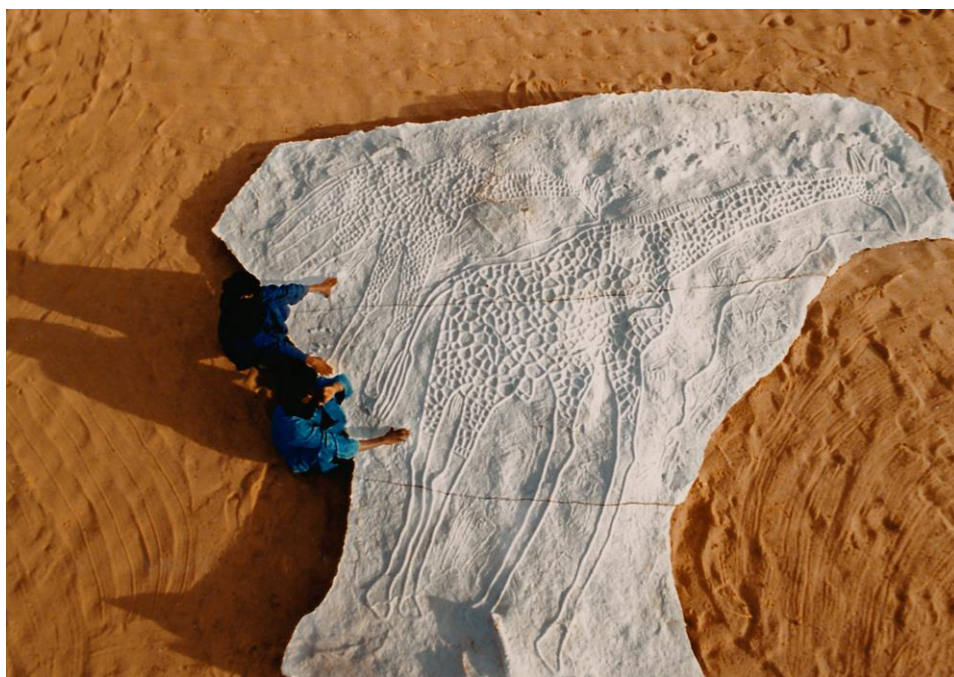


Figura 6.26: Molde en silicona de dos de las jirafas de Dabbous en el Níger (Foto David Coulson / TARA. (Tomado de <http://www.bradshawfoundation.com/giraffe/index.php>).

Para finalizar podemos resumir cuales son las ventajas e inconvenientes que presenta este método de documentación, utilizado muy frecuentemente desde el inicio de los estudios del arte rupestre.

Como ventajas de su uso podemos destacar primeramente que, los resultados obtenidos en los moldes son de un alto grado de exactitud y fieles a los grabados originales. También es cierto que con la utilización de estos moldes podemos registrar no solo el grabado, sino también podemos obtener moldes de la parte del soporte que deseemos reproducir posteriormente. Por último señalar como ventaja que, se trata de un método relativamente sencillo y rápido de realización, ya que no resulta necesaria una formación previa muy compleja para su realización, y los moldes se pueden obtener con relativa rapidez.

Como inconvenientes de esta metodología podemos distinguir primeramente, y como desventaja principal, que se trata de una metodología altamente invasiva, ya que además de tener un contacto directo sobre los motivos, produce cambios químicos, biológicos e incluso físicos en los grabados. Esto por si solo lo convierten en un método muy poco adecuado para documentar el arte rupestre, y lo aleja mucho de resultar idóneo. También podemos indicar que se trata de un método caro, debido a los productos necesarios para realizar los moldes, y los utilizados con posterioridad. Y por último presenta el inconveniente de no poder, en la mayor parte de las ocasiones, registrar aquellos grabados denominados finos o de poca profundidad.

6.2.5. La fotografía analógica.

Desde el comienzo de las investigaciones científicas del arte rupestre, la fotografía jugó un papel muy importante en la documentación de los yacimientos. Su aplicación supuso un avance muy significativo, ya que permitía una fiel y simultánea reproducción tanto de los motivos artísticos a documentar, como de los soportes sobre los que se asentaban. (*Rogério, M. A., 2011*).

La fotografía es uno de los documentos más valiosos en la documentación del arte rupestre, tanto por su valor intrínseco, como por ser un elemento de apoyo imprescindible en la realización del registro. Pero también debemos tener en cuenta que existen factores técnicos que determinan nuestra aproximación a la realidad, como el material que empleemos, la formación recibida por el fotógrafo, (*San Nicolás, M., 2012*), el equipo utilizado, etc.

El fotógrafo debe ajustarse a numerosos factores únicos de cada yacimiento, como el estado de las figuras, su visibilidad, evitar reflejos y distorsiones en las tomas, la nitidez, sombras, el color, manchas de polvo, aberraciones cromáticas, la accesibilidad del yacimiento, las condiciones cambiantes de luminosidad, etc. (*San Nicolás, M., 2012*).

La documentación fotográfica resulta del todo imprescindible en cualquier tipo de trabajo arqueológico, ya sea prehistórico, protohistórico, clásico, medieval o industrial. En los trabajos de campo, la cámara ha de estar situada sobre un trípode y bien nivelada, y de forma paralela a la superficie a documentar (en el caso de paneles con arte rupestre).

También resulta necesario la colocación de un elemento de medida, ya sea un jalón, una mira o una escala, a ser posible calibrada. Con ello podremos referenciar métricamente aquello que documentemos. Cuestión que podría parecer obvia, pero son numerosos los trabajos publicados con imágenes con una deficiente o nula escala. (*Ripoll, S., 2006-2009*).

También resulta muy importante registrar todos aquellos datos que son relevantes de cada toma fotográfica, como son la hora en que se realiza, la distancia focal al objetivo, la nivelación de la cámara, el nivel de humedad del lugar, etc. (*Ripoll, S., 2006-2009*).



Figura 6.27: Equipo de Fernando Gil Carles en Cueva Grande del Puntal (Barranco de la Valltorta, Castellón, octubre de 1973). (Tomado de Gil, M. et al., 2005).

Una de las características más importantes que convirtieron a la fotografía rápidamente en uno de los métodos más adecuados fue, que no había ningún tipo de contacto directo con los paneles, que pudiera producir daños o alteraciones en las figuras y en su conservación para el futuro.

Los avances tecnológicos, como hemos comentado con anterioridad, influyeron notablemente en la documentación del arte rupestre, sobre todo con la mejora de los dispositivos y la calidad en la fotografía.

Fue un método de documentación que en un principio tardó un tiempo en aceptarse y extenderse su uso. Ello fue debido a que en un primer momento los equipos existentes tenían ciertas carencias, como eran las de ser dispositivos pesados y de difícil transporte.

Debido a ello resultaba de gran dificultad su traslado a los yacimientos, los cuales se encuentran muy frecuentemente en lugares aislados, alejados de carreteras, y en muchas ocasiones en abrigos o cuevas de muy difícil acceso.

Otro de los problemas que presentaba en un inicio fue que, las reproducciones o fotografías obtenidas no eran de muy buena calidad, debido a múltiples factores como la deficiente iluminación, imperfección de las resoluciones (aunque en placas era de muy buena calidad), etc. También resultaba un método caro en comparación con las reproducciones directas utilizadas hasta el momento.

El paso del tiempo y las mejoras técnicas que fueron surgiendo, el abaratamiento de los equipos y su facilidad de transporte, fueron haciendo a esta metodología la más fiable e idónea para la documentación de motivos artísticos en yacimientos. Ya que presentaba muchas ventajas, como eran una reproducción simultánea, rápida, barata, y sin contacto directo con los paneles.

Pese a todas estas ventajas hay que indicar que, en contra de lo que pudiera parecer, sigue habiendo investigadores que utilizan y prefieren las metodologías directas de documentación. Aunque hay que señalar que suponen una pequeña minoría, ya que casi la totalidad de investigadores utiliza hoy en día la fotografía; y algunos investigadores apoyándose y combinado con otro tipo de metodologías que veremos más adelante.

El funcionamiento de la llamada fotografía tradicional o analógica, se basa principalmente el denominado principio de la cámara oscura. Las emulsiones de sales de plata registran la imagen virtual conseguida de una imagen externa. Esta imagen creada se reflejará y se fijará a través de los procesos químicos que se producen en la fase denominada de revelado, plasmación o fijación de la imagen resultante. (*Rogério, M. A., 2011*).

Si bien es cierto que la generalización del uso de la fotografía tradicional analógica, fue un enorme paso en la documentación de los yacimientos, y en el caso que nos ocupa en concreto, la de los paneles y motivos rupestres; es también cierto que los resultados obtenidos siendo considerados suficientemente óptimos hace años, en cambio no lo son tanto en la actualidad. Ya que presentan algunas deficiencias importantes que es necesario señalar.

El principal de estos defectos, el cual resulta muy difícil de subsanar, es la deformación geométrica que resulta al tomar las imágenes de una superficie. La mejor forma de subsanarlo es realizando la toma fotográfica con trípode y de forma paralela a la superficie rocosa. Aunque debido a las frecuentes inclinaciones y deformidades de la misma, resulta a menudo bastante dificultoso. (Rogerio, M. A., 2011).



Figura 6.28: Documentación fotográfica con trípode. Sergio Ripoll en la Cueva de los Gitanos. Año 2021 (Cañón de la Horadada) Palencia. (Foto del autor).

La utilización de un trípode robusto, resulta un elemento indispensable para evitar los desenfoques en la fotografía macro, y las vibraciones cuando utilizamos velocidades lentas. También es importante que el cabezal tenga una buena rótula móvil, para fotografías tanto verticales como horizontales.

Es recomendable un tamaño medio, para un fácil transporte y accesibilidad a variados emplazamientos. Y que disponga de una burbuja o algún tipo de nivel incorporado. (Gárate, D., 2018).

Las imágenes fotográficas tomadas por estos métodos, igual que ocurre con las percibidas por el ojo de los seres humanos, se forman de una manera concreta, y ésta es una proyección en forma de cono, por lo que todas las visuales o perspectivas que tomamos, al final pasan todas por un único punto denominado comúnmente como centro óptico.

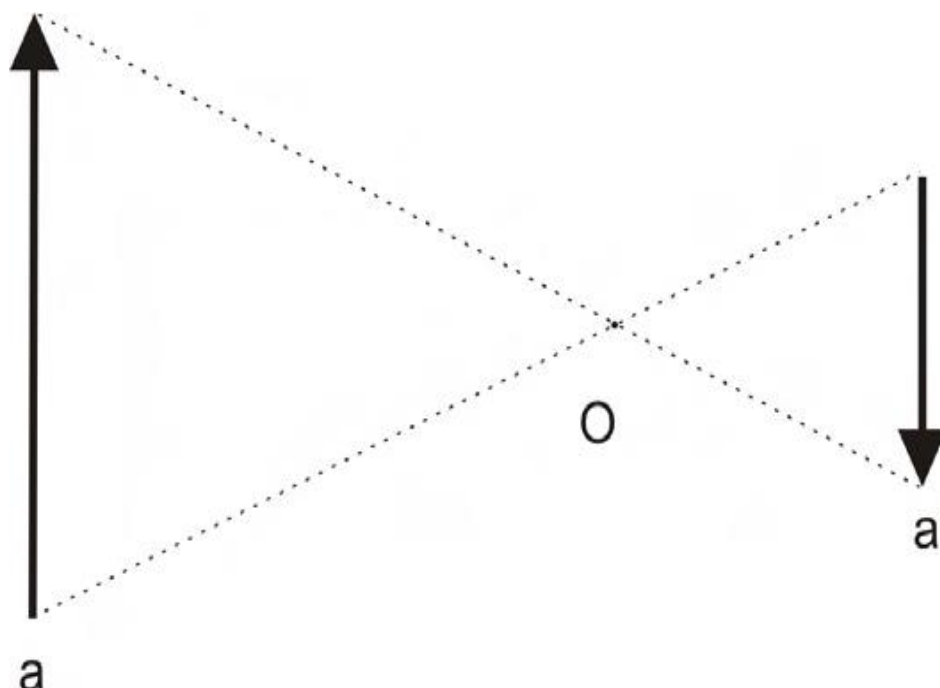


Figura 6.29: Esquema de la proyección cónica. (a) objeto real; (a') imagen; (O) centro óptico. (Tomado de Rogerio, M. A., 2007).

Ante esto, tenemos un serio problema al registrar las deformaciones que se producen en una superficie. Éstas son totalmente independientes de la distancia a la que se encuentre el objetivo, la distancia focal, y se sitúan a diferentes distancias del objeto del plano sobre el que se va formando la imagen. Es por ello que se producen deformaciones (denominadas a menudo anamorfosis), las cuales producen una variación y modificación de las relaciones geométricas del objeto real, respecto a la imagen finalmente obtenida. (Rogerio, M. A., 2011).

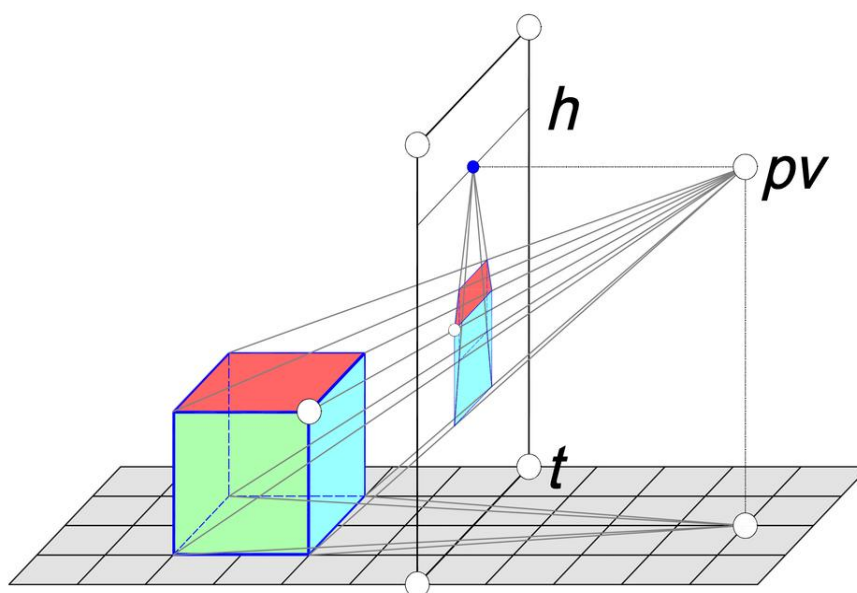


Figura 6.30: Proyección cónica de la imagen desde un punto. (Tomado de wikiwand.com).

Por este motivo en superficies de relieve con distintas deformaciones y diferentes medidas, las fotografías realizadas por estas metodologías no obtienen una métrica correcta, ya que tanto las zonas más cercanas como las más lejanas al objetivo, aparecen todas reflejadas en un mismo plano, por lo cual obtenemos una imagen inexacta de la superficie.

También encontramos otro tipo de divergencias entre el modelo real y el obtenido, éstas están relacionadas con la morfología del objeto real y con la calidad de las lentes que utilizemos. Lo cual produce diferentes distorsiones en la fotografía obtenida con respecto al original.

Como hemos indicado anteriormente, se les suele denominar aberraciones, y las hay de distintos tipos, como las cromáticas, las esféricas, de coma, de curvatura de campo, de astigmatismo, y de distorsión. Algunas de estas distorsiones podemos corregirlas con el uso de distintos tipos de objetivos, pero no todas ellas. (*Rogério, M. A., 2011*).

Normalmente las dos primeras aberraciones afectan a toda la imagen al completo y por igual. En cambio los otros tipos afectan a las zonas de la imagen situadas más cerca de los extremos, bordes o esquinas de las mismas.

Otro tipo de distorsiones o problemas que nos puede acarrear este tipo de documentación, son las deformaciones producidas dependiendo de la perspectiva con la que tomemos las fotografías. Es decir, el ángulo de posición que tomemos respecto al objeto o superficie que queramos documentar, será clave para la obtención de un tipo de imagen u otra. Dependiendo de este ángulo con el que coloquemos la cámara con respecto al objeto, obtendremos unas deformaciones geométricas de un tipo o de otro, mayor deformación o menor.

Podemos presuponer que una colocación de forma ortogonal de la cámara respecto del objeto, imagen, o en nuestro caso superficie a documentar, será la opción más acertada para obtener unas deformaciones geométricas mínimas. (*Rogério, M. A., 2007*).

Pero es cierto que incluso en paneles casi totalmente planos, al querer documentar imágenes pictóricas, siempre obtendremos deformaciones periféricas respecto al motivo central a documentar. Y ello es debido al ángulo en que situamos la cámara respecto a la superficie. Y aunque pueda parecer la forma más correcta y que produce menos deformaciones, sigue resultando bastante inexacta respecto a la realidad.

Ni que decir tiene, que cuando queremos documentar un panel con grabados rupestres, o con superficies rugosas (como suele ser habitual), las posibilidades de deformaciones geométricas en la documentación se multiplican por los motivos obvios de su morfología.

Para intentar subsanar estas deficiencias o deformaciones, se han propuesto tradicionalmente una serie de propuestas y soluciones, dependiendo del método de documentación empleado o de los materiales de los que se dispone. Todos ellos tienen como objetivo común la construcción de una copia o imagen más correcta a base de la superposición o relación de varias imágenes, normalmente tomadas de distinta forma o ángulos respecto al motivo o motivos a documentar.

Una de las metodologías utilizadas desde hace tiempo ha sido la superposición de calcos a las fotografías, aunque es necesario indicar que ello no soluciona los principales problemas de deformaciones.

Con este tipo de documentación se suelen utilizar dos metodologías principalmente. Dos formas de abordar los motivos o paneles para su documentación.

Por un lado se puede optar por seleccionar un punto de vista único para toda la documentación del panel, evitando así distorsiones y deformaciones debidas a la diferente situación del ángulo o posición de la cámara.

Otra de las opciones utilizadas es seleccionar una posición frontal y perpendicular respecto a cada una de las figuras a documentar. Es decir realizar el reportaje fotográfico individual de cada uno de los motivos desde una posición de la cámara totalmente frontal a los mismos. Luego todas estas imágenes son agrupadas por medio de un único calco, estableciendo una especie de mosaico con todas las imágenes. *(Rogerio, M. A., 2011)*.

Como podemos imaginar, se trata de buenas soluciones para poder paliar en parte las deformaciones de las que hemos hablado con anterioridad. Pero sigue sin parecer el método idóneo para poder documentar este tipo de yacimientos, que distan mucho de ser estructuras y superficies regulares, y que presentan numerosas dificultades por su morfología particular, por su irregular disposición, por su diferente luminosidad, etc.

Como hemos visto en esta metodología, parece que la solución que se pretende adoptar es la utilización de diferentes fotografías, con variados ángulos de posición, para evitar estas diferencias de relieve e iluminación, así como las distorsiones morfológicas por el ángulo de toma de imágenes, etc. Para una posterior superposición y formación de una o varias imágenes generales.

Esta propuesta de mejora da la impresión de querer acercarnos a la fotogrametría, que parece asomarse como una de las posibles opciones más correctas o exactas hasta la fecha, para obtener unos resultados más fieles a los motivos a documentar, y con menor distorsión geométrica. Como seguimos viendo la evolución metodológica sigue íntimamente ligada a la evolución tecnológica.

El registro de motivos rupestres por medio de la fotografía, como hemos comentado con anterioridad, ofrece muchas dificultades a la hora de realizar la documentación de los grabados. Tenemos muchas más distorsiones geométricas que con la documentación de las pinturas rupestres. Las distorsiones que se producen a la hora de la toma de fotografías es mayor debido a su principal característica definitoria, como es la diferente profundidad de los mismos.

Para la realización de la toma fotográfica de los grabados rupestres, muchas veces debemos optar por un ángulo inclinado y de distintas posiciones, para poder plasmar todas sus características. También influyen en gran medida las diferencias de iluminación, por la diferente inclinación de llegada de la luz natural, que puede incluso formar sombras.

En el caso de necesitar la iluminación artificial, (lo que ocurre muy frecuentemente), a menudo se utiliza una luz rasante que provoca también bastantes distorsiones en los resultados obtenidos. Aquí se juntan muchas posibles variables que pueden producir deformaciones, ya sea la distinta iluminación de las formas, diferente ángulo de incidencia de la luz, las sombras producidas, las diferentes inclinaciones de la cámara, las distintas distancias de la cámara a los motivos, etc. (*Rogério, M. A., 2011*).

Todo ello sin tener en cuenta la dificultad que suele presentar la colocación de los materiales de iluminación y fotográficos, para poder realizar la serie de documentación en un yacimiento, ya sea por su difícil acceso, altura de los motivos, orografía, y otros.

Como podemos comprender todo ello hace casi imposible, eliminar todas las posibles variables que producen distorsiones en las fotografías, y que influyen de manera importante en la documentación de los paneles con representaciones rupestres.

Otro de los problemas con los que nos encontramos ante la utilización de la fotografía convencional, viene determinado por el color de las imágenes obtenidas. Las cuales muestran poca durabilidad y estabilidad. Este tipo de exposiciones, con el paso del tiempo se degradan y pierden color, o se alteran tomando otras tonalidades, en ocasiones muy diferentes de las originariamente obtenidas. (*Rogério, M. A., 2007*).

No solamente afecta el paso del tiempo, ya que tanto las condiciones de luz, como los trabajos posteriores de revelado, pueden producir variaciones cromáticas indeseadas. Por lo que, los resultados obtenidos vuelven a no ser los idóneos para la documentación de un yacimiento.

Hemos podido advertir, que lejos de lo que pudiera parecer en un principio, existen numerosos agentes que afectan a los resultados obtenidos con la documentación de yacimientos mediante la fotografía. Los cuales influyen de manera muy notable, produciendo distorsiones en nuestros resultados con respecto a los paneles o los motivos originales.

La documentación de yacimientos con medios fotográficos, sin un detallado análisis, parece el modo más objetivo que podemos utilizar. Pero hemos podido ver que esto no es así en la mayor parte de las ocasiones, ya que cierta inexactitud se encuentra muy presente debido a todas estas variables que hemos descrito con anterioridad, y que producen distorsiones y aberraciones múltiples que afectan sobremanera a los resultados finales. También existen otros agentes externos que influyen en la calidad y exactitud de nuestras representaciones.

Hay que tener en cuenta que con el uso de imágenes fotográficas, las cuales podemos considerar en un inicio como objetivas, en la medida de lo posible y con los problemas que hemos visto con anterioridad, resolvemos el proceso interpretativo tradicional de nuevo con una percepción subjetiva. El investigador no puede evitarlo, ya que ha de mirar a las fotografías y tratar de actuar como haría con los originales, identificando de manera visual las características, los contornos, la variedad de pigmentos, cromáticas, etc. (*Montero, I. et al., 1998*).

Por lo que a pesar de la presunta objetividad de las fotografías, la subjetividad en los procesos de interpretación visual se desliza inevitablemente en la producción de imágenes interpretadas, poniendo en serio peligro su valor científico como proceso de observación e interpretación, (*Montero, I. et al., 1998*), y por tanto como medio de documentación.

Tanto los factores relacionados con la iluminación, así como los relacionados con los equipos que utilizamos, tipo de película fotográfica, procesos de revelado, factores externos del ambiente, la luminosidad, la humedad, niebla, el polvo en suspensión, etc. Afectan a los resultados finales, provocando una inexactitud a menudo insalvable, por mucho interés y cuidado que tengamos en los procesos de documentación. (Rogerio, M. A., 2007).

A menudo en el pasado (y lamentablemente aún hoy día), hay quien sin estar muy bien informado, para realizar la documentación de los grabados rupestres, procedía a marcar los mismos con tiza o carbón vegetal (como hemos visto también anteriormente), ya que muchos de ellos son muy tenues y por tanto de difícil visualización. (Moneva, M. D., 1993).



Figura 6.31: Arte rupestre escandinavo marcado previamente con tiza para su documentación. (Tomado de colección Ripoll, S.).

Esta práctica ha sido muy criticada a lo largo del tiempo por varios autores, y hoy en día es un método que casi no se realiza, ya que se entiende la gravedad de los daños que produce en los motivos. Tras realizar el reportaje fotográfico se limpiaban las figuras normalmente con agua, para eliminar la tiza o el carbón (en el mejor de los casos).

Como podemos entender con facilidad tanto la adición de tiza o carbón a los grabados rupestres los daña en gran medida. Tanto por la agresión física sufrida al realizar el marcado, como por los elementos químicos que quedan adheridos a las figuras.

En ocasiones se ha propuesto también la utilización de aluminio en polvo con agua y aplicado con pinceles. Si a todo esto le sumamos la segunda agresión sufrida al limpiarlos con agua y su posterior frotado, donde también producimos un daño directo sobre los mismos, y añadimos humedad sobre el soporte y motivos, entendemos que todo ello produce daños irreparables tanto físicos como químicos, sobre todo si estas superficies no son muy duras, pudiendo provocar incluso desprendimientos.

Cuando realizamos la documentación de un yacimiento con arte rupestre, resulta necesario que empleemos todas las técnicas fotográficas a nuestro alcance. Ya que en muchas ocasiones en análisis posterior y con diferentes técnicas nos permiten advertir representaciones inicialmente no observadas. (*Ripoll, S., 2006-2009*).

El uso de técnicas digitales para la captación, el procesado, edición y almacenamiento de imágenes ha permitido en los últimos años la mejora en las posibilidades fotográficas en el posterior trabajo de laboratorio. La aplicación de técnicas fotográficas convencionales de longitudes de onda no visibles para el ojo humano, como el infrarrojo y el ultravioleta, supuso hace unos años un avance considerable en el estudio y documentación del arte rupestre. (Ripoll, S., 2006-2009).

La radiación infrarroja presenta una mayor capacidad de penetración en las superficies, por su longitud de onda larga, permitiéndonos ver más capas que la superficial. Por su parte la fotografía por fluorescencia ultravioleta nos permite captar la radiación de este tipo reflejada y nos da la posibilidad de registrar con buenos resultados los pigmentos subyacentes, resultando muy eficaz para resaltar el ocre rojo.

La fotografía con luz polarizada nos permite eliminar de la imagen la información más superficial o *ruido visual* y potencia la información *limpia* de la reflectancia interna. No solamente se puede utilizar en la fotografía analógica, sino también en cámaras digitales. (Ripoll, S., 2006-2009).

La era digital de las cámaras fotográficas hizo su aparición, desplazando rápidamente a las convencionales que fueron quedando obsoletas, con los cambios que ello produjo y que veremos en próximos apartados. Esta evolución abrió un campo de increíbles posibilidades, no solamente en el trabajo de campo, sino también en el posterior de laboratorio. (Ripoll, S., 2006-2009).

Para finalizar con la documentación mediante la fotografía analógica, resumiremos un poco las ventajas e inconvenientes que presenta este tipo de metodología.

Como ventajas podemos destacar como la más importante, que no es necesario ningún contacto directo con los paneles y los motivos a documentar, si exceptuamos los procedimientos utilizados para destacar los motivos objeto de estudio. También señalar que se trata de una metodología que en general no requiere mucho tiempo de realización, por lo que nos permite avanzar más rápido en nuestro estudio. Y por último indicar como ventaja que, tenemos la posibilidad de reflejar en un solo documento tanto los paneles como los motivos rupestres.

Como inconvenientes, como ya hemos desarrollado más arriba, surgen muchos problemas y distorsiones a la hora de la documentación, debido a las dificultades con las diferencias de iluminación, con las divergencias y aberraciones producidas por múltiples motivos antes expuestos, por las deformaciones geométricas debido a las posiciones y ángulos de la cámara, el perfil del panel, etc. También hemos hablado de los problemas con la degradación de los colores. (*Rogério, M. A., 2007*).

Indicar que aunque no es necesaria mucha tecnología, sí que se precisa de equipos fotográficos de calidad y costosos, así como dispositivos de iluminación. Por último señalar que para el correcto uso de esta metodología, tanto del uso de las cámaras como de los equipos de iluminación, como posterior revelado, etc., es preciso una cierta especialidad y formación.

6.2.6. La fotografía digital.

El gran salto cualitativo en lo que se refiere a las técnicas de documentación del arte rupestre, llegó a partir de la década de 90 del siglo XX. Propiciado por las técnicas digitales, que no solamente amplían nuestras posibilidades de reproducción y combinación de variados documentos en un solo archivo, sino que además nos facilitan la permanente revisión y corrección de los mismos. (*Domingo, I. et al., 2013*).

La fotografía digital se refiere a la obtención de imágenes también en una cámara oscura, como ocurre con la fotografía analógica. Pero en lugar de quedar grabada la imagen sobre una película fotosensible, y su posterior revelado en laboratorio, en la digital las imágenes se capturan por medio de un sensor de múltiples unidades fotosensibles, las cuales transforman la luz percibida en una señal eléctrica que es digitalizada y almacenada en una memoria.

El soporte digital sobre el que se almacenan estas imágenes y esta información tan valiosa, nos garantiza un depósito sin degradación ni pérdida de información.

Todo ello además de permitir su adecuada implantación facilita el intercambio de imágenes. Y lo que es más importante, constituye la única manera de preservar estas manifestaciones artísticas para futuros estudios. (*Mas, M. et al., 2013*).



Figura 6.32: Avances en los equipos fotográficos. Equipo para toma de microfotografías. Abrigo Grande de Minateda, Hellín. (Tomado de Cornellà, M. et al., 2013).

La principal ventaja que presenta respecto a la fotografía química, es que no precisa de posteriores trabajos de revelado en laboratorio. Lo que se traduce en una mayor rapidez en la obtención de la imagen deseada por el fotógrafo. También podemos observar las imágenes tomadas al momento, pudiendo ser modificadas rápida y fácilmente, así como enviadas y difundidas. Con cada toma fotográfica registramos además mucha información útil, sobre el lugar, modo y momento en que realizamos la toma.

Es indudable el ahorro económico al no precisar revelado, y con la posibilidad de realizar tantas tomas como queramos y seleccionar posteriormente la más idónea. También es posible hoy en día capturar imágenes digitales desde numerosos dispositivos, tales como móviles, tabletas digitales, etc.

Existen diferentes tipos de cámaras digitales, desde las cámaras compactas (más manejables y de menor tamaño), las compactas avanzadas o de zoom largo, y las cámaras réflex digitales.

Señalar que estas últimas ofrecen un mejor rendimiento a la hora de la documentación de yacimientos, pero en cambio necesitan de un mínimo conocimiento o formación para la optimización de su funcionamiento y uso.

Las cámaras réflex digitales son el formato más equivalente a las antiguas cámaras analógicas. Son más avanzadas y profesionales, debido principalmente a que su respuesta y calidad de imagen son superiores. Disponen de un sensor de mayores dimensiones, por lo que la imagen obtenida presenta una mayor relación señal – ruido, lo que equivale a una mejor calidad de la imagen obtenida.

Otra de sus características que la sitúan como una mejor opción en trabajos científicos, es que tienen la capacidad de grabar la imagen en formatos de una mayor calidad, como JPEG de baja compresión o formato RAW. Ello nos permite un posterior procesamiento de la imagen obtenida.

Aunque en un principio no lo pueda parecer, es de suma importancia el formato de registro y almacenamiento que escojamos, tanto como el tipo de cámara y de óptica. Los formatos más comunes son los anteriormente nombrados JPEG y RAW. (*San Nicolás, M., 2012*).

El formato denominado JPEG, es el más extendido debido a su alto grado de compresión. La mayor parte de cámaras fotográficas de baja y media gama, así como otro tipo de dispositivos para la toma de imágenes no disponen de otro formato de archivo. Se suele poder realizar modificaciones en cuanto a compresión y resolución. Para optimizar la calidad de los archivos deberíamos optar por una resolución alta y una compresión lo más baja posible. Debido a las escasas posibilidades de modificaciones posteriores que proporciona este tipo de archivo, hace necesario y adquiere una importancia clave que al realizar las tomas para documentar el arte rupestre, consigamos unas condiciones de exposición correctas. Tratando de evitar variaciones de luz, que puedan provocar destellos o sobras, y sobreexposición o subexposición que puede acarrear la pérdida de detalle. (San Nicolás, M., 2012).



Figura 6.33: Fotografía de cabra del abrigo del Mojao, Lorca (Murcia). (Tomado de San Nicolás, M., 2012).

El formato RAW suele ser el más comúnmente utilizado por los profesionales, ya que permite realizar modificaciones y nos da una segunda oportunidad para arreglar posibles defectos o errores en la toma. El formato de archivo RAW contiene más datos que el resto de formatos, y sin embargo ocupa menos espacio que los TIF. Este formato de registro suele estar disponible en las cámaras digitales de gama alta, tanto en las réflex como en las compactas. El único problema es que cada cámara puede presentar su propio formato RAW, siendo necesaria la utilización de software específico para su apertura.

Entre los parámetros que podemos modificar a posteriori, se encuentran la exposición, el equilibrio de blancos, la saturación, el tipo de color, contraste y resolución. Por lo que podemos obtener con estas modificaciones una imagen de mayor calidad científica. (*San Nicolás, M., 2012*).

El surgimiento de las primeras cámaras digitales, así como el primer software de retoque fotográfico y los primeros trabajos de gestión del color, anunciaban un cambio vertiginoso en cuanto a la documentación del arte rupestre se trataba. Pero esto no se produjo como se esperaba ya que, los primeros trabajos siguieron basándose en los mismos principios teóricos de anteriores metodologías. Muchas imágenes simplemente se escaneaban de antiguos negativos o diapositivas, por lo que obteníamos calcos indirectos a partir de fotos, que ahora denominábamos calcos digitales, pero que no diferían mucho de los anteriores en cuanto a su concepto. Aunque la calidad era mejor, seguía tratándose de una traslación bidimensional de la realidad tridimensional del motivo rupestre a documentar. (*Ruiz, J. L., 2019*).

En el proceso de documentación de estaciones con arte rupestre, no se produjeron cambios realmente profundos hasta el desarrollo de la imagen digital. Hay que tener en cuenta que hasta los primeros años del siglo XXI no comenzó a aproximarse la cámara digital a la analógica, en cuanto a calidad y a precio. Se fue produciendo un avance cada vez más rápido en la evolución de las cámaras digitales, que terminó por dejar obsoletas y como recuerdos del pasado a las analógicas.

Como hemos comentado con anterioridad, el uso del trípode en la realización de la toma fotográfica es totalmente indispensable. Para evitar las posibles vibraciones o desplazamientos también podemos utilizar los sistemas de disparo remoto, incluso con conexión wifi. (Gárate, D., 2018).

El surgimiento de programas de retoque fotográfico, de los cuales destaca el Adobe Photoshop como el más comúnmente utilizado, nos permitió realizar modificaciones en los archivos digitales, para la corrección de distorsiones geométricas y aberraciones anteriormente comentadas, como las producidas por la perspectiva cónica. Este revelado de negativos digitales y su posterior corrección y modificación (generalmente con archivos RAW), era algo totalmente imposible de lograr con la tecnología analógica. (Ruiz, J. L., 2019).

Pero con la existencia de estas distorsiones, que trataban de paliarse con el software de retoque fotográfico, pudimos advertir también que, salvo algunas contadas excepciones, la fotografía digital tampoco podía considerarse como una reproducción exacta del objeto de estudio, ni a nivel geométrico ni a nivel colorimétrico.

Porque no podemos obviar que, aún con el avance que supone la fotografía digital, ésta no deja de ser la proyección de una imagen digital sobre un plano, por lo que no podemos realizar una correcta reproducción de una superficie volumétrica compleja y tridimensional.

Para poder obtener este tipo de reproducción tridimensional tenemos que recurrir actualmente a procedimientos como la documentación con escáner láser, escáner de luz estructurada y fotogrametría de objeto cercano (Ruiz, J. L., 2019), los cuales veremos en apartados siguientes.



Figura 6.34: Reproducción de un sector de Mas del Ous (Xert, Castellón). Calco digital bidimensional. (Tomado de Ruiz, J. L., 2019).

Otra de las posibilidades de registro que nos permite la fotografía digital es la obtención de imágenes de alta calidad y definición, con las llamadas fotografías gigapixel. Consiste en aglutinar en un solo archivo decenas, centenares o miles de imágenes. Con lo que obtenemos una imagen panorámica y continua de elevadísima resolución. Esto nos permite conseguir el máximo detalle posible, que tiene una gran utilidad tanto para el estudio de los motivos, como para su difusión al público. (*San Nicolás, M., 2012*).

Esta serie de fotografías son fusionadas a través de software. Esta metodología de documentación utiliza los principios de *computer visión*, y una serie de algoritmos que van identificando homografías entre la matriz de imágenes. Los cálculos para los puntos de las tomas fotográficas suelen ser realizados por cabezales robóticos, y sobre estos se sitúa la cámara réflex digital. Esta metodología obtiene un detalle de imagen superior al de la fotogrametría, por lo que resulta un recurso complementario a estas innovadoras metodologías. (*Ruiz, J. L., 2019*).

Tiene varias aplicaciones muy prácticas, pudiendo ser usada para explorar un panel en busca de restos pictóricos, muy frecuentemente en combinación con el plugin DStretch; para el registro individual a escala macro y su estudio (posibilitando la identificación de marcas útiles); y para la realización de vistas panorámicas desde el yacimiento y del entorno en el que se enclava. (*Ruiz, J. L., 2019*).



Figura 6.35: Fotografía inmersiva visión 360°. Interior abrigo de los Grajos, Cieza (Murcia). (Tomado de San Nicolás, M., 2012).

Otra de las posibilidades que nos brinda la fotografía digital, es la realización de la fotografía esférica o inmersiva. Muy semejante a la fotografía panorámica, pero pudiendo llegar a abarcar los 360° tanto en vertical como en horizontal. Resultando un recurso divulgativo muy interesante ya sea de modo individual o como parte de recorridos virtuales, los cuales sumergen al espectador en el espacio del yacimiento. (San Nicolás, M., 2012).

La iluminación es otro de los factores determinantes a la hora de documentar fotográficamente las evidencias parietales. Siempre es preferible la iluminación natural, aunque es conveniente elegir la hora correcta del día donde los paneles reciben la suficiente luz, pero sin resultar excesiva, que pueda producir destellos o dificulte la visibilidad de las figuras, o incida de forma inclinada pudiendo producir sombras.

Tenemos básicamente dos opciones principales para una adecuada iluminación artificial, sobre todo cuanto trabajamos en el interior de cavidades donde existe poca iluminación, o ausencia total de la misma; la luz LED, y la luz flash.

Con el primer tipo de iluminación (utilizado principalmente con las pinturas), es recomendable posicionar al menos dos focos de luz fría (temperatura de color superior a 5000 k), y con un alto rendimiento lumínico (más de 1000 lux). Uno de los focos debemos colocarlo en posición frontal respecto al motivo a documentar, y el otro en una posición lateral de unos 45° para resaltar el volumen. (*Gárate, D., 2018*).

En la iluminación con luces flash (imprescindibles para la fotografía de grabados finos), colocaremos los focos sobre trípodes y posicionados de forma rasante respecto a la pared (lo que facilita su visualización). La potencia de iluminación la controlaremos de forma manual. (*Gárate, D., 2018*).

Uno de los retos más difíciles con los que se encuentran los investigadores a la hora de realizar una correcta documentación de los yacimientos, es el registro del color. Tradicionalmente se describían los motivos con terminologías subjetivas descritas por el investigador. Poco a poco estos registros fueron mejorando con el uso de cartas de color estandarizadas (como Pantone o La Munsell).

La tecnología de la fotografía digital, trajo consigo la posibilidad de restituir el color de una imagen, a través de la introducción de una carta de color en la escena capturada, y la posterior adecuación del archivo. La primera en generalizarse y que ha tenido un enorme éxito es la escala IFRAO, que cuenta con una gama de cuatro colores (rojo, verde, amarillo y azul), y una escala densiométrica de tres muestras. Además cuenta con una medida de 10 centímetros para escalar las imágenes. Si bien en un primer momento fueron una idónea solución para la restitución del color en las imágenes, hoy en día es conocida su falta de precisión. (Ruiz, J. L., 2019).

Hoy en día existen otros procedimientos para realizar una adecuada calibración del color, el más preciso es el uso del espectroradiómetro o espectrocolorímetro. Pero estos dispositivos tienen un precio muy elevado, por lo que su uso ha sido bastante escaso.

Otro de los procedimientos que arroja buenos resultados y resulta más viable, económicamente hablando, es la medición del color a través de la toma de fotografías en ambientes con un flujo de trabajo y una luz controlada.

Actualmente tanto los paneles LED como los flashes, pueden establecer condiciones adecuadas para el correcto registro del color y la tonalidad. Ello unido a la inclusión en la escena de una carta de color estándar profesional, al inicio de la documentación fotográfica del yacimiento y con una iluminación constante, nos permite realizar un correcto registro. (Ruiz, J. L., 2019).

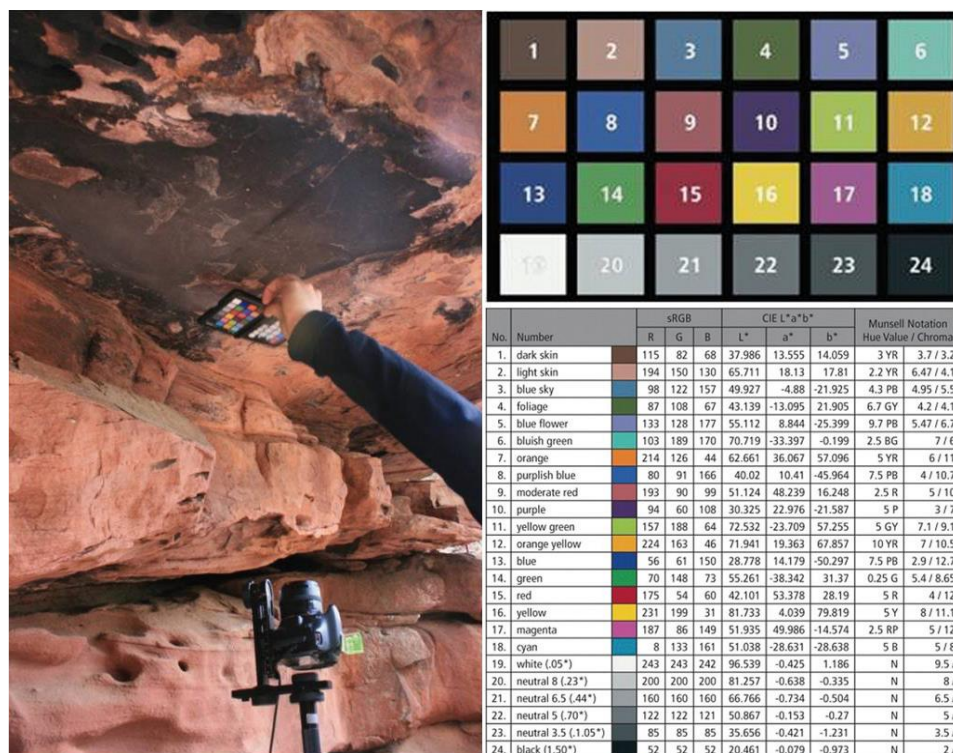


Figura 6.36: Metodología en la calibración del color, mediante una carta estandarizada en el proceso de documentación. (Tomado de Angás, J. et al., 2014).

Para poder eliminar lo máximo posible las diferencias existentes entre la imagen a documentar y las tomas fotográficas, emplearemos como hemos comentado las escalas de color. Podemos utilizar un tipo de escala como la denominada Colorchecker Passport, que tenga un reducido tamaño, resistencia y fiabilidad cromática. Cada vez que iniciemos una sesión fotográfica realizaremos una toma en la que aparezca la escala, y colocada en posición perpendicular a la toma fotográfica. Será conveniente cada vez que cambiemos la iluminación, realizar otra toma con la escala. (Gárate, D., 2018).

Con todo ello lograremos una imagen lo más cromáticamente exacta al original, aunque existen otros procesos más exactos para afinar aún más en la exactitud del color. Posteriormente con programas de edición del color y con monitores adecuados, podremos lograr buenos resultados en nuestro resultado final. (Gárate, D., 2018).

La documentación del color en el arte parietal puede servirnos también para otros fines. Teniendo registrados unos valores anteriores, podemos inferir la posible degradación o deterioro del color por el paso del tiempo o la interacción con otros agentes.

El análisis de la imagen digital, que trataré con mayor profundidad en el próximo capítulo, puede también aportarnos otras utilidades de gran importancia, como son la visualización de marcas de realización, y la identificación y análisis de partes o totalidad de figuras más allá del rango de frecuencia observable por el ojo humano.

En el primer caso, podemos estudiar con el análisis de la fotografía digital macro y micro, las técnicas de realización tanto de grabados como de pinturas. Se pueden identificar las marcas de los útiles, inicio y finalización de los trazos, las anchuras de líneas o surcos, huellas de pelos de pinceles, estrías, direcciones, número y profundidad de los trazos, etc. Se ha utilizado frecuentemente el acople de microscopios ópticos a cámaras digitales, para poder obtener toda esta información e imágenes más precisas. (Ruiz, J. L., 2019).

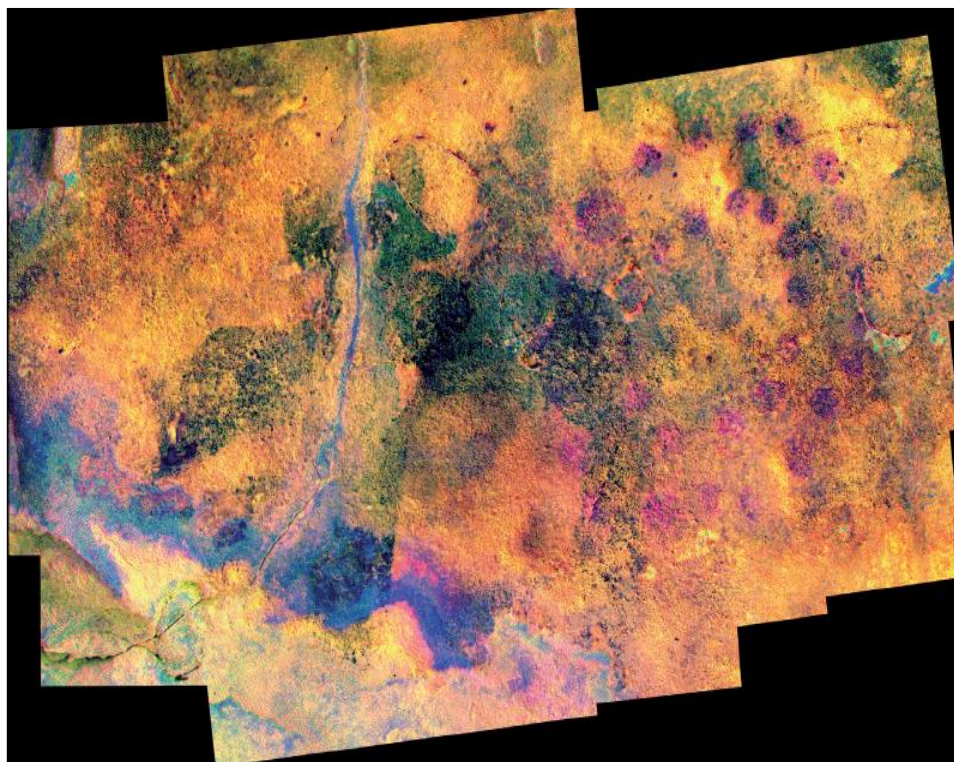


Figura 6.37: Motivos esquemáticos en mosaico fotográfico gigapixel y tratada con DStretch. Abrigo de Riquelme (Jumilla, Murcia), según F. J. Martínez Collado. (Tomado de San Nicolás, M., 2012).

Para el estudio detallado de cualquier tipo de resto pictórico, y facilitar la visibilidad de aquellos fuera del rango de visión del ser humano, se ha generalizado el uso del plugin DStretch. Se trata de una herramienta informática desarrollada por Jon Harman, para el estudio específico de imágenes digitales fotográficas de arte rupestre. Tratándose de una ampliación del software ImageJ, procesa de forma automática variables cromáticas que pudieran estar presentes en el archivo digital de estudio. (San Nicolás, M., 2012).

DStretch nos facilita la detección de pigmento y la identificación de pictografías, nos ayuda en la definición de la morfología de las figuras, permitiéndonos ampliar nuestro estudio sobre el análisis técnico y estilístico de los motivos.

También resulta un elemento valioso para realizar un diagnóstico sobre el estado de conservación o degradación tanto del soporte como de las figuras objeto de estudio. *(Martínez, F. J. et al., 2013).*

Con este software se obtienen resultados sorprendentes con solo apretar un botón, pese a la complejidad de los tratamientos de imagen que realiza. Se basa en la técnica de teledetección denominada descorrelación de espacios de color, para conseguir que las zonas que contengan pigmento sean más observables por parte del investigador. Un algoritmo realiza la descorrelación de la matriz de la imagen RGB, obteniendo imágenes con nuevos ejes directores y un número menor de variables. *(Ruiz, J. L., 2019).*

Para finalizar este apartado trataré de resumir brevemente las principales ventajas e inconvenientes que presenta la fotografía digital como método de documentación del arte rupestre.

Las principales ventajas que presenta esta metodología de documentación son las siguientes. Podemos combinar en un mismo archivo variados documentos. Este tipo de archivos digitales permiten una posterior revisión y corrección de errores o aberraciones, distorsiones geométricas, de perspectiva cónica, etc.

También es obvio que ocupan menos espacio físico que las fotografías analógicas. Se almacenan los archivos obtenidos de una forma más segura, y sufren menos degradación con el paso del tiempo. Hay una mayor rapidez en la obtención de la imagen al no precisar revelado, incluso podemos observarlas al instante, por lo que podemos repetir tomas o modificar aspectos. Son más fáciles de compartir, enviar y difundir al público en general.

Los archivos que generan las imágenes digitales registran mucha más información que puede resultarnos útil con posterioridad, pudiendo captar con software adecuado rangos de frecuencia más allá del ojo humano. Los dispositivos para la toma de este tipo de imágenes son muy variados y a menudo ocupan poco espacio.

Podemos seleccionar también las imágenes que tomamos en una variedad de resoluciones y formatos diferentes, pudiendo obtener incluso las denominadas gigapixel de altísima resolución y definición, las panorámicas, las esféricas o inmersivas, etc.

Como inconvenientes destacables podemos indicar que necesitan una gran cantidad de memoria de almacenamiento tanto interno del dispositivo, como externo a posteriori. Los equipos que proporcionan los mejores resultados resultan caros, aunque a la larga suponen un ahorro ya que las imágenes no precisan revelado. Para la realización de fotografías de calidad científica se precisa una formación específica, o la participación de expertos en los trabajos de documentación.

Indicar finalmente que a pesar de la mejora de la calidad de los archivos obtenidos, con respecto a la tecnología analógica, registramos también las aberraciones y distorsiones antes descritas, ya que seguimos proyectando una imagen tridimensional sobre un plano bidimensional, aunque es cierto que son susceptibles de corrección en procesados posteriores, pero aumentando el tiempo de trabajo necesario.

6.2.7. La fotogrametría.

El avance tecnológico y la evolución de las técnicas de estudio y documentación del patrimonio, permitió el surgimiento de la fotogrametría.

Para entender este método de documentación es necesario explicar brevemente el concepto de fotogrametría. El cual se describe como un proceso para determinar las propiedades geométricas de los objetos, así como su situación espacial.

Estos datos específicos los obtenemos a través de la toma de una serie de fotografías. Se trata pues de realizar una medición a través de fotos. Si tomamos una única fotografía de un objeto obtenemos solamente una información bidimensional, y con los errores y distorsiones antes comentados; por otro lado si tomamos dos o más fotografías desde diferentes posiciones, obtendremos lo que se denomina “solape”, y con él conseguimos una información tridimensional con la que finalmente podemos crear un modelado del objeto, o figura en tres dimensiones (3D).

Podemos entender que la fotogrametría es una metodología, la cual nos permite obtener información sobre la forma, la situación en el espacio, y las características de, un objeto, un bien patrimonial, un yacimiento, etc., a base de la utilización de varias fotografías.

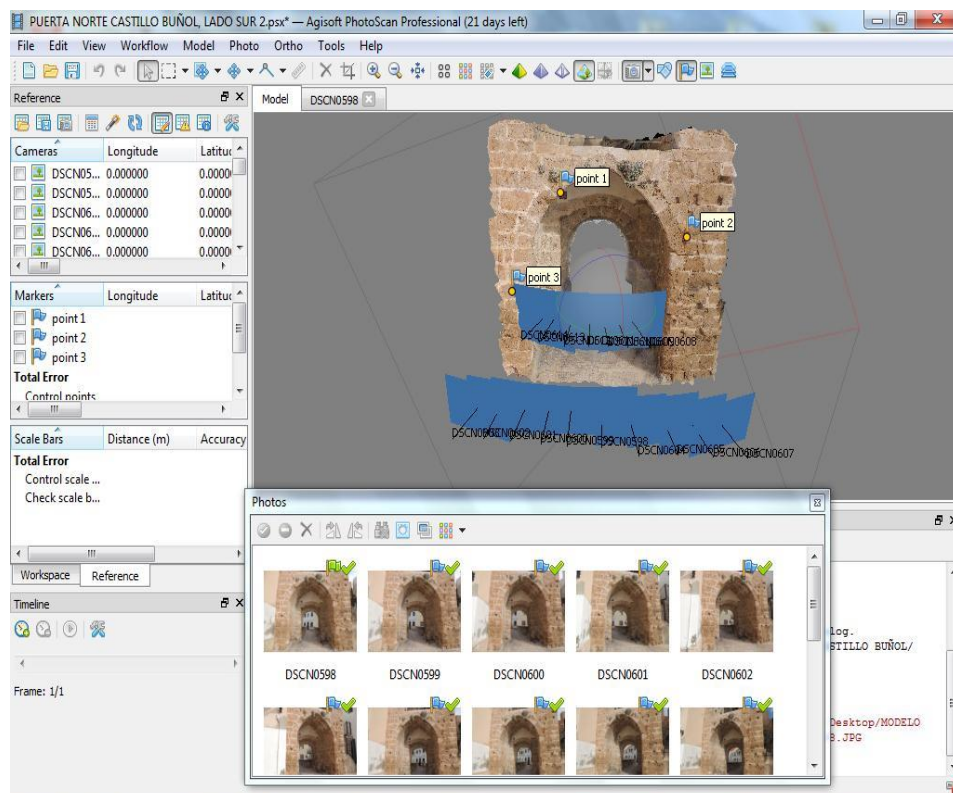


Figura 6.38: Múltiple toma fotográfica de puerta norte castillo de Buñol. Recreación en 3D con PhotoScan. (Imagen del autor).

Literalmente el concepto significa realizar medidas a través de las fotos. Y etimológicamente hablando la palabra fotogrametría proviene de tres palabras griegas, que se traducen como “la medida de lo escrito con luz”. (Vozmediano, D., 2006).

Como hemos indicado anteriormente si trabajamos con una sola fotografía obtenemos medidas bidimensionales, y si trabajamos con dos o más, información en tres dimensiones. Lo que venimos a realizar es una medición en el eje de coordenadas de cada punto del objeto a documentar, a través de una medición referenciada topográficamente.

El software fotogramétrico que empleemos detectará automáticamente puntos equiparables, que son los puntos de unión entre las distintas fotografías que hemos tomado. Para que cada uno de estos puntos pueda ser incluido en el futuro modelo en 3D, debe aparecer al menos en dos fotografías de forma reconocible por el software. Cuantas más fotografías tengamos, más detallado será la geometría desarrollada, por ello hay que intensificar la toma de fotos de aquello que más no interese, además de planificar bien la tarea en puntos muertos (aquellos situados en zonas de difícil visibilidad, zonas irregulares, cóncavas, con sombras, etc.). (Gárate, D., 2018).

La fotogrametría la podemos dividir en tres grandes conjuntos, si atendemos a la posición en la que se encuentra situada la cámara en el momento de la toma:

- La Fotogrametría Espacial, cuando las imágenes son captadas desde satélites.
- La Fotogrametría Aérea, cuando son recogidas desde el aire por aviones o drones.
- La obtenida por tomas realizadas desde la superficie terrestre, que a su vez se divide en Fotogrametría Terrestre (empleada en levantamientos topográficos), y la Fotogrametría de Objeto cercano o *Close Range Photogrammetry* más conocida comúnmente, utilizada en levantamientos no topográficos, y que viene a ser la empleada en la documentación de yacimientos con arte rupestre. (Vozmediano, D., 2006).

Dependiendo del tipo de estación fotogramétrica que empleemos podemos también distinguir entre la Fotogrametría analógica, la analítica y la digital. Las cuales veremos más adelante. De estas tres, la que más destaca hoy en día, y la más utilizada es la fotogrametría digital.

Los primeros ejemplos de su aplicación así como el surgimiento del término proceden de la segunda mitad del siglo XIX. Con lo que se denominó la *Fotogrametría Gráfica*, y con el que es considerado el fundador de la fotogrametría Aimé Laussedat. (Vozmediano, D., 2006).

Este Oficial del cuerpo de ingenieros del ejército francés, desarrolló entre los años 1849 y 1851 los conceptos básicos, y la aplicación de fotos para la confección de planos. Por su dedicación a este campo de estudio se le denominó el padre de la fotogrametría. (Cheli, A. E., 2012).

Este investigador desarrolló el método identificado como *Iconometría*, que básicamente consistía en determinar los puntos del paisaje a base de identificar por medidas lineales los ángulos del terreno, utilizando una serie fotográfica realizada con una cámara que él mismo inventó, denominada *Fototeodolito*. (Vozmediano, D., 2006).

Pero no fue hasta principios del siglo XX, con los avances en la georreferenciación, cuando se consiguieron los primeros resultados con cierta precisión.



Figura 6.39: Ejemplo de fotogrametría aérea con drones. (Tomado de www.ciptecin.com).

Parece ser que las primeras aplicaciones de la fotogrametría fueron las realizadas en el estudio del terreno a través de fotografías aéreas y de superficie. Y aún hoy en día, la mayor parte de estudios con esta metodología son realizados por la topografía. Son muchas las ventajas de su utilización frente a la topografía clásica, ya que nos permite el acceso a cualquier tipo de terreno, y la toma de datos se realiza con mucha mayor rapidez.

En cuanto al estudio del terreno existen dos tipos de estudios fotogramétricos, los realizados de forma aérea donde el punto de vista es móvil, y presenta una gran amplitud de información obtenida; y la fotogrametría terrestre donde el punto de captación es fijo y bien referenciado.

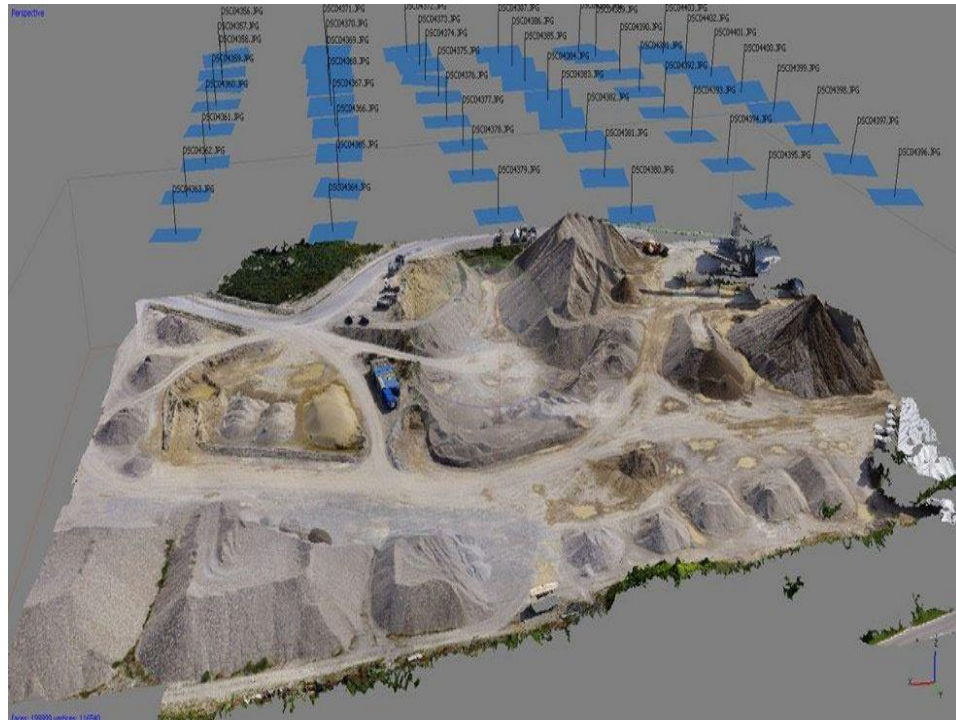


Figura 6.40: Fotogrametría: Múltiples tomas fotográficas aéreas del terreno para creación modelo en 3D. (Tomado de www.3dcollective.es).

Pero las aplicaciones de la fotogrametría son muchas y variadas, y no solamente en la realización de estudios topográficos. Únicamente en cuanto al estudio del terreno, se aplica en varias disciplinas como la cartografía digital, en orto-fotografía, en estudios realizados sobre la agricultura de una parcela (Agronomía), sobre el medio ambiente, etc.

Otra de las principales aplicaciones de la fotogrametría, y que se centra más en el trabajo que nos lleva a cabo, es el estudio y documentación de los bienes patrimoniales, ya sea en la arquitectura, o en la arqueología, el estudio de yacimientos, y por supuesto la documentación y estudio del arte rupestre.

6.2.7.1. La fotogrametría analógica.

La fotogrametría analógica se ha venido utilizando desde ya hace bastante tiempo. Sus primeros pasos y desarrollo surgen a mediados del siglo XIX. A finales de este mismo siglo podemos asistir a la documentación de yacimientos arqueológicos tan importantes como Persépolis (Irán), posiblemente de las primeras investigaciones arqueológicas donde se hizo uso de aparatos de documentación gráfica, combinados con vistas múltiples y medidas. (*Martínez, M. et al., 2020*).

Pero la aplicación de esta metodología en la documentación del arte rupestre no es tan antigua. De hecho es bastante reciente, ya que hasta la segunda mitad del siglo veinte no contamos con los primeros trabajos en este sentido.



Figura 6.41: Ruinas de Persépolis (Irán). (Tomado de www.redhistoria.com).

Si obtenemos una sola imagen de nuestro objetivo a documentar y además somos conocedores de su centro de proyección, podremos entonces ser conocedores de todos aquellos puntos relacionados de la imagen. Si además podemos conocer el punto exacto referenciado de la cámara en el momento de la toma, podremos situar cada punto de la imagen captada, y quedará exactamente georreferenciada. (Rogerio, M. A., 2011).

En el caso de disponer de los datos aportados por varias tomas de imágenes, seremos capaces de establecer la posición exacta de cada punto respecto a otro.

Si la resolución de las imágenes es lo bastante alta, y tenemos suficientes tomas e información, los resultados obtenidos serán semejantes a las curvas de nivel de un levantamiento topográfico, por lo que tendremos una fuente de información lo bastante precisa y exacta, para realizar modelos de estudio y difusión de los bienes culturales a documentar. (Rogerio, M. A., 2011).

Pero este método de documentación también presenta ciertos inconvenientes, y podemos citar como los principales el alto grado de especialización para realizarlo, y el alto coste de los equipos y material necesario.

Otro de los problemas que presenta esta metodología es que, en cuestión del arte rupestre, se realiza la documentación del soporte o relieve, y con posterioridad se sitúan manualmente las figuras sobre el modelo obtenido.

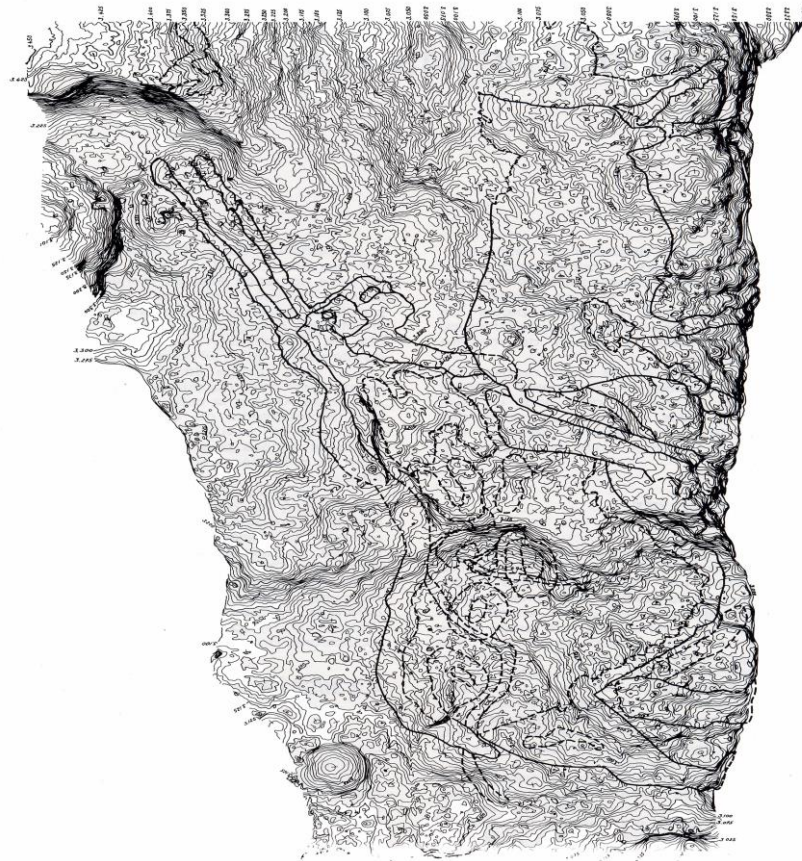


Figura 6.42: Fotogrametría analógica. Sala de los Toros de Lascaux. Fuente: Aujoulat (1987). (Tomado de Rogerio, M. A., 2011).

Todo ello nos puede llevar a imperfecciones, y dejamos abierta la posibilidad de un alto grado de subjetividad en nuestro resultado final. (Rogerio, M. A., 2011). Continuamos pues con los mismos problemas que nos presentan otras formas de documentación del arte rupestre que hemos enumerado con anterioridad.

Para finalizar este apartado señalar otro de los problemas que presenta, y es que esta metodología necesita bastantes horas de trabajo, tanto de campo como de laboratorio para obtener los resultados deseados.

También hay que señalar ciertas ventajas de esta metodología como son: en primer lugar y como ventaja principal de este método, no implica un contacto directo ni con los motivos a documentar ni con el soporte, lo que supone un gran avance con las metodologías precedentes, ya que no produce alteraciones ni deterioro en el yacimiento. Y en segundo lugar indicar que, se obtiene un modelo bastante fiable (aunque no exacto), y en el caso de la documentación del relieve muy aceptable.

6.2.7.2. La fotogrametría digital.

Primeramente señalar la existencia de un paso previo entre la fotogrametría analógica y la fotogrametría digital propiamente dicha. El surgimiento de la informática y la aplicación de las primeras computadoras, introdujeron el cálculo electrónico en este proceso, y facilitó la realización de los cálculos posteriores a la toma de fotografías. Esto se produjo en la segunda mitad del siglo XX, en la que se denominó fotogrametría analítica. (Vozmediano. D., 2006).



Figura 6.43: Ejemplo primeras estaciones de fotogrametría analítica, en equipos de topografía. (Tomado de <https://hmong.es/wiki/Stereoplotter>).

En el año 1957 se inventó el restituidor analítico, que fue aceptado y utilizado hasta los años setenta. En este periodo se desarrollaron muchas técnicas analíticas y surgió la fotogrametría asistida por ordenador. Se realizaban los cálculos fotogramétricos utilizando como información de base, las medidas realizadas sobre fotografías en formato analógico.

Pero ya con el surgimiento de avances técnicos, y mejoras producidas por las cámaras digitales y la generalización de la informática, la mayor parte de los procesos se fue realizando por medio de los ordenadores. Aunque es importante indicar que los resultados a menudo son mejores si utilizamos cámaras réflex.

La fotogrametría digital la podemos definir, como el uso de la tecnología para la obtención de información geométrica, radiométrica y semántica, de objetos tridimensionales, a partir de imágenes digitales en dos dimensiones de los mismos. (*Vozmediano. D., 2006*).

La fotogrametría digital de objeto cercano, es la más popular de las utilizadas hoy en día en el mundo de la arqueología. Debido a muchos motivos, pero principalmente por su accesibilidad y por su buena relación calidad/precio. (*Ruiz, J. L., 2019*).

Entendemos por fotogrametría de objeto cercano o como hemos indicado anteriormente *Close Range Photogrammetry*, a la metodología que utiliza las imágenes obtenidas con cámaras situadas en la superficie terrestre, y situadas a una distancia al motivo u objeto a documentar igual o inferior a 300 metros.

Dentro de este tipo de metodología de documentación, tenemos también tres tipos dependiendo de la distancia al objeto:

- La Fotogrametría de objeto cercano, donde la distancia se sitúa entre 10 cm y 300 metros.
- La Macro-fotogrametría, en que la distancia es de 1 cm a 10 cm.
- Y la Micro-fotogrametría, en la cual la distancia es inferior a 1 cm.
(Vozmediano. D., 2006).

Esta metodología se basa en la utilización de fotografías digitales, realizadas con cualquier tipo de cámara digital (ya sea de cámaras fotográficas de distintos tipos, tabletas digitales, incluso Smartphone, etc.), las cuales son utilizadas por un software especializado, para deducir la posición espacial de puntos homólogos, que son identificados por algoritmos de procesamiento del citado software entre el grupo de imágenes aportadas.

Para conseguir esta identificación, se necesita que cada punto este integrado en al menos tres imágenes diferentes, y que la inclinación de nuestro plano focal respecto del objeto, no sea superior a 45 grados. Estos puntos homólogos son por tanto detectados y transformados en unos puntos que se sitúan en un eje de coordenadas x, y, z. Los valores de las mediciones obtenidas dependerán de los valores de las coordenadas antes indicadas, o de la existencia de puntos de control medidos en una estación de medición total, o manualmente.

El nivel de precisión obtenido en las mediciones, nos indicará la posición geométrica del objeto a documentar. Pero hemos de tener en cuenta las inevitables imprecisiones de una medición o registro realizado manualmente, y no apoyado por otros métodos de registro como los datos aportados por un escaneo láser. (Ruiz, J. L., 2019).

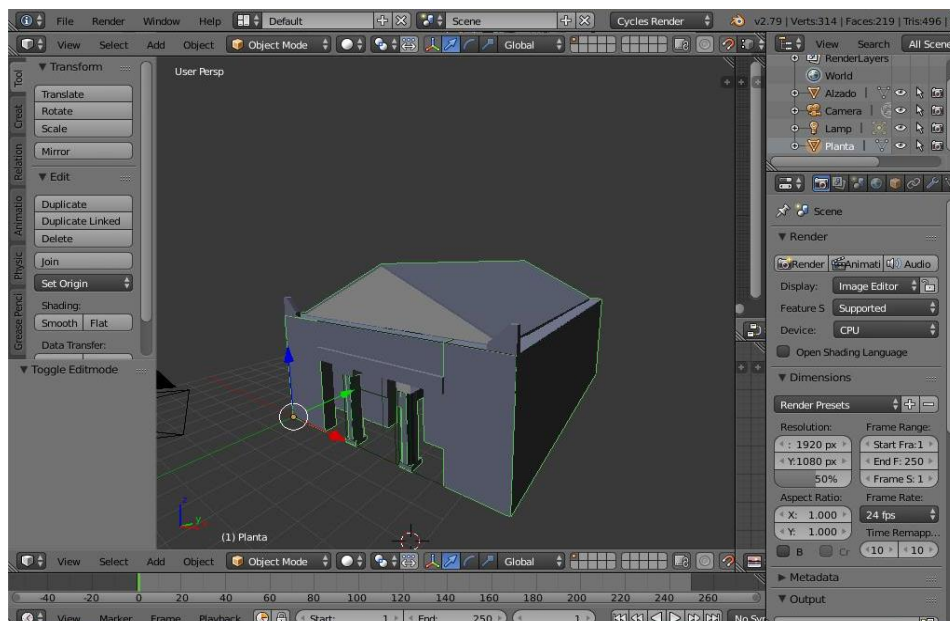


Figura 6.44: Recreación con Blender de un templo en 3D. (Imagen del autor).

Estas nuevas imágenes digitales obtenidas, aportan archivos mucho más completos y con más datos que, nos permiten a través de software específicos la creación de modelos en tres dimensiones, ortofotos, cartografía digital, etc.

Estas orto-imágenes de alta resolución, permiten a los investigadores analizar desde diferentes perspectivas las superficies, e identificar una diversidad de figuras difíciles de localizar si son examinadas con otras metodologías más tradicionales. (Lerma, J. L. et al., 2006).

Uno de los principales motivos de la enorme difusión de esta metodología de documentación, es que se trata de un procedimiento relativamente sencillo, teniendo en cuenta una serie de conocimientos y formación mínima. La mayor parte del software actual se basa en las imágenes tomadas en movimiento de la cámara alrededor del objeto que queremos documentar.

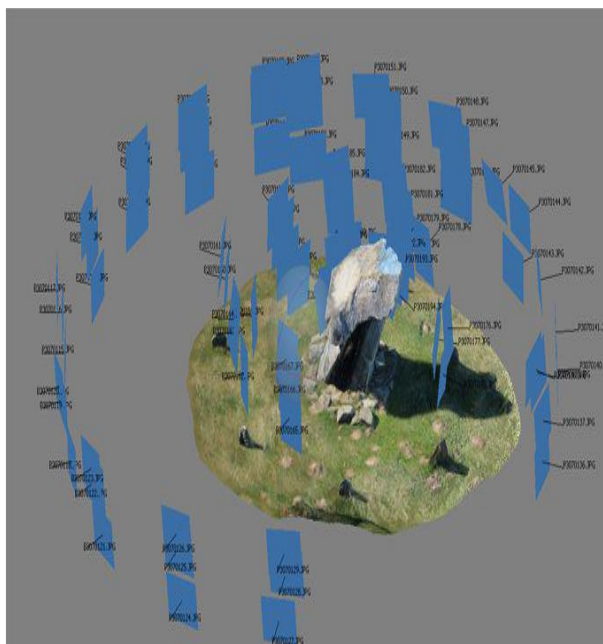
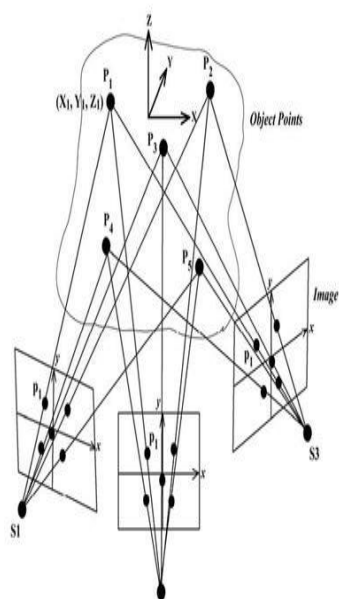


Figura 6.45: Múltiple toma fotográfica para fotogrametría de un dolmen. (Serrano, P., 2020).

Si el objeto de nuestro estudio es de bulto redondo las tomas fotográficas se realizarán circulando a su alrededor, pero sí en cambio se trata de una superficie más o menos plana (como suele ocurrir con los paneles de arte rupestre), nuestra toma de fotografías se realizará de forma paralela al mismo, siempre teniendo en cuenta el solape (también llamado *overlap*), y tratando de cubrir todas aquellas imperfecciones o ángulos del soporte.

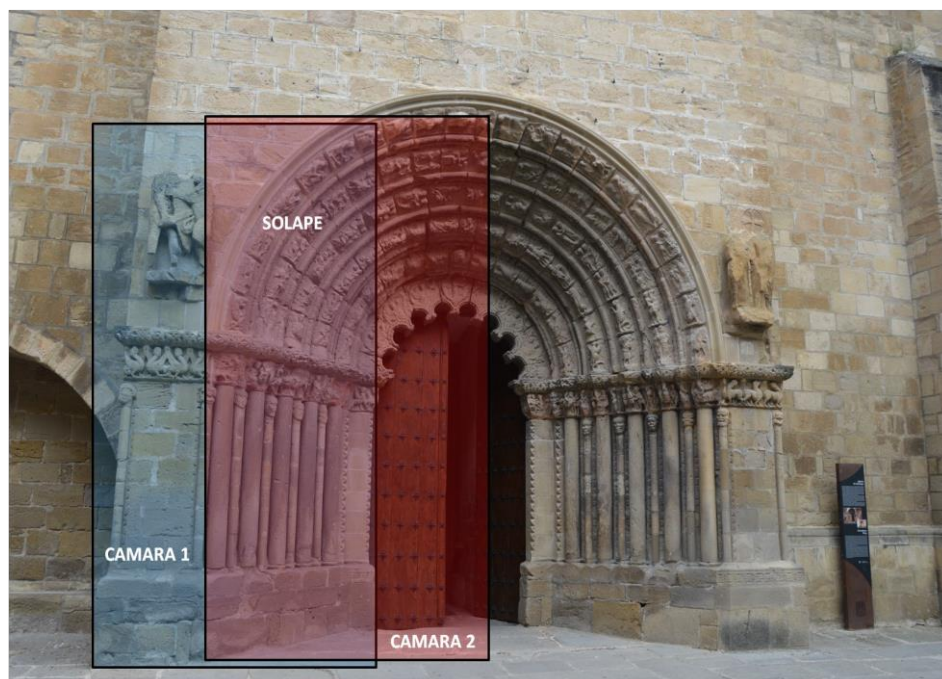


Figura 6.46: Solape (overlap), en toma fotográfica para fotogrametría de portada de una iglesia. (Serrano, P., 2020).

Un procedimiento muy común para este desplazamiento paralelo y horizontal, es la utilización de un *slider* o carro sobre el que se sitúa un trípode, y encima colocamos la cámara fotográfica. Esto nos asegura unos desplazamientos laterales de la cámara precisos, si a ello acompañamos una medición de los puntos donde realizar las tomas, nos aseguramos de que el porcentaje de solape sea el suficiente para la posterior recreación del modelo en 3 D. (Ruiz, J. L., 2019).

Otro de los aspectos fundamentales en la fotogrametría de objeto cercano es la iluminación. Como cualquier técnica basada en la fotografía digital, dependemos totalmente de la cantidad y la calidad de la iluminación recibida por el objeto a documentar, ya que este refleja el tipo de radiación que recibe. (Ruiz, J. L., 2019).

Por tanto es fundamental, para una toma de datos de calidad, que el objeto a documentar este bien iluminado con luz natural o artificial. Pero esta iluminación debe ser estable y coherente, por lo que en trabajos de documentación prolongados, esta iluminación puede variar y puede afectar seriamente a su correcta visibilidad. Con la luz natural, las diferencias de iluminación sobre el objeto o soporte varían mucho la visibilidad y el resultado de las tomas fotográficas. Para la luz artificial, las alternativas más aceptadas hoy en día son la utilización de luces LED y de flashes, con muchas variaciones existentes en el mercado. (Ruiz, J. L., 2019).

La mejora de los equipos y de los procesos informáticos, el desarrollo de nuevos paquetes de software específicos para el procesado posterior, etc., nos ha permitido realizar estudios y modelos fotogramétricos de los yacimientos casi desde cualquier ordenador doméstico.

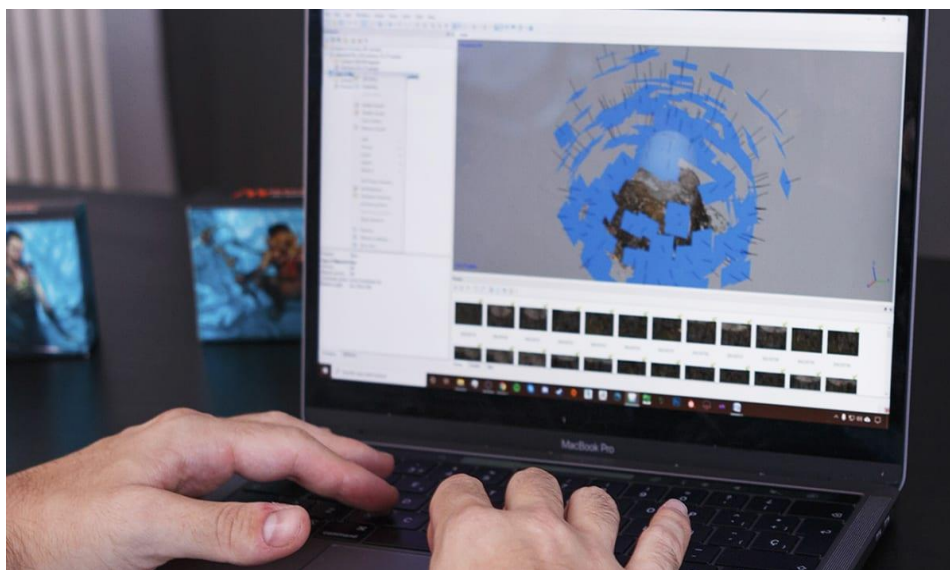


Figura 6.47: Modelos fotogramétricos realizados con ordenador portátil. (Tomado de www.domestika.com).

Las innumerables ventajas que ha aportado la fotogrametría, hacen que sea ampliamente utilizada por la comunidad científica, en cuanto a la documentación, estudio y difusión del patrimonio se trata.

Como podemos observar las ventajas del uso de la fotogrametría digital en el estudio del patrimonio, y en concreto del arte rupestre son múltiples, y superan en mucho a algunos inconvenientes que presenta. Es por ello que se ha venido generalizando su uso, hasta prácticamente imponerse en la mayoría de los estudios en este campo de investigación.

La fotogrametría se presenta como una metodología y un camino óptimo para trabajar con yacimientos arqueológicos. La era digital en este campo nos ha permitido no solamente la captura automática de puntos, líneas, y la consecuente creación de ortoimágenes, modelos visuales, etc., también ha posibilitado la identificación de nuevas superficies y figuras. (*Lerma, J. L., 2001*).

Los estudios fotogramétricos basados en la adquisición de imágenes digitales, pueden ser considerados como una seria variante a otras alternativas mucho más caras como la utilización del láser escáner terrestre. Y pueden ser satisfactoriamente aplicados para el registro de yacimientos arqueológicos y monumentos. Por otro lado, también pueden ser utilizados para complementar y mejorar proyectos en los que el escáner láser es la opción elegida en primer lugar. (*Cabrelles, M. et al., 2010*).

Podemos señalar como ventajas principales de este tipo de documentación las siguientes. Quizá la más importante y la que más destaca, es la no manipulación ni contacto directo con el soporte ni los motivos a documentar, por lo que no se produce ningún tipo de modificación de su estado natural de conservación.

Por otro lado la documentación y el modelo creado se realizan directamente sobre el original, no sobre una representación del mismo, lo que evita distorsiones y disminuye la subjetividad. Se realiza tanto un modelado en tres dimensiones de las figuras como del soporte que los sustenta.

Conseguimos también una georreferenciación exacta tanto del yacimiento como de las figuras. Obtenemos finalmente un modelo en tres dimensiones perfecto, de alta resolución e imperecedero del yacimiento, lo que nos permitirá su estudio en el futuro aunque el yacimiento original se deteriore o desaparezca por diversos motivos.

Nos permite obtener un amplio registro de datos, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo. Con los cuales podemos posteriormente acceder a escenas no visibles por el ojo humano del espectro electromagnético. (*Vozmediano. D., 2006*).

Amplía considerablemente nuestro rango de obtención de datos en superficies y formas irregulares, así como acceder a lugares hasta ahora inaccesibles. (*Vozmediano. D., 2006*).

También conseguimos un ahorro significativo en el tiempo de trabajo de campo, y una gran rapidez en la documentación. Todo ello se traduce también en la mayor parte de las ocasiones en un ahorro económico, aún teniendo en cuenta el alto precio de los equipos y tecnología.

Otra de las principales ventajas es la eliminación casi absoluta de la subjetividad en la documentación, déficit casi imposible de subsanar con el resto de metodologías anteriormente vistas. Y finalmente señalar que obtenemos modelos digitales e informatizados, lo que nos permite un mejor procesado y estudio de las imágenes, así como una mejor difusión de la información a la comunidad científica y al público en general.

También podemos apuntar alguno de los inconvenientes que presenta, que aunque no son muchos sí que son significativos.

En primer lugar indicar que para el correcto manejo tanto de los equipos de campo como los de laboratorio, es necesaria una formación específica y una amplia experiencia, y generalmente estos trabajos son realizados por especialistas en ese campo, dado el alto grado técnico que precisan.

Es destacable también, el alto costo económico tanto de estos equipos de documentación como de los de procesado posterior en laboratorio. Por último significar que se produce un ahorro de tiempo en la documentación de campo; pero en cambio el trabajo posterior de análisis, modelado, renderizado, e interpretación y estudio de la información obtenida se amplía con respecto a otras metodologías de documentación del arte rupestre.

6.2.8. Escáner 3D.

Hoy en día, en los proyectos de documentación del patrimonio cultural se emplean variadas metodologías de adquisición de datos espaciales, como la topografía convencional, la fotogrametría (con sus variantes y variados equipos), y las técnicas de láser terrestre (o TLS *terrestrial laser scanner*). Es muy importante la elección de la tecnología apropiada (sensores, hardware, software), los procedimientos adecuados, el flujo de trabajo correcto, la óptima calidad métrica, etc. Por lo que la elección de la metodología adecuada resulta una cuestión de difícil resolución. (*Cardenal, F. J. et al., 2010*).

Muchos autores sostienen que la fotogrametría es la mejor opción, ya que las imágenes que recaba proporcionan una información semántica muy completa y valiosa. Con gran nivel de detalle, costes moderados, portabilidad de equipo, fácil manejo, rápido registro, etc. Aunque presentan el inconveniente del post-procesado. Pero por otro lado no podemos olvidar el enorme potencial de las técnicas láser. La principal ventaja de los sensores activos, como el caso del TLS, es su gran capacidad de adquisición de datos espaciales, y también de información radiométrica de los puntos medidos (RGB e intensidad). Con esta gran cantidad de datos de cientos de miles o millones de puntos (en pocas horas de trabajo), podemos generar modelos de gran precisión y fiabilidad. Pero su inconveniente está precisamente en que toda esta enorme cantidad de información hay que almacenarla y precisa un posterior procesado. (*Cardenal, F. J. et al., 2010*).

Una de las particularidades de la toma de datos topográficos, ya sea mediante de una estación total o laser escáner, que la diferencian de la fotogrametría es que, mientras que en la primera opción trabajamos sobre datos e información capturados directamente sobre la superficie de un objeto, la fotogrametría procesa sus trabajos y modelos a base de las tomas o representaciones de los mismos. (*Mañana, P. et al., 2009*).

Los instrumentos de captación de datos basado en el láser 3D debería ser la metodología adecuada y preferiblemente recomendada, para capturar nubes de puntos en escenarios donde nos encontramos con formas complejas, de gran extensión, o en aquellas situaciones en las que las condiciones de iluminación son mínimas o incluso inexistentes. (*Lerma, J. L. et al., 2013*).

En los últimos tiempos, para la documentación tanto de abrigos como cuevas donde encontramos arte rupestre, se ha venido imponiendo la utilización de la metodología combinada de fotogrametría y escáner laser 3D.

La integración del láser escáner y la fotogrametría (métodos remotos de recoger datos espaciales y geométricos en 3D) ha de ser utilizada en el estudio de yacimientos. El láser escáner proporciona una nube densa de puntos, que realiza con precisión una réplica de la superficie del objeto y su geometría. Si integramos una cámara digital en la unidad de escaneo, obtenemos imágenes fotográficas que combinadas con la nube de puntos, da la opción de producir modelos fotorrealísticos en 3D interactivos. (*Bates, K. et al., 2010*).

La fotogrametría terrestre con la obtención de imágenes digitales, y el escaneado láser son dos de las soluciones comúnmente más requeridas a la hora de documentar el patrimonio cultural, particularmente el arquitectónico y el arqueológico. Y tenemos tres opciones a la hora de plantear estos trabajos complejos. En primer lugar tener como base las imágenes fotogramétricas y como complemento el escaneado láser para zonas concretas; en segundo lugar realizarlo al revés; y por último una integración del láser escáner y las imágenes digitales. (Cabrelles, M. et al., 2015).

El escáner láser terrestre es una herramienta que permite la recogida masiva de datos, con una alta calidad de resultados, en términos de precisión métrica y texturas. Y su aplicación en el arte rupestre es muy recomendable por la gran cantidad de información recabada en un corto espacio de tiempo. La alta resolución de estos instrumentos nos permite una gran precisión submilimétrica en texturas y detalles muy pequeños. (Lagiüela, S. et al., 2011).

Conseguir la reproducción tridimensional del arte rupestre, ha supuesto, para esta disciplina, uno de los logros más importantes conseguidos durante este siglo. Para ello se han utilizado distintos procedimientos, como son la fotogrametría de objeto cercano (que hemos visto en el apartado anterior), el escáner láser, y el escáner de luz estructurada. Todos ellos han conseguido resultados semejantes, en numerosos estudios de documentación de estaciones con arte rupestre. (Ruiz, J. L., 2019).



Figura 6.48: Escáner 3D de luz blanca estructurada, escáner láser 3D y estación total en el proceso de documentación geométrica del abrigo de la Cerrada del Tío Jorge o Tío José. Angás. (Tomado de Angás J. et al., 2015).

El escaneado de un yacimiento que contenga arte rupestre, se puede realizar actualmente con un escáner láser, con un LIDAR aéreo-trasportado, o con fotogrametría (también utilizando drones, ya sean de ala fija o rotatoria). Con todos estos sistemas de registro y escaneado se obtienen nubes de puntos y mallas, los cuales pueden ser referenciados a partir de puntos comunes o de coordenadas compartidas. (Ruiz, J. L., 2019).

De estas densas nubes de puntos se derivan mallas poligonales, que nos reproducen con exactitud los aspectos físicos de yacimiento documentado. El escaneado en 3D recaba gran cantidad de datos sobre la forma y dimensiones de un objeto, plano, yacimiento, etc.

El *escáner láser* fue el más utilizado en los inicios de la era digital, en cualquiera de sus variantes, ya fueran los de diferencia de fase, de tiempo de vuelo o de triangulación. El escáner laser es un dispositivo que recaba una cantidad masiva de datos, mediante la medición de las distancias y ángulos realizado por un rayo láser, el cual se emite en diferentes longitudes de onda.

La aplicación de la tecnología del escáner laser 3D, en un principio va dirigida a registrar y analizar cualquier tipo de objeto o estructura, para múltiples campos y disciplinas, ya sean estudios patrimoniales o no. La obtención de estos datos puede estar relacionada con la documentación, conservación y restauración del patrimonio cultural (ya se trate de arqueología, paleontología o arquitectura), o bien relacionados con sectores como la ingeniería, la industria o la obra civil. Su propio carácter interdisciplinar, la relacionan con otro tipo de tecnologías pioneras de investigación, con las cuales se enriquece. Relacionadas con estudios medioambientales, documentación del paisaje mediante SIG, estudios hidráulicos, análisis espectrales de arte rupestre, etc. (Angás, J. et al., 2013).

El escáner basado en pulsos láser, también denominado escáner de tiempo de vuelo (Figura 6. 49), mide el tiempo transcurrido entre la emisión del pulso y la recepción del rebote sobre el objeto o superficie a documentar. O por medio de los desfases entre las longitudes de onda emitidas y las recepcionadas tras el reflejo.



Figura 6.49: Trabajo de documentación en Fuente de los Molinos con Escáner láser 3D. Proyecto Velad. Vélez Blanco (Almería). Año 2015. (Tomado de colección Ripoll, S.).

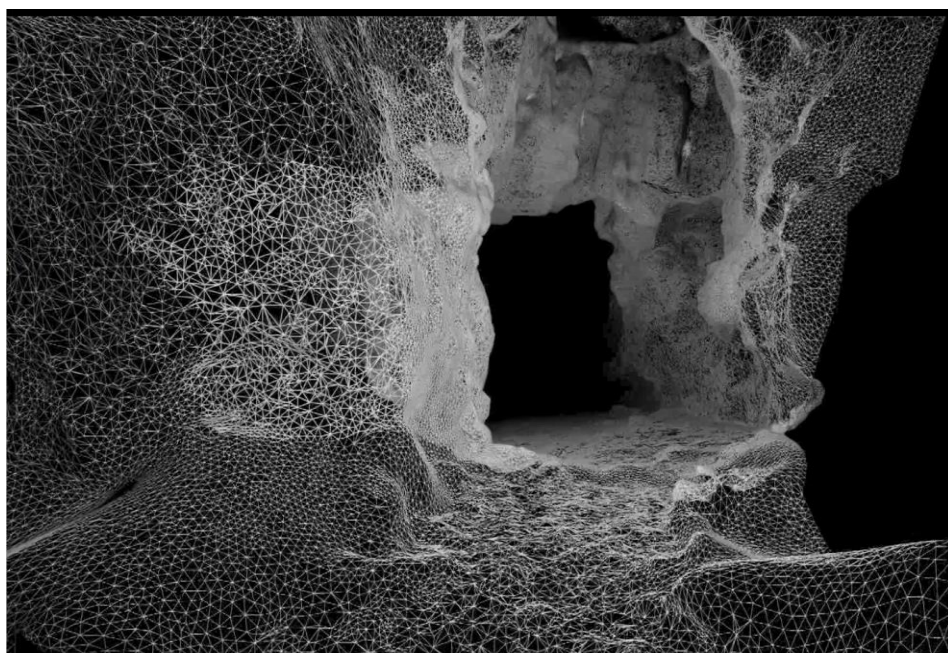


Figura 6.50: Cueva de El Reno (Guadalajara), nube de puntos obtenida con escáner 3D (Tomado de Bayarri, V. Gim-Geomatics, Proyecto SIGAREP I).

Es decir, nos mide la intensidad de la señal y la distancia, estableciendo su posición espacial (x, y, z) de los puntos a lo largo del objeto o superficie, así como el registro RGB de su color. (Ruiz, J. L., 2019).

Obtenemos por tanto, una nube de puntos densa y coloreada, y la resolución obtenida dependerá de las características de nuestro equipo, y de la configuración y calibrado que hayamos realizado. No dependen sus resultados de la existencia de luz, ni natural ni artificial, y nos permite una precisión en la toma de datos de todo tipo de superficies, con una aproximación submilimétrica.

En el escáner láser, un haz de luz láser es emitido hasta cada uno de los puntos de la superficie a documentar. El escáner dispone de varios espejos giratorios que van emitiendo y van haciendo un barrido por toda la superficie. Su cabeza rotatoria y los espejos internos que posee, nos permiten obtener datos en formato de una escena panorámica, abarcando un total de 360°. (Conchón, M. S. et al., 2012).

El escaneo láser nos proporciona una nube de puntos densa que representa una réplica de la geometría de la superficie del objeto o del yacimiento. Si integramos una cámara digital en la unidad de exploración, permite que las imágenes fotográficas se combinen posteriormente con las nubes de puntos, para la producción de modelos en 3D fotorrealistas e interactivos. El sistema de posicionamiento global geográfico nos permite obtener distancias y coordenadas, así que el yacimiento y el resto de datos quedan georreferenciados. (Bates, K. et al., 2010).



Figura 6.51: Cueva de El Reno (Guadalajara), modelado de la nube de puntos para conseguir superficies rocosas (Tomado de Bayarri, V. Gim-Geomatics, Proyecto SIGAREP I).



Figura 6.52: Cueva de El Reno (Guadalajara), texturado de las superficies rocosas (Tomado de Bayarri, V. Gim-Geomatics, Proyecto SIGAREP I).

Conseguimos también un posicionamiento georeferenciado, proporcionado por el GPS del propio escáner y de las mediciones realizadas con la estación total de dianas repartidas a su alrededor. Una alternativa es el uso de grupos de esferas de referencia, los cuales ayudan a solapar los diferentes tramos de escaneado. (Ruiz, J. L., 2019).

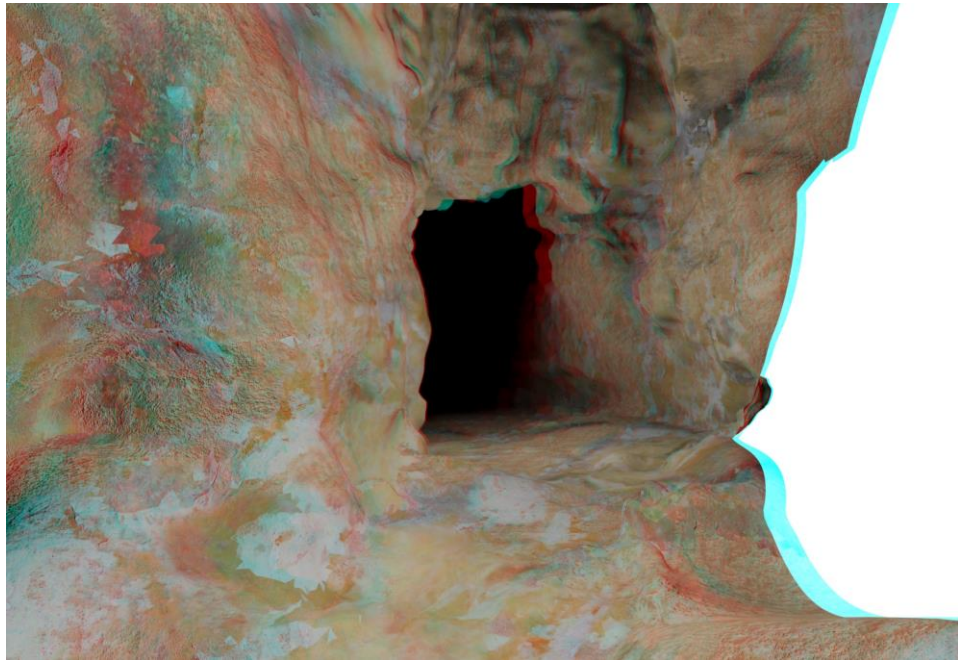


Figura 6.53: Cueva de El Reno (Guadalajara), anaglifo de la cavidad para su visión con gafas 3D (Tomado de Bayarri, V. Gim-Geomatics, Proyecto SIGAREP I).

Los escáneres láser no suelen recopilar imágenes de la estación a documentar, por lo que el trabajo suele completarse con una serie de toma fotográfica, que se acopla con posterioridad a la malla geométrica durante el post-procesado.

Por su parte el *escáner de luz estructurada* genera y emite un patrón de luz que se proyecta sobre el yacimiento o el objeto a documentar. Existiendo variados tipos y características, el funcionamiento es similar. Este patrón emitido, al ser captado por el sensor óptico realiza un registro de la geometría y el color del motivo de interés.

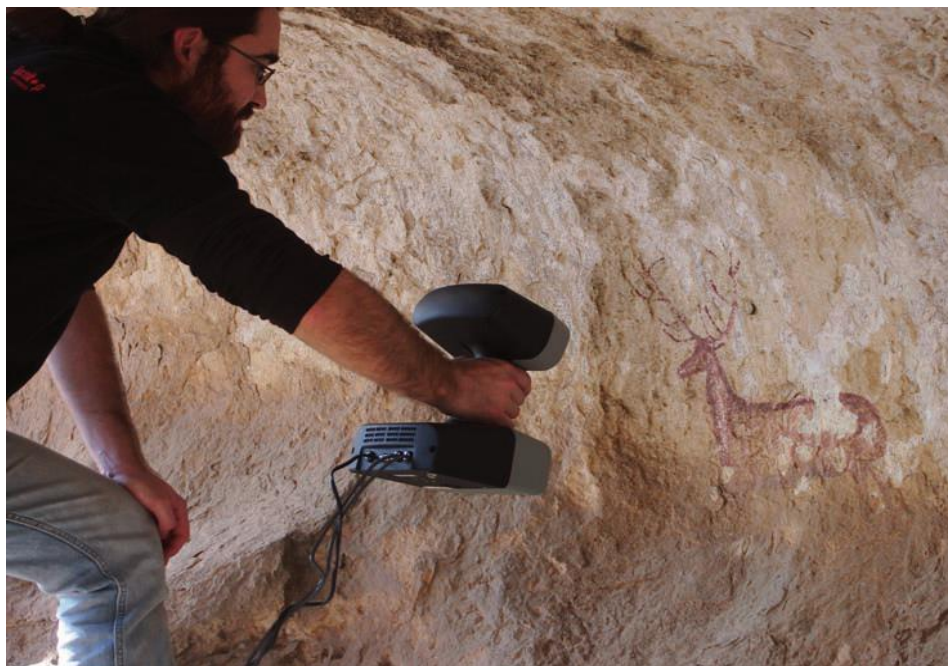


Figura 6.54: Digitalización mediante escáner 3D de luz blanca estructurada. Abrigo de Chimiachas (Parque Cultural del Río Vero. Huesca). (Tomado de Angás, J. et al., 2014).

La luz que emite el escáner puede ser blanca (como el de la imagen 6.54), o infrarroja. Actualmente se opta por esta segunda opción, ya que de este modo la luz emitida no interfiere con la iluminación natural o artificial de la documentación, ni altera los colores originales del motivo.

De modo diferente a otro tipo de escáneres basados en la medición del tiempo de vuelo o la diferencia de fase, a través de la proyección de una luz láser sobre el objeto, este tipo de escáneres de mano, proyectan un patrón de luz estructurada, bidimensional, de rayas o rejilla. El cual nos permite obtener una nube de puntos por medio de la triangulación. Un proyector emite la luz, y una cámara (generalmente son al menos dos receptores), obtienen las imágenes de dicho objeto. (Rodríguez, F. I., 2014).

Del mismo modo que los escáneres láser, también captura el color RGB de la totalidad de los puntos escaneados, ya que va combinado con una cámara digital de baja resolución. (Ruiz, J. L., 2019).

Este tipo de escáner es muy usado para la documentación de superficies grabadas, ya que puede alcanzar resoluciones tan altas como el escáner láser, con una precisión de 0,05 mm, y con un uso más sencillo.

Los equipos de este tipo más utilizados actualmente son los denominados *handheld*, que al ser de uso manual requieren un desplazamiento por toda la superficie a documentar. (Ruiz, J. L., 2019).

Con toda esta información y datos obtenidos, se realizan por medio de software específicos modelos en tres dimensiones, que son utilizados para una enorme variedad de aplicaciones y por muchas entidades y disciplinas científicas.

Mediante esta tecnología, los escáneres 3D pueden generar imágenes tridimensionales de geometrías y entornos muy complejos, y realizar toda esta tarea en tan solo unos minutos, y con un alto nivel de detalle.

Esta tecnología procedente en un inicio del sector privado y del sector de la industria, ha pasado a generalizarse en el estudio de patrimonio, y por medio de las entidades públicas.

Los datos geométricos de la superficie recabados por parte del escáner son acumulados en una nube de puntos. Con esta nube de puntos se dibuja la silueta y forma de la superficie u objeto, en un proceso denominado reconstrucción.

Los escáneres a diferencia de las cámaras fotográficas, recopilan los datos de la geometría de las superficies, dentro del campo de visión donde estén situados en un ángulo de 360 °.

Supongamos que dividimos todo el espacio a documentar en un eje esférico de coordenadas, donde el escáner se sitúa exactamente en el centro. Cada punto milimétrico escaneado es asociado a unas coordenadas y a una distancia medida del centro donde se sitúa el escáner.

Al finalizar el proceso de escaneo conocemos exactamente la posición tridimensional de cada punto de la malla recabado, con respecto al eje de coordenadas y entre sí mismos.

Suelen realizarse varias mediciones, ya que con una sola toma no suele poder recabar toda la información de la superficie a documentar, debido a las irregularidades del terreno (sobre todo en el interior de cuevas y abrigos). Estas diferentes tomas o mediciones se aglutinan en un mismo sistema referenciado de alineación, que posteriormente se engloba en un modelo unificado mediante software informático.



Figura 6.55: Escaneado y registro de datos en 3D de un yacimiento. Cueva de los Letreros en Vélez-Blanco (Almería). Proyecto Velad. Año 2015. (Imagen del autor).

La utilización del láser escáner en 3D nos aporta un doble valor metodológico. Por un lado el ya mencionado modelo milimétrico del original, tanto de la propia estación como del entorno, registrando las figuras y sus escenas, lo que también nos permite llevar un control de la estructura y morfología del yacimiento, con el objeto de poder controlar cualquier alteración o patología de la roca. Y por otro lado, nos proporciona una herramienta de estudio, análisis y transformación de los datos digitales obtenidos. Y con ello poder realizar nuevos descubrimientos de figuras no observables por el ojo humano. (Sebastián, M. et al., 2010).

La minuciosidad con que los datos son recogidos, y la posibilidad que nos ofrece esta tecnología de georreferenciar todos los puntos topográficamente, nos daría la posibilidad de crear por primera vez un verdadero archivo documental geométrico. Nos ofrece también un modelado reproducible cualitativa y cuantitativamente a cualquier escala. Pudiendo controlar cualquier tipo alteración y su constante estado de conservación. (*Sebastián, M. et al., 2010*).

Para generalizar el funcionamiento básico de los escáner láser, indicar que recaban con una enorme velocidad y precisión las coordenadas espaciales (X, Y, Z), y los valores de intensidad de los objetos reflejados. Para una correcta documentación se debe seleccionar con precisión el emplazamiento del escáner, y realizar los trabajos que sean necesarios para cubrir todas las superficies e irregularidades de la superficie (importante aumentar la resolución en aquellos lugares que tengan mayor interés).

A continuación se procede al procesado del modelo, con la alineación de los distintos sistemas de coordenadas en un único sistema de referencia común. Seguidamente eliminaremos aquellos datos escaneados que no resulta interesante reflejar, las redundancias y el ruido. Para finalizar este paso generaremos la malla de la nube de puntos obtenida en la documentación, eliminando zonas oscuras no deseadas. (*Lerma, J. L. et al., 2010*).

El siguiente proceso sería el de texturización, en el cual podríamos incorporar las imágenes digitales que hayamos tomado con anterioridad, creando un modelo en 3D, el cual resulta una réplica bastante exacta del original. A través de software podemos utilizar este modelo para su visualización detallada, estudio y difusión en entornos virtuales.

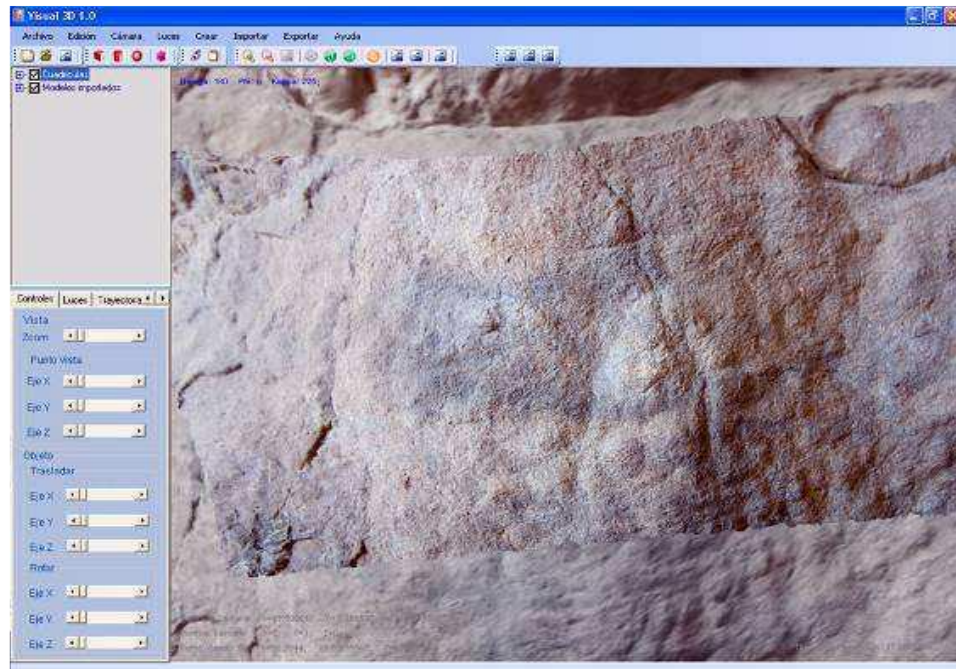


Figura 6.56: Detalle del modelo texturizado del grabado paleolítico. (Tomado de Lerma, J. L. et al., 2010).

Las ventajas e inconvenientes que presenta esta metodología son similares a las de la fotogrametría. Las ventajas que aporta este tipo de documentación son múltiples.

Primeramente indicar que no hay un contacto directo con la superficie, lo que como ya hemos indicado supone un seguro para la buena conservación del yacimiento para el futuro. Trabajamos directamente con el yacimiento y no sobre una representación, por lo que disminuimos la posible subjetividad. Obtenemos un modelo en tres dimensiones exacto del original, con un georreferenciación también exacta.

Creamos este modelo en tres dimensiones de alta calidad, obteniendo una réplica imperecedera para el futuro. Eliminamos totalmente la subjetividad e imperfección humanas en la documentación. Y por último creamos un modelo digital muy fácil de manejar y fácilmente divulgable a la comunidad científica y al público en general.

También existen inconvenientes y vamos a citar aquellos que más destacan. Como son el alto coste económico de los equipos tanto de campo como informáticos, las dificultades de transporte que a menudo se presentan, ya que es muy frecuente que los yacimientos a documentar estén en lugares de difícil acceso, y los equipos son muy pesados. Se necesita bastante tiempo de trabajo en laboratorio para el procesado de las imágenes y la creación de los modelos informáticos. También es necesaria una formación específica para el uso de estos equipos y software necesario, hasta tal punto, que estas documentaciones suelen realizarlas equipos especializados, a menudo ajenos a la comunidad científica encargada del estudio, y también suele tratarse de empresas privadas contratadas por la administración.

Los inconvenientes de alto coste de los equipos, y el carácter desordenado de la enorme cantidad de datos recabados, y sobre todo la imposibilidad de proporcionar datos que incorporen imágenes digitales en color con texturas reales y de alta resolución, ha hecho que muchos investigadores consideren que lo adecuado es su integración con técnicas geomáticas de fotogrametría de rango cercano. Para poder proporcionar una documentación y reconstrucción tridimensional integrales. (*Conchón, M. S. et al., 2009*).

6.2.9. El calco digital.

La era digital ha puesto en manos de disciplinas como la arqueología una enorme cantidad y variedad de equipos, programas, técnicas de captura, retoque, alteración, tratamiento, rectificación métrica y gráfica tanto de imágenes en 2D, con software como Photoshop, ImageJ, etc., como restitución en 3D de alta resolución, como la fotogrametría digital y el escáner 3D. Toda esta variedad de opciones nos permiten realizar una documentación muy completa de los enclaves con arte rupestre (tanto las figuras como sus soportes), con mucha exactitud y reduciendo la subjetividad. (Domingo, I. et al., 2013).

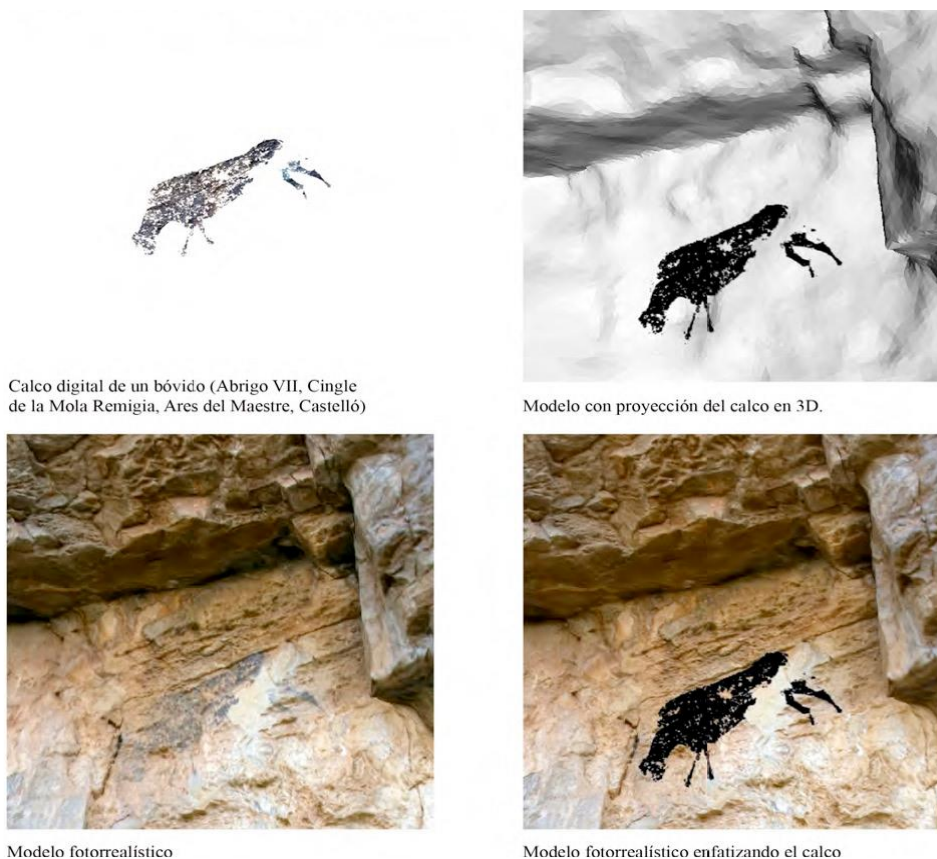


Figura 6.57: Combinación calcos 2D y modelos 3D. Múltiples lecturas de un mismo panel. (Tomado de Domingo, I. et al., 2013).

Del mismo modo se amplía la variedad de interpretaciones de un mismo documento o archivo, dependiendo de la finalidad última de nuestro estudio, y según el interés u objetivo que busquemos (investigación, conservación, publicación o divulgación científica); así como su formato de difusión, ya sea digital o impreso. Y sobre todo evitamos una intervención que precise un contacto directo con los motivos o el soporte. (*Domingo, I. et al., 2013*).

La restitución gráfica es un procedimiento indispensable para poder conseguir dos objetivos principales: interpretar las grafías y facilitar la observación a otros investigadores. Este proceso tradicionalmente se ha realizado de forma manual, con los calcos analíticos y los descriptivos. Con la era digital se han reducido estos procesos manuales, introduciendo criterios objetivos con algoritmos para la selección de tonalidades, consiguiendo mejores resultados homogéneos y fidedignos. (*Gárate, D., 2018*).

Resulta necesario realizar un estudio técnico y preciso, que pueda facilitarnos la identificación de las figuras. Sobre todo cuando su estado de conservación no es óptimo, o tenemos gran número de superposiciones que nos dificultan su individualización y estudio. Para ello una buena herramienta de trabajo son los calcos electrónicos, que son documentos descriptivos de estudio a escala, que nos facilitan la visualización, e interpretación del arte rupestre, así como su divulgación y realización de estudios de degradación y conservación de las estaciones. (*Domingo, I. et al., 2013*).

Debemos entender el calco electrónico como una herramienta que se pone a disposición del investigador, para poder analizar y estudiar el arte rupestre de una forma más fiable y objetivable. Así como poder captar y procesar información que resulta difícil e incluso a veces imposible de captar por el ojo humano. (Montero, I. et al., 1998).

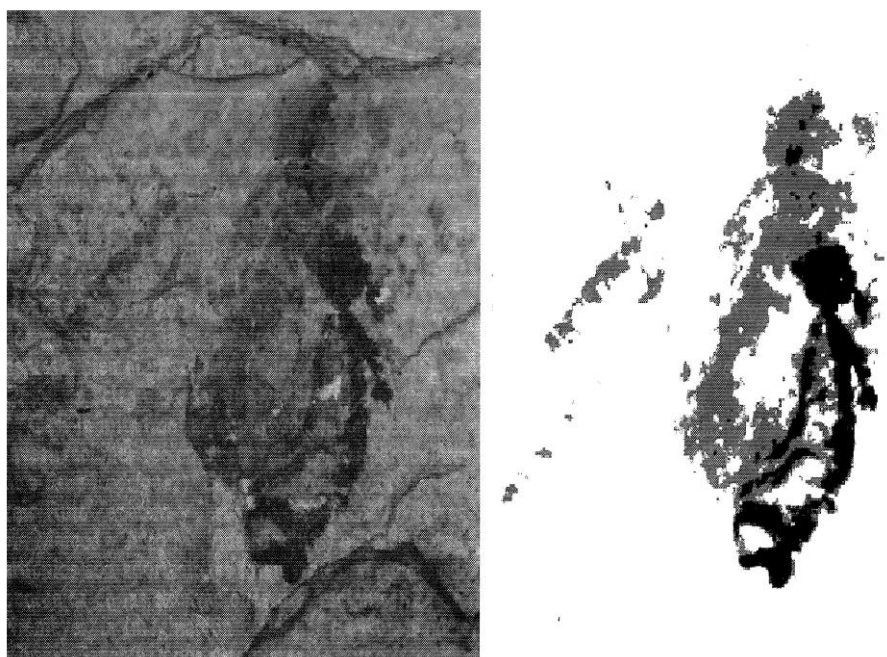


Figura 6.58: Fotografía y calco electrónico, figura 32 (Abrigo IV). Cingle de la Gasulla. (Tomado de Montero, I. et al., 1998).

Desde los inicios de la era digital se fueron utilizando técnicas de retoque fotográfico para poder mejorar la visibilidad de los motivos de arte rupestre, tratando de aislarlos respecto al soporte que los sustenta, mediante procedimientos de selección de áreas de color. Suponiendo una mejora respecto a las técnicas anteriores, y basándose en la metodología de elaboración de calcos a partir de fotografías impresas o diapositivas.

Destacaron inicialmente dos técnicas, el llamado calco aditivo (que selecciona las áreas con registro gráfico), y el llamado calco sustractivo (que selecciona una zona de soporte y va eliminando aquellas zonas que no muestran representaciones).

La imagen digital se encuentra compuesta por matrices numéricas, en las cuales quedan establecidas las diferentes variables de color (como el tono, la saturación, y el brillo). La coordinación de estas variables, con millones de posibilidades, nos permite realizar combinaciones y selecciones de modelos para poder observar las imágenes de formas muy diferentes. El procedimiento consiste en ir descomponiendo la imagen y organizando los datos, para ir seleccionando la información relevante (los pigmentos que nos interesan), a través de criterios matemáticos. (*Montero, I. et al., 1998*).

Es importante señalar que no se realiza un falseamiento de la imagen real, solamente se realiza una manipulación de los píxeles existentes en el archivo, para extraer las posibles variables y modelos que nos sean de utilidad pero sin modificar la realidad. Esto nos permite obtener la información importante sobre las figuras, sobre los pigmentos que nos interesa seleccionar para su discriminación individual. (*Montero, I. et al., 1998*).

Todas estas posibilidades nos darán la opción de poder estudiar, analizar y plasmar cada figura de manera individualizada. Siendo de gran utilidad en aquellos yacimientos en los que las imágenes se encuentran muy degradadas, son muy difíciles de advertir, o existen superposiciones.

El punto de partida en la documentación de una estación con arte rupestre debe ser el de poder identificar individualmente cada uno de los motivos del panel. Para ello la documentación con imágenes digitales en 2D de alta resolución para su posterior tratamiento con software, nos permite aislar y acentuar diferencias de cada figura para la posterior elaboración de calcos digitales. (Domingo, I. et al., 2013).

La percepción visual del ser humano de las imágenes, pese a disponer de un sensor de alta capacidad, está condicionada a efectos visuales engañosos, diferentes en cada persona. El ojo realiza una conversión cromática, y aquello que percibimos con un color en un primer instante, va alterándose pasado un tiempo.

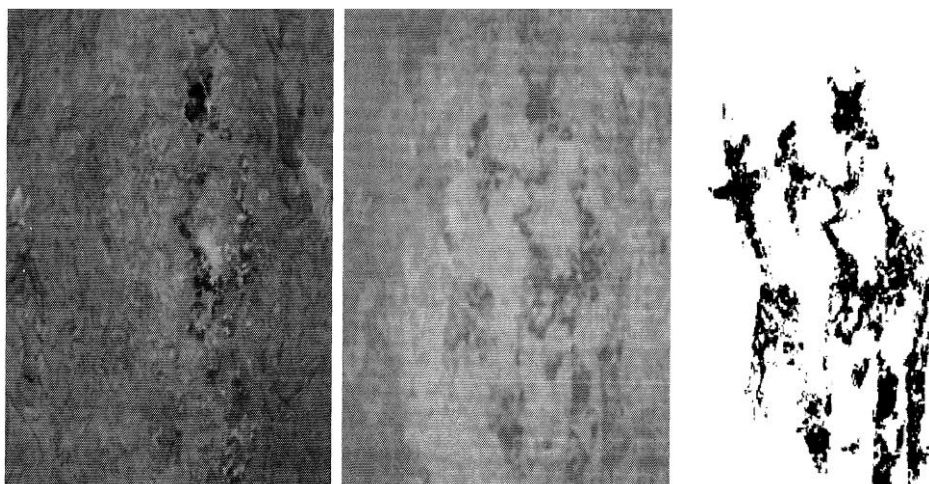


Figura 6.59: a) fotografía con restos de tres figuras humanas a la izquierda. Figuras 2 a 4 (Abrigo IX), Abrigos de la Saltadora, Barranco de la Valltorta, Cuevas de Vinromá, Castellón. (CPRL del Departamento de Prehistoria del C.E.H.). b) Descomposición y filtrado de la imagen digital para resaltar las pinturas, c) Calco electrónico realizado a partir de la imagen digital a alta resolución. (Tomado de Montero, I. et al., 1998).

Es decir, nuestra visión va realizando correcciones automáticas cromáticas (y de otros tipos), y tiende a situar la imagen en valores intermedios. Ofreciéndonos una imagen que integra todas las variables superpuestas en una única perspectiva, que se va modificando si varían las condiciones ambientales (ya sean lumínicas, de orientación, etc.). (*Montero, I. et al., 1998*).

Con la fotografía digital, también establecemos unas condiciones concretas para la captación de una imagen, pero el abanico de posibilidades se nos amplía, ya que podemos seleccionar las opciones o variables que deseemos, e incluso alcanzar longitudes de onda no perceptibles por el ojo humano, lo que nos ofrece mayores medios de identificación e interpretación de las figuras.

Es importante en una completa documentación de yacimientos de arte rupestre, obtener modelos tridimensionales fotorrealísticos. Pero si nuestro objetivo es estudiar e identificar figuras, necesitamos profundizar en el estudio de cada motivo, y para ello necesitamos, para poder manipularlos, aislarlos del soporte que los aloja e individualizarlos. (*Domingo, I. et al., 2013*).

Si bien es cierto que, en el proceso de digitalización de las imágenes se producen también distorsiones, entre ellas cromáticas. Pero al tratarse de archivos digitales susceptibles de alteración, podemos tratar de restituir las condiciones y colores originales, de ahí la gran importancia de incluir una escala de color adecuada en nuestra documentación de los motivos. (*Montero, I. et al., 1998*).

La reproducción bidimensional de motivos de arte rupestre, situados en espacios tridimensionales suele conllevar cierta distorsión métrica, ya que solamente documentamos dos dimensiones (la altura y la anchura), y se acentúa por las alteraciones provocadas por la lente en función de la distancia focal y el ángulo de disparo. (Domingo, I. et al., 2013).

Hemos que tener siempre presente que cualquier tipo de calco, ya sea procedente de fotografías analógicas o digitales, tendrá siempre distorsiones y distará mucho de ser una fiel reproducción de la realidad si no se corrigen mediante software.

Todas las tomas fotográficas presentan distorsiones y aberraciones geométricas y cromáticas (Ruiz, J. L., 2019), las cuales he desarrollado con anterioridad. Debemos tener en cuenta que tratamos de plasmar una realidad tridimensional con un formato de archivo bidimensional, y para lograrlo se ha tratado de desarrollar las metodologías para aproximar e integrar el calco digital sobre modelos en 3D.

Resulta importante señalar las enormes posibilidades que nos ofrece hoy en día la fotografía digital, obteniendo imágenes en longitudes de onda más allá de la visión del ser humano y de las fotografías tradicionales (infrarrojo, ultravioleta, etc.). Ello nos permite identificar figuras recubiertas por depósitos de calcita u orgánicos, o aquellas muy degradadas o aislar las superposiciones. Todo ello gracias al posterior retoque con software, y su individualización y plasmación en los calcos digitales. (Domingo, I. et al., 2013).

En la documentación y análisis de este tipo de estaciones es importante también, la realización y plasmación digital de una reproducción o documento que, establezca la relación existente entre cada figura respecto al resto de motivos del panel. Ello nos permite profundizar en el análisis y comprensión de las secuencias, agrupaciones, escenas y las pautas compositivas.

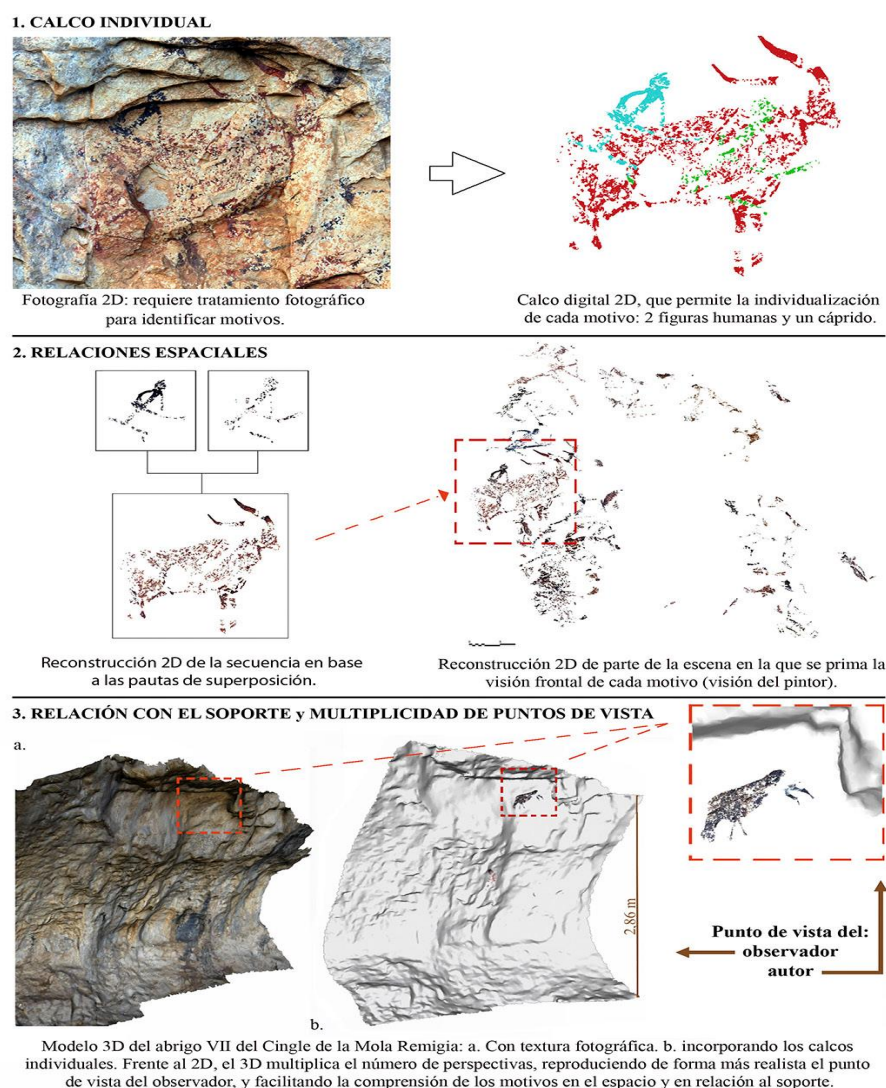


Figura 6.60: Documentos para una reproducción integral del arte rupestre. (Tomado de Domingo, I. et al., 2013).

También debemos mostrar y plasmar la relación y posición de las figuras y sus escenas, con respecto al soporte pétreo que las aloja. Esta representación resulta muy importante, ya que además de mostrar la situación de las figuras en el panel, estudiamos otros factores como el uso de los espacios, función de las irregularidades del soporte, posibles alteraciones intencionadas, etc. (Domingo, I. et al., 2013).

Una de las principales limitaciones de las reproducciones en 2D, tanto analógicas como digitales, es poder reproducir la multiplicidad de planos en los que se manifiesta un panel. En la documentación en dos dimensiones se plasma un único punto de vista, que suele coincidir con el que en su día realizó las representaciones. En muy pocas ocasiones se plasman otros puntos de vista.

Pero con la incorporación de las técnicas de documentación tridimensionales se puede suplir esta deficiencia. Con los modelos tridimensionales digitales podemos escalar y rotar los paneles, para observarlos y estudiarlos desde otros puntos de vista. La combinación de las técnicas de digitales de 2D (fotografía y calco digital), con los modelos en 3D, resultan técnicas complementarias, que nos permiten realizar múltiples lecturas de un mismo yacimiento, una observación más detallada de las figuras, así como una reproducción más fiel y exacta de la estación. (Domingo, I. et al., 2013).

Desde el punto de vista de la conservación, la creación de modelo en 3D de alta resolución de las representaciones parietales así como de sus soportes, abrigos, cuevas, etc., permitirá que en un futuro incierto conservemos un modelo digital de alta precisión, una réplica virtual que permita a futuras generaciones su estudio y disfrute. (Fritz, C. et al., 2007).

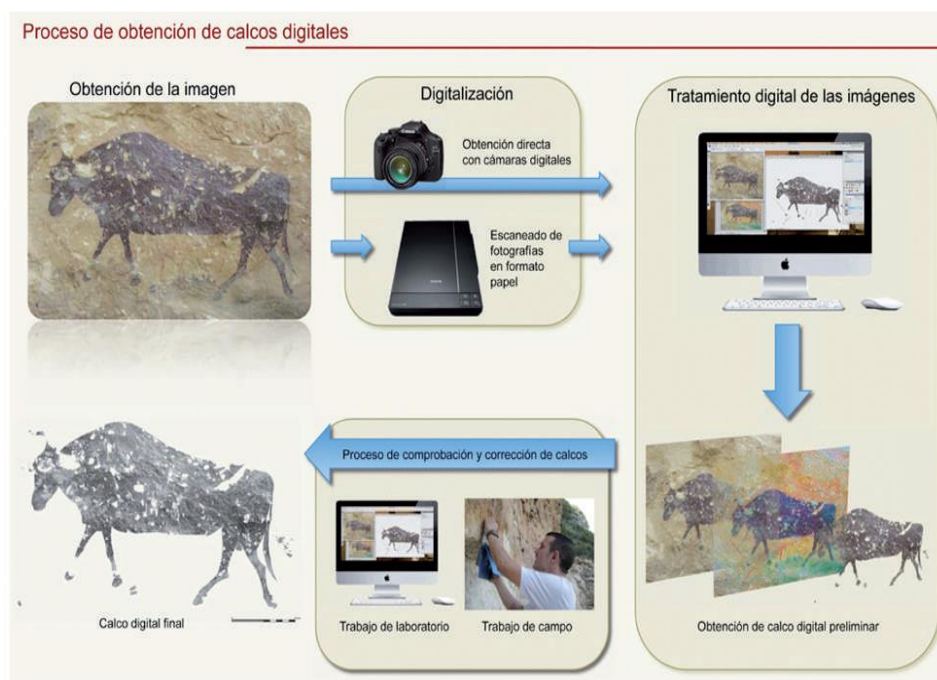


Figura 6.61: Esquema de realización de calcos digitales. (Tomado de Bea, M., 2012).

Sin ninguna duda el calco sobre fotografía digital, así como la fotogrametría y el escáner láser nos aportan una ventaja esencial, que justifica el haberse convertido en las metodologías más demandadas por los investigadores. Ya que además de ser técnicas de documentación muy precisas, nos permiten identificar y analizar nuevos aspectos no perceptibles por el ojo humano, y no solamente el descubrimiento de nuevas figuras, sino también el establecimiento de nuevas relaciones, organizaciones compositivas y problemas de conservación. (Sebastián, M., et al, 2010).

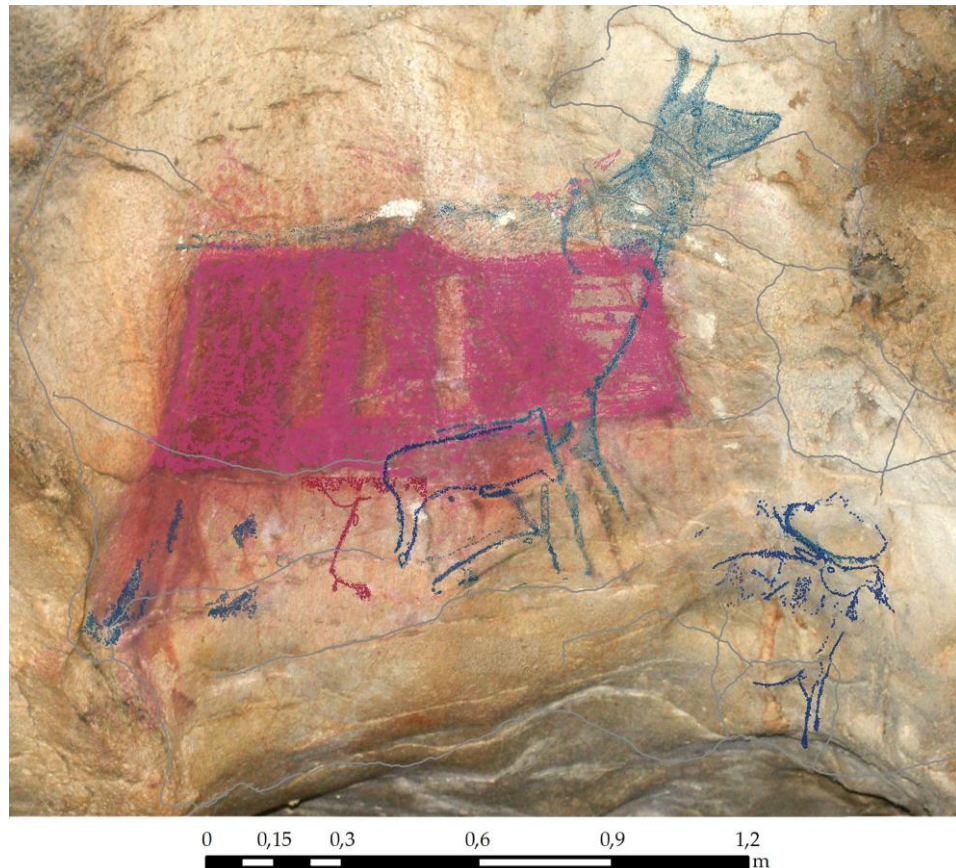


Figura 6.62: Calco digital sobre ortoimagen de un panel Cueva del Castillo. (Tomado de Bayarri, V., 2020).

Con la metodología de reproducción digital a partir de una textura de alta resolución de un modelo fotogramétrico, e integrando en ellos las reproducciones digitales de las figuras, a base de una textura generada en modo ortofoto u ortofoto adaptativa, conseguimos una fiel reproducción del yacimiento, y garantizando una menor distorsión de los motivos, que con otro tipo de procedimientos. (Ruiz, J. L., 2019).



Figura 6.63: Modelo 3D renderizado en Adobe Photoshop del Canchal de las Cabras Pintadas I (La Alberca, Salamanca), texturizado con la reproducción digital obtenida a partir de su textura en formato ortofoto adaptativa generada en Agisoft Metashape. (Tomado de Ruiz, J. L., 2019).

A continuación se muestra una Tabla, donde podemos observar las principales ventajas y limitaciones que presentan las metodologías de documentación analizadas en este capítulo.

Procedimiento	Ventajas	Limitaciones
Dibujo a mano alzada	<p>No implica contacto directo con los motivos. Barato. No requiere equipamiento adicional. Resuelve problemas de visibilidad en el trazo y aclara el orden de superposiciones.</p>	<p>Gran subjetividad potencial. Fidelidad cuestionable. Lento: necesidad de gran cantidad de horas de trabajo de campo y posteriores de gabinete.</p>
Calco directo	<p>Barato. No requiere formación adicional ni equipos complicados. Resuelve problemas de visibilidad en el trazo y aclara el orden de superposiciones.</p>	<p>Potencialmente subjetivo. Fidelidad cuestionable. Lento: necesidad de gran cantidad de horas de trabajo de campo y posteriores de gabinete. Invasivo: Posibles deterioros mecánicos. Condensaciones en la cara interna del soporte plástico. Transferencia de sustancias adherentes a la roca soporte.</p>
Calcos por frotación (<i>frottage</i>)	<p>Barato. No requiere formación adicional ni equipos complicados. Relativamente rápido: no requiere un tiempo prolongado en el trabajo de campo.</p>	<p>Potencialmente subjetivo. Fidelidad cuestionable. Invasivo: Posibles deterioros mecánicos. Posibles deterioros químicos. Deterioro estético cuando implica la adición de pigmentos. Favorecimiento de procesos de Biodeterioro.</p>
Obtención de moldes directos	<p>Refleja el relieve y la microtopografía del grabado. Resultados fiables.</p>	<p>Requiere formación específica. Caro. Invasivo: Posibles deterioros mecánicos. Posibles deterioros químicos. Deterioro estético debido a la acción de las sustancias desmoldantes o de los componentes del molde. Favorecimiento de procesos de Biodeterioro.</p>
Fotografía analógica	<p>No implica contacto físico con los motivos. Rápido. Registro simultáneo de paneles y soporte.</p>	<p>Presencia de aberraciones debidas a la morfología de las lentes. Presencia de deformaciones geométricas en la imagen. Dificultad para el registro fiable del color. Calcos obtenidos de manera lenta y costosa.</p>

<p>Fotografía digital *</p>	<p>No implica contacto físico con los motivos. Rápido. Registro simultáneo de paneles y soporte. Podemos combinar variados documentos en un mismo archivo. Permiten una posterior corrección y modificación. Ocupan menos espacio físico. Almacenamiento más seguro y no degradación. Obtención de imágenes al instante y no revelado. Más fáciles de compartir y divulgar. Archivos con mucha información y en variadas resoluciones y formatos. Gran variedad de dispositivos de registro.</p>	<p>Necesidad de memoria interna y externa de almacenamiento. Equipos caros. Dificultad para el registro fiable del color. Necesaria formación o expertos. También se registran deformaciones y aberraciones. Aumento de trabajo posterior en laboratorio.</p>
<p>Fotogrametría analógica</p>	<p>No implica contacto físico con los motivos. Fiable en cuanto al relieve.</p>	<p>Caro. Necesita personal especializado. Potencialmente subjetivo, al ubicarse manualmente las pinturas. Gran cantidad de horas de trabajo de campo y de laboratorio.</p>
<p>Fotogrametría Digital *</p>	<p>No implica contacto físico con los motivos. Modelo creado directamente sobre el original. Georreferenciación exacta. Creación modelo 3D exacto. No subjetividad. Rápido. Registro simultáneo de paneles y soporte. Fácil modelo para difusión. Excelentes resultados combinado con escáner 3D.</p>	<p>Caro. Necesita personal especializado. Gran cantidad de horas de trabajo de laboratorio. Precisa mucha memoria almacenamiento.</p>
<p>Escáner 3D *</p>	<p>No implica contacto físico con los motivos. Modelo creado directamente sobre el original. Georreferenciación exacta. Creación modelo 3D exacto. No subjetividad. Rápido. Registro simultáneo de paneles y soporte. Fácil modelo para difusión. Excelentes resultados combinado con fotogrametría digital.</p>	<p>Caro. Necesita personal especializado. Dificultades de transporte del material. Gran cantidad de horas de trabajo de laboratorio. Precisa mucha memoria almacenamiento.</p>

Calco digital *	<p>Permite la corrección de aberraciones y distorsiones y rectificado posterior del color. No existe contacto directo. Facilidad de almacenamiento y difusión. Objetividad en el registro. Identificación e individualización de figuras. Facilita visualización de imágenes y conjuntos. Estudios y análisis posteriores. Captura información no visible. Gran cantidad de datos recabados. No se altera realidad. Aclara superposiciones. Registro de figuras y soporte. Plasmar varios puntos de vista. Ocupan menos espacio físico. Almacenamiento más seguro y no degradación. Archivos con mucha información y en variadas resoluciones y formatos.</p>	<p>Dificultad de registrar el color. Caro. Distorsiones y aberraciones cromáticas. Precisa formación específica o expertos. Aumento de trabajo posterior en laboratorio. Software específico. Necesidad de memoria interna y externa de almacenamiento.</p>
------------------------	---	---

*Figura 6.64: Ventajas y limitaciones de los distintos métodos tradicionales de documentación de arte rupestre. (Tomado de Rogerio, M. A., 2011). *Ampliación de metodologías analizadas en la Tabla superior, y realizada en este trabajo por el autor.*

EL ANÁLISIS DE LA IMAGEN DIGITAL.

(CAPÍTULO 7)

CAPÍTULO 7: EL ANÁLISIS DE LA IMAGEN DIGITAL.

Veremos en este apartado lo que entendemos por teledetección, los tipos que existen, y sus principales características. Las enormes ventajas y avances que suponen en esta disciplina al análisis de la imagen digital. También analizaremos el espectro electromagnético, y las últimas técnicas de documentación basadas en esta parte del espectro no visible por el ojo humano.

Este séptimo capítulo se divide en los siguientes apartados:

- 7.1. La teledetección.
- 7.2. La imagen digital.
- 7.3. Tipos de resolución.
- 7.4. Métodos de obtención y ventajas e inconvenientes.
- 7.5. La radiación electromagnética.
- 7.6. El espectro electromagnético.
- 7.7. La espectrometría.
- 7.8. La imagen Multiespectral.
- 7.9. La imagen Hiperespectral.
- 7.10. Tecnologías y aplicaciones.

7.1. La teledetección.

En el capítulo anterior hemos visto la evolución histórica de los medios de documentación del arte rupestre, muy condicionada por los avances científicos que han ido surgiendo en las últimas décadas.

Algunas de las metodologías descritas anteriormente presentaban como deficiencia principal el necesitar de un contacto directo con las superficies a documentar, donde se alojan los motivos artísticos.

Como hemos indicado también, este contacto produce alteraciones tanto físicas como químicas en la superficie y en los motivos, las cuales resultan del todo inaceptables. Provocando daños irreparables y afectando a su estado de conservación.

También hemos podido observar cómo a menudo estas metodologías, no tienen en cuenta todo el conjunto y toda la información relevante, para un correcto y global estudio de los yacimientos en toda su complejidad. Por lo que no se realiza una adecuada documentación de los motivos, los soportes y su entorno.

Teniendo en cuanto lo descrito, quizá el camino más adecuado, y al que se han dirigido parte de los investigadores hoy en día, es la utilización de metodologías de documentación basadas en la recopilación de los datos a través de la utilización de sensores remotos, y el posterior análisis de los mismos. El conjunto de operaciones matemáticas que realizamos con las imágenes obtenidas es lo que se conoce como análisis de la imagen. (Rogerio, M. A., 2007).

La captación remota de la información por medio de dispositivos para su posterior análisis, es lo que se denomina como métodos de teledetección.

El término teledetección deriva del francés *telédétection* y su posterior traducción al término inglés *remote sensing* en 1967 (Bayarri, V., 2020). Surgió para designar un conjunto de métodos y técnicas para la observación y registro remoto de la información. (Montufo, A. M., 1991-1992). Obtenemos la información de un objeto, superficie, etc., mediante un variado tipo de instrumental.

Consistiendo en el registro de la interacción entre la superficie terrestre y la radiación electromagnética, y su posterior procesamiento y tratamiento para obtener de ello información relevante para nuestro interés. El método más común, y que inició este tipo de procedimientos de registro, fue la fotografía aérea de la superficie terrestre para la realización de estudios de diversa índole.

Los procesos de teledetección suelen incluir cuatro etapas principales. En primer lugar la adquisición de la información por distintos procedimientos, el tratamiento y análisis de esta información e imágenes, continuando con una fase de interpretación y clasificación, y finalizando con la presentación de los resultados. (Montufo, A. M., 1991-1992).

La Teledetección explota el hecho de que todos los materiales absorben, reflejan, transmiten y emiten energía electromagnética. Cada uno con unas longitudes de onda específicas, con unos patrones únicos debido a su diferente composición molecular. Lo que nos proporciona mucha información sobre las características físicas y químicas de los objetos. El análisis de esta información nos sirve para una enorme variedad de aplicaciones. (Rejas, J. G. et al., 2016).

Un aspecto muy importante de la teledetección es que se realiza directamente y en tiempo real. Y por otro lado no existe ningún tipo de contacto directo sobre el objeto de nuestra investigación. Por lo que no se pone en peligro ni se compromete en ningún momento, con estas metodologías de documentación, el estado inicial y original de las superficies.

Los sensores que realizan la teledetección, son dispositivos capaces de recabar las magnitudes físicas y químicas de los objetos o superficies y transformarlas en variables eléctricas. Los dispositivos susceptibles de detectar la radiancia electromagnética de una superficie, transforman esta información en valores numéricos capaces de formar una imagen digital en formato ráster. (Rejas, J. G. et al., 2016).

Dependiendo de la estrategia que utilicemos para registrar la respuesta de la superficie, en su interacción con la radiación electromagnética de los sensores que forman la imagen, tenemos dos tipos de Teledetección. (Rejas, J. G. et al., 2016).

Los aparatos o sensores utilizados en la teledetección pueden dividirse en dos grandes conjuntos, atendiendo al origen de la señal, su filosofía y diseño o en función de la plataforma. Atendiendo al origen de la energía electromagnética estable, tendíamos los denominados activos que generan su propia energía, y los pasivos que registran la energía reflejada por la superficie procedente de un emisor exterior, como la del Sol. Como ejemplos de emisor activo podemos poner los escáneres, y como pasivos los dispositivos fotográficos. (*Montufo, A. M., 1991-1992*), (*Rejas, J. G. et al., 2016*).

Los segundos además registran información de regiones no visibles del espectro electromagnético, proporcionando imágenes multispectrales en formato digital, y transformado la energía captada en valores numéricos que representan la radiancia percibida por el sensor. Los sensores fotográficos son los más empleados en la teledetección, existiendo muchas variedades y dispositivos que las incorporan. (*Montufo, A. M., 1991-1992*).

La teledetección es una ciencia que se encuentra íntimamente ligada a la utilización, tratamiento y análisis de la imagen digital. Hay una gran cantidad de disciplinas científicas que su fundamento principal se basa en el uso de estos procedimientos, como son: la cartografía, la geología, la agricultura, etc.

Hasta hace no muchos años, la técnica de la teledetección solamente se usaba en arqueología, en la localización de posibles yacimientos y estructuras enterradas a base de una documentación aérea. Es a partir de finales del siglo XX que comienza a utilizarse con otros enfoques, y dirigidos a la documentación y conservación en general de todos los bienes culturales. (*Gutiérrez, A., 2017*).

Los estudios históricos y sobre el patrimonio hoy en día también se basan en este tipo de técnicas de documentación. Y parece que el camino más adecuado, y al que da la impresión de dirigirse la evolución en el futuro de la documentación e investigación en materia del arte de nuestros antepasados, cuyo objetivo es la localización o descubrimiento de nuevos motivos, es en el uso de métodos remotos de teledetección, y en las mejoras en el análisis de la imagen digital.



Figura 7.1: Teledetección con escáner láser. Lavaderos de Tello. Vélez-Blanco Año 2015 (Almería). (Imagen del autor).

El trabajo a base de una documentación remota y el análisis de la imagen digital obtenida, deja atrás los inconvenientes anteriormente citados de contacto o deterioro de las superficies y los motivos objeto de nuestro estudio.

Además supone una metodología rápida, altamente eficaz, con resultados prácticamente exactos, sin subjetividad y relativamente barata (si tenemos en cuenta el ahorro de tiempo en los trabajos de campo, a pesar del elevado coste de los equipos).

La serie de operaciones matemáticas que se realizan con estas imágenes a través del procesado por medio de software específicos, es lo que se denomina en la comunidad científica como análisis de la imagen digital.

7.2. La imagen digital.

La utilización del tratamiento digital de las imágenes de arte rupestre, obtenidas en diversas longitudes de onda, de la misma forma que la teledetección espacial, pueden permitirnos identificar, caracterizar, así como descubrir aspectos hasta el momento desconocidos de las técnicas pictóricas, la organización de las composiciones y la ejecución de los paneles. Del mismo modo se revelan problemas de conservación y deterioro de las pinturas. Nos posibilita también el seguimiento temporal de su estado, por lo que constituye una herramienta de diagnóstico, y permite la planificación de estrategias para la conservación de las mismas. (*Montero, I. et al. 1996*).

El surgimiento de nuevos algoritmos de investigación, así como nuevo software de procesado de imágenes, es lo que nos permite avanzar en el análisis digital de la imagen, y alcanzar cada día nuevos y mejores resultados en el descubrimiento e interpretación de los motivos de arte rupestre.

De manera general podemos definir una imagen, como una representación pictórica de aquellos datos que hemos podido recabar, por cualquier tipo de dispositivo o sensor que recoge la radiación electromagnética que desprenden los objetos. Esta radiación recopilada se transforma en una señal plasmada de manera que podamos trabajar con ella y realizar análisis sobre la misma. (*Rogério, M. A., 2009*).

Cada uno de los materiales que existen en la naturaleza refleja parte de la radiación electromagnética que reciben de alguna fuente externa. Por poner un ejemplo, podemos observar que el mar es azul, porque absorbe todas las longitudes de onda que recibe, excepto la del color azul que la refleja.

Existen muchos tipos de dispositivos de tipo remoto, para registrar esta radiación electromagnética reflejada por las superficies de los objetos, entre los que se encuentran las cámaras fotográficas. Las cuales recaban la información de estas radiaciones que muestran las superficies y que son visibles por el ojo humano.

Esta información obtenida se transforma en matrices de píxeles, las cuales muestran diferentes valores numéricos en función de las diferentes longitudes de onda recabadas de las diferentes superficies registradas.

Por su parte la imagen digital se encuentra estructurada en lo que denominamos un *ráster* 2D, que no es otra cosa que una malla o cuadrícula rectangular de celdas cuadradas. Estas celdas las denominamos píxeles.

Estos píxeles son la unidad básica de información de la imagen digital, y quedan establecidos según la posición que ocupen dentro de esta cuadrícula, dependiendo de la fila o columna que ocupen en el registro. (Vozmediano. D., 2006).

Dentro de esta malla o cuadrícula, cada una de las celdas tendrá una intensidad variable de grises, la cual va desde el blanco al negro, en un rango numérico del 0 al 255. Si se trata de una imagen de color natural, esta variable vendrá definida por la combinación y gradación en intensidad de las tres bandas existentes del espectro observable o RGB, con los tres colores y sus combinaciones, el rojo, el verde, y el azul, con la variación de intensidad que corresponda y el mismo rango numérico antes nombrado. (Vozmediano. D., 2006).

En la figura que tenemos a continuación podemos observar un ejemplo de la estructura en celda de una imagen digital.

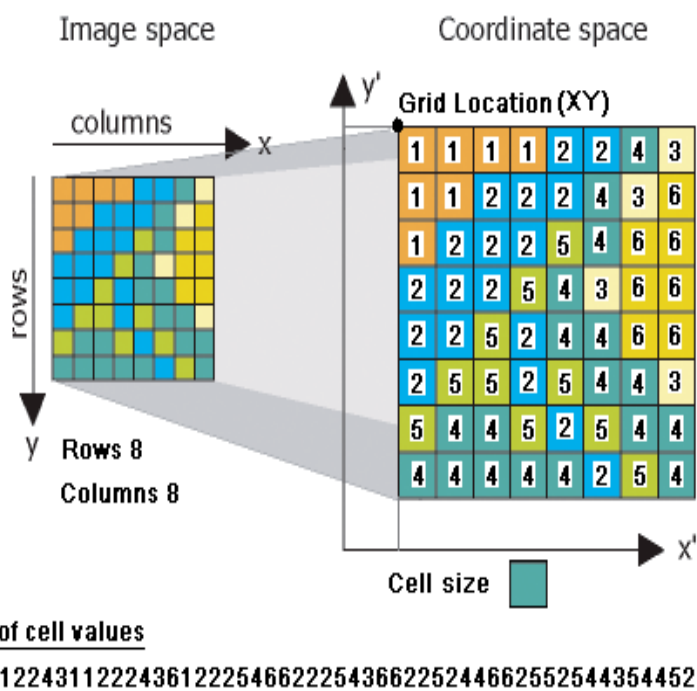


Figura 7.2: Ráster o celda de una imagen digital. (Tomado de <https://bzwellen.wordpress.com/>).

Cada una de estas celdas marca su valor de rango de color, quedando asociada a cada punto del espacio registrado. También hay que señalar que la calidad de la imagen obtenida, dependerá de la resolución con la que se haya obtenido. Y ello variará atendiendo a muchos factores, como la precisión que hayamos querido adoptar, la calidad de los equipos de registro, las condiciones ambientales, etc.

Lógicamente hemos de tener muy presente, a la hora de realizar una documentación o registro fotográfico obteniendo imágenes digitales que, cuanto mayor sea la resolución y calidad de las imágenes obtenidas, mayor será por tanto el volumen o *peso* del registro obtenido, y por tanto necesitaremos una capacidad de almacenamiento también mayor, y el procesado de las imágenes será más lento.

Por tanto resulta muy conveniente tener esto presente antes de realizar una documentación o registro fotográfico, y seleccionar la resolución adecuada que, nos facilite al mismo tiempo que alcanzar nuestros objetivos propuestos, el poder trabajar posteriormente con comodidad.

7.3. Tipos de resolución.

Atendiendo a la resolución se pueden establecer cuatro características o tipos definitorios de la misma. Estos son la *resolución espacial*, la *resolución espectral*, la *geométrica* y la *radiométrica*.

La primera nos indica la capacidad del sensor para registrar un objeto, atendiendo a su tamaño. Dependiendo de la resolución con la que realicemos el registro, obtendremos un mejor detalle y por tanto obtendremos píxeles más numerosos y más pequeños, pero nuestra imagen ocupará más volumen en el almacenamiento.

Por su parte la resolución espectral tiene en cuenta, tanto el número como el rango de la longitud de onda del espectro electromagnético del objeto registrado, en cada una de las bandas de la imagen. Podemos realizar el registro fotográfico con película pancromática, de color natural o RGB, de infrarrojo en blanco y negro, o en infrarrojo de color. Si realizamos el registro con imágenes multibanda, los resultados serán de mejor calidad, pero el volumen que ocupen será mucho mayor también.

En cuanto a la resolución geométrica, solamente indicar que se trata de la diferencia existente entre la situación teórica que ocupa cada uno de los píxeles de una imagen, con la posición real en la que finalmente se sitúan.

Por último tenemos la resolución radiométrica, que consiste en la cantidad de niveles de grises recabados en cada una de las bandas por píxel, del registro fotográfico. (*Vozmediano. D., 2006*).

7.4. Métodos de obtención y ventajas e inconvenientes.

Sin entrar en más especificaciones técnicas, vemos a continuación las dos formas de obtención por medio de registros fotográficos de la imagen digital.

Estos dos modos de obtención de este tipo de imágenes son, o bien de forma directa (quizá la más adecuada para estaciones con arte rupestre, y con la que se obtienen mejores resultados en cuanto a calidad del registro), o bien de forma indirecta a través de escaneado de imágenes previas en formato analógico. (*Vozmediano. D., 2006*).

Lógicamente en la mayor parte de las ocasiones se obtendrán mejores resultados con métodos directos, pero esto no siempre es posible debido a muchos factores, como económicos, de tiempo, de existencia del yacimiento, etc.

La utilización de equipos de registro, para obtención de imágenes digitales en la documentación de yacimientos con arte rupestre, presenta múltiples ventajas de las cuales nombraremos las más importantes.

Por un lado al tratarse de un sistema de teledetección a distancia, no existe un contacto directo con la superficie, por lo que no afecta a su conservación. Las condiciones ambientales y el paso del tiempo no afectan al deterioro del formato de imagen obtenido, ya que se trata de una información digital.

Las imágenes obtenidas al ser digitales no se produce deterioro por su tratamiento, análisis, difusión, etc. La imagen digital también puede ser adaptada para una mejor resolución y estudio de la misma, realizando variaciones de brillo, contraste, color, y otras. Nos facilitan en gran manera su procesado para la obtención de modelos informáticos, como los fotogramétricos. Y por último resultan muy adecuadas para su intercambio y difusión ente la comunidad científica, y al público en general. (*Vozmediano. D., 2006*).

Como desventajas podemos indicar que los equipos necesarios para registro, procesado y tratamiento resultan más caros. También suele ocurrir que para obtener el mismo nivel de calidad y precisión de una fotografía analógica, precisamos un archivo que *pesa* mucho o de gran volumen, lo que presenta más dificultades.

Pero debemos señalar que, desde que tenemos la posibilidad de realizar la documentación de un yacimiento con arte rupestre mediante métodos no invasivos, como son los métodos de teledetección, parece que el uso de técnicas que precisen un contacto con el yacimiento no se sostiene. Solamente en aquellos casos excepcionales en que sea preciso hacerlo, y cuando los beneficios superen a los posibles daños producidos. Por otro lado el bajo coste de este tipo de metodologías, tanto económico como de tiempo de trabajo, y la gran calidad de los resultados obtenidos, auguran un futuro largo y prometedor en la aplicación de estas técnicas para la investigación del arte rupestre. (*Rogero, M. A., 2008*).

7.5. La radiación electromagnética.

Entendemos que la radiación electromagnética es lo que se denomina un campo variable, o lo que es lo mismo, una combinación de campos magnéticos y eléctricos. Los cuales oscilan y se encargan de transportar la energía de un cuerpo a otro.

Es decir son las ondas electromagnéticas generadas en un campo electromagnético, las cuales se van propagando por el espacio a la velocidad de la luz. Señalar que este tipo de ondas puede también propagarse en el vacío.

Esta radiación puede manifestarse en diferentes tipos de ondas electromagnéticas. Tenemos las ondas de radio, las microondas, la radiación infrarroja, la luz visible, la radiación ultravioleta, los rayos X y finalmente los rayos gamma.

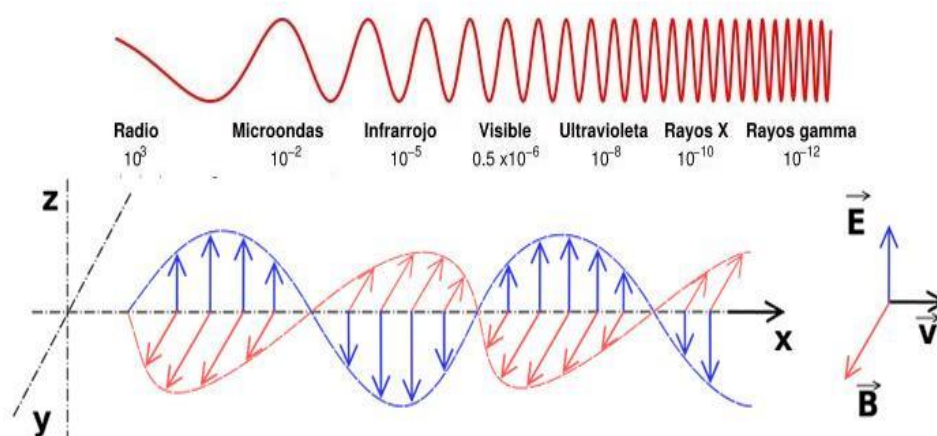


Figura 7.3 : Ondas electromagnéticas. (Tomado de <https://www.lifeder.com/>).

Se produce una gran variedad de interacciones físicas relacionadas con la radiación electromagnética, pero la que nos interesa a nosotros analizar son las relaciones que establecen este tipo de ondas con las partículas cargadas que se encuentran en la materia. De los fenómenos que produce esta relación, se pueden destacar por ejemplo, la luz visible, el calor radiado, las ondas de radio o televisión, etc.

Los sistemas de teledetección se fundamentan en la radiación electromagnética que interacciona con la superficie objeto de estudio. Donde se producen los procesos de reflexión, absorción y transmisión. La fracción de esta radiación que es reflejada es la que recogen los sensores, tras haber sido modificada por las condiciones atmosféricas que se interponen entre la superficie y los mismos. (*Bayarri, V., 2020*).

En las emisiones de radiación electromagnética pueden diferenciarse diferentes rangos de frecuencia, o lo que es lo mismo diferentes longitudes de onda. Estos diferentes rangos o longitudes de onda se clasifican en lo que se denomina el espectro electromagnético.

La parte mejor conocida por nosotros del espectro electromagnético es la denominada luz visible, que es la radiación electromagnética que se encuentra entre los valores de 400 y 700 nm de longitud de onda, y como su nombre indica es aquella que el ser humano puede advertir. (*Rogero, M. A., 2007*).

Finalmente indicar que se puede obtener mucha información sobre las propiedades físicas de un objeto, mediante el estudio y análisis detallado de su espectro electromagnético, ya sea por la luz que emite o desprende, o por aquella que es absorbida.

7.6. El espectro electromagnético.

El espectro electromagnético es la clasificación energética del conjunto de ondas electromagnéticas que comúnmente se tiene aceptado por la comunidad científica.

Cuando nos estamos refiriendo a un objeto, entendemos que su espectro electromagnético es la cantidad de radiación electromagnética que emite o absorbe una sustancia. Aquella radiación que emite se le denomina espectro de emisión, y a la que absorbe, espectro de absorción.

Debido a que los mecanismos físicos de interacción de la radiación electromagnética, son distintos dependiendo de la sustancia, la observación a distancia de la misma nos aporta información suplementaria. (*Sánchez, E., 2016*).

Señalar que esta cantidad de radiación emitida o absorbida es única y particular de cada sustancia, por lo que analizando su espectro podemos identificarla.

Este espectro individual de cada elemento se observa y analiza con un aparato denominado espectroscopio. El cual además nos permite realizar ciertas mediciones que amplían nuestra información sobre las sustancias, a través de la realización de una serie de medidas. Nos permite medir su longitud de onda, su frecuencia, y su intensidad de radiación.

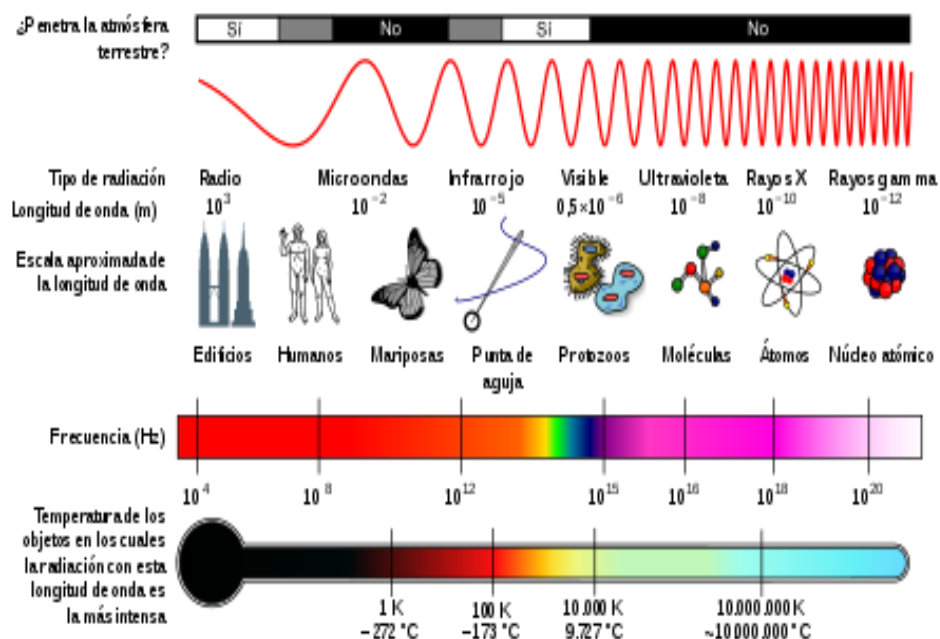


Figura 7.4: Diagrama del espectro electromagnético. (Tomado de <https://unicrom.com/>).

Aquella luz visible que es emitida o bien reflejada por la materia, es lo que ha permitido al ser humano poder informarnos sobre los objetos que nos rodean. Pero nuestra fisonomía nos limita en gran manera, ya que solamente somos capaces de advertir una parte pequeña de la radiación del espectro electromagnético. La parte de luz visible que hemos nombrado anteriormente y que se situaba entre los 400 y los 700 nm. (Sánchez, E., 2016).

Sin embargo el espectro electromagnético se extiende desde los rayos gamma, con la menor longitud de onda, hasta la radiación infrarroja, con mayor amplitud de onda electromagnética, pasando por los rayos X, radiación ultravioleta, y la citada luz visible.

Esta luz visible es la que se encuentra por encima de la radiación infrarroja, y presenta una longitud de onda en el intervalo de 0,4 a 0,8 micrómetros. Este es el rango de longitud de onda en las que emiten la mayor parte de su radiación las estrellas.

Las longitudes de onda normalmente son expresadas en dos tipos de unidades, que son el Angstrom y el Nanómetro. Y la luz visible o susceptible de ser detectada por el ser humano (que hemos expresado en nanómetros anteriormente), se sitúa exactamente entre los 380 y los 760 nanómetros.

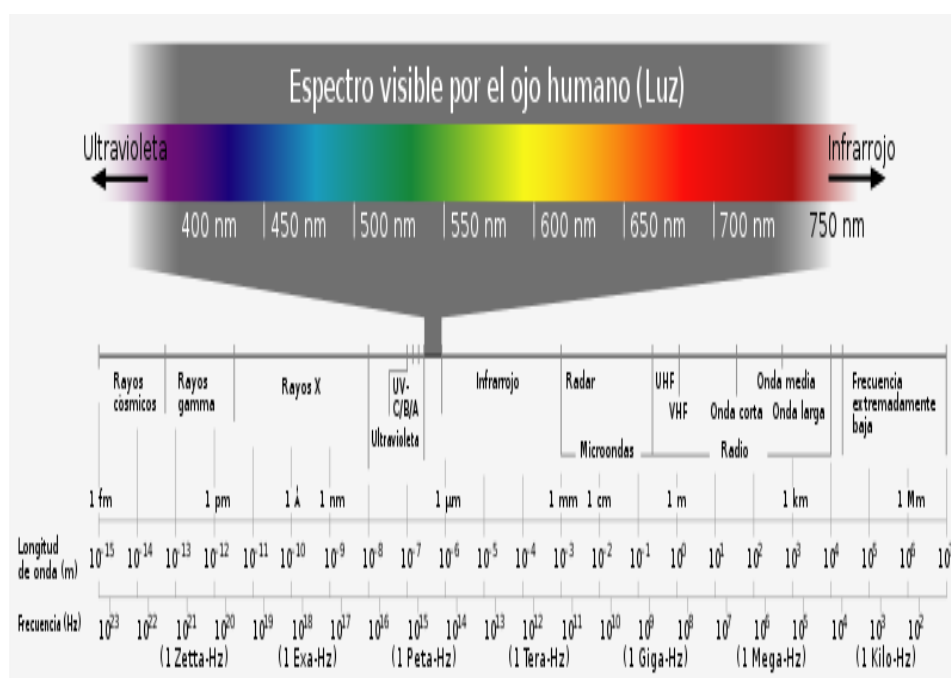


Figura 7.5: Espectro electromagnético. Luz visible y no visible. (Tomado de <https://meteoglosario.aemet.es/>).

7.7. La Espectrometría.

La Espectroscopia entendemos que es el estudio de la relación o interacción que se produce entre la radiación electromagnética y la materia. Con especial atención a la absorción o repulsión de la radiación, que por parte de esta materia se produce. Este análisis espectral se centra en la detección de la radiación electromagnética que es absorbida o expulsada por parte de los objetos, en ciertas longitudes de onda.

La Espectroscopia tiene como objetivo obtener información relevante acerca de los cuerpos, mediante el análisis de su espectro (o intensidad de función de frecuencia o de longitud de onda). Esta información que deseamos obtener puede referirse a su estructura interna o temperatura, sobre su composición, o la identificación de átomos o moléculas, etc.

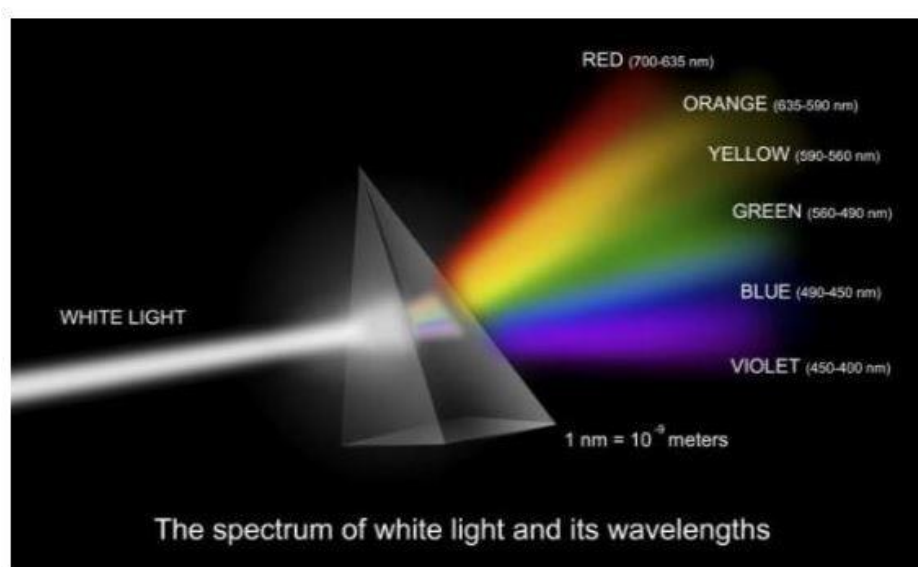


Figura 7.6: Espectroscopia, dispersión de luz. (Tomado de <https://www.pinterest.es/pin/426434658451255282/>).

Por su lado la Espectrometría es una técnica espectroscópica que trata de averiguar la cantidad o concentración en un objeto de una determinada sustancia, a través del espectro electromagnético absorbido o emitido por él. (Sánchez, E., 2016).

Para la realización de estas mediciones se utiliza un aparato denominado espectrómetro. El cual nos puede indicar los componentes reales y su concentración en los objetos o superficies susceptibles de análisis.

Se suele utilizar el espectrómetro para analizar los diferentes materiales que forman una superficie, o los diferentes componentes de un material u objeto, a través de las medidas obtenidas referentes a la intensidad de luz en función de su longitud de onda.

El espectrómetro óptico es un instrumento que nos sirve como hemos indicado para medir las propiedades de la luz, en una concreta porción del espectro electromagnético.

Normalmente lo que se mide es la intensidad lumínica, pero puede referirse también a la variación de la polarización electromagnética. La variable sobre la que se realiza el análisis es la longitud de onda. Con este análisis obtenemos las denominadas líneas espectrales de los objetos o materiales.



Figura 7.7: Ejemplo de un modelo de espectrómetro óptico. (Tomado de <https://www.antaresinstrumentacion.com/>).

El espectrómetro óptico recaba la luz que le llega, la separa en función de su longitud de onda, y la registra en un detector que incorpora. Con estos datos obtenidos y su posterior procesado, podemos obtener una imagen que nos muestre la ubicación de cada elemento de la materia, así como la diferente cantidad de los distintos componentes de la misma.

Como hemos visto, la transferencia de energía electromagnética entre los distintos cuerpos o superficies, y la interacción de esta radiación con la materia en función de su longitud de onda, los medimos con la utilización de los espectrómetros. (Sánchez, E., 2016).

Este tipo de análisis digitales de las imágenes obtenidas en una documentación de estaciones de arte rupestre, son las que se vienen utilizando desde hace pocos años para la investigación y detección de nuevas imágenes.

Dos de las magnitudes de la propagación de la radiación electromagnética que más influyen en el análisis de las imágenes multiespectrales e hiperespectrales (las cuales veremos a continuación), son la intensidad específica de la radiación o *radiancia*, y la *reflectancia*.

En el estudio de este tipo de imágenes (multiespectrales e hiperespectrales), se deben de tener en cuenta los principios básicos que ordenan la radiación, es decir la transmisión de la energía electromagnética ente los cuerpos, así como la interacción que la radiación establece con la materia, y aquellas magnitudes básicas que podemos recoger y medir con el uso de los espectrómetros anteriormente referidos. (Sánchez, E., 2016).

Entendemos por *radiancia*, la intensidad radiante o energética proyectada desde una fuente superficial, y que se dirige en una determinada dirección por unidad de área proyectada perpendicularmente. (Bayarri, V., 2020).

Los cuerpos calientes emiten radiación térmica en todo el espectro electromagnético, y sobre todo en la zona del infrarrojo. Si realizamos una medición de la radiancia de un cuerpo en todo su espectro de frecuencias, obtenemos la radiancia espectral de ese cuerpo.

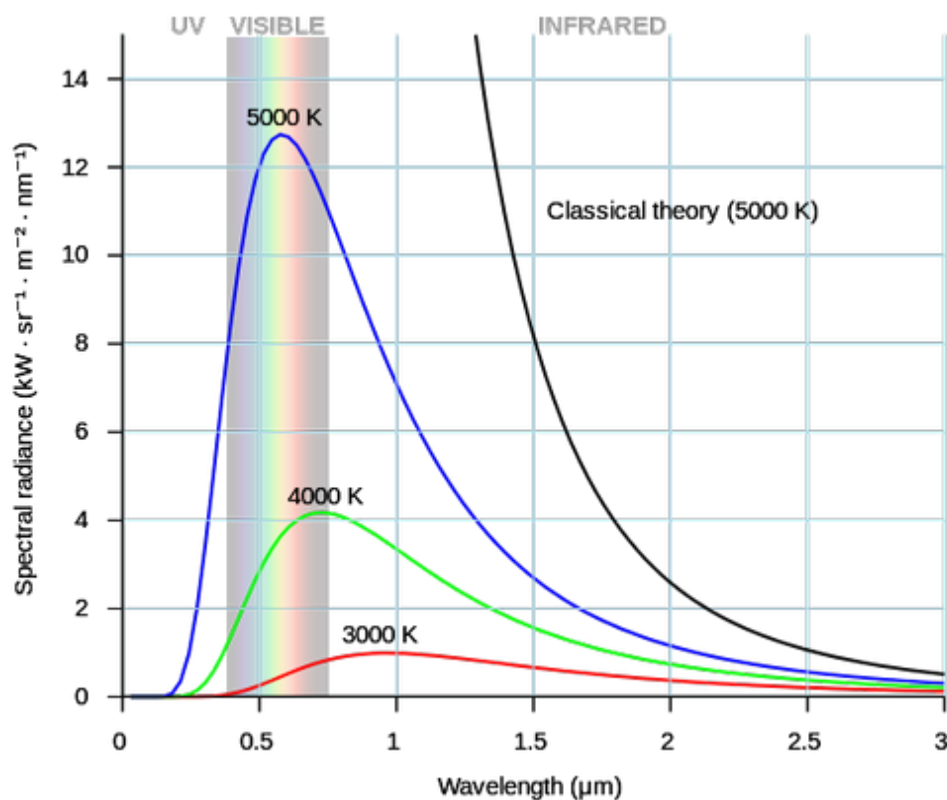


Figura 7.8: Gráfico de Radiancia espectral. (Tomado de <https://meteoglosario.aemet.es/>).

La radiancia es una magnitud que utilizamos para definir y especificar las características de la propagación de la radiación en el espacio, a través del medio o de materiales transparentes o semitransparentes.

La radiancia espectral es la cantidad de energía por unidad de tiempo la cual se mide en vatios (W), por unidad de longitud de onda radiada, y por la unidad del ángulo sólido de una fuente cuya área se mide en metros.

La *reflectancia* por su parte es una de las magnitudes de estudio de la propagación de la radiación electromagnética.

Entendemos que se trata de la capacidad que posee una superficie para reflejar la energía. Podemos decir que se trata de la relación entre la energía reflejada, respecto a la que incide en una superficie o cuerpo. (Bayarri, V., 2020).

Se trata de la fracción de la potencia electromagnética que incide sobre un objeto o superficie, y que es reflejada. El espectro de reflectancia o también denominado curva de reflectancia espectral, es el diagrama resultante de esta reflectancia en función de su longitud de onda.

El valor de esta magnitud varía en función de la longitud de onda producida, al ser reflejada dependiendo del tipo de materiales o superficies.

La curva espectral de reflectancia vendrá definida por la longitud de onda, y debido a la diferente energía incidente que es absorbida dependiendo del material, objeto o superficie de la que se trate.

La reflectancia es una magnitud que se expresa matemáticamente de dos formas, o bien con un número entre 0 y 1, o bien por un porcentaje entre 0 y 100. (Sánchez, E., 2016).

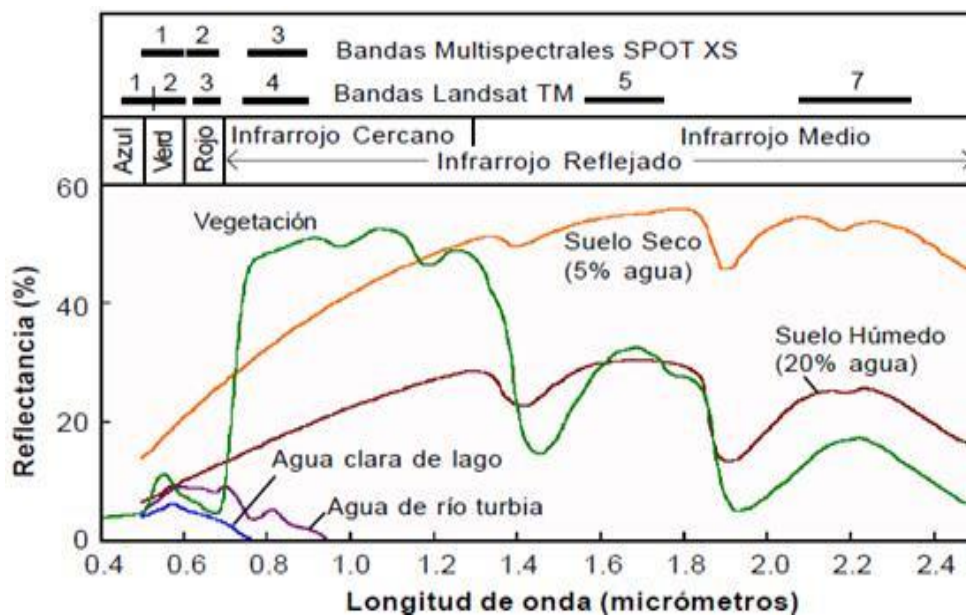
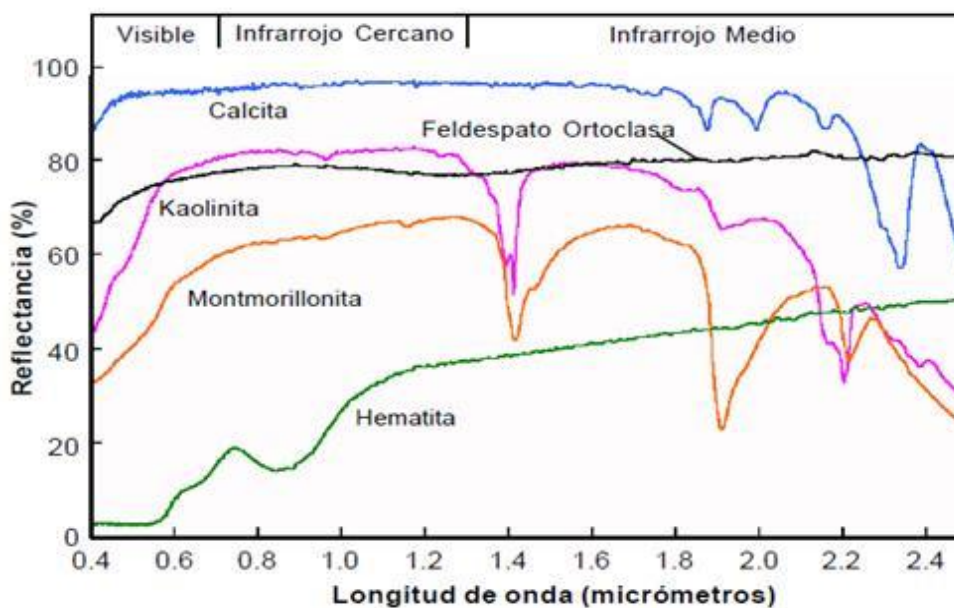


Figura 7.9: Espectro de reflectancia de diferentes tipos de suelo y materiales. (Tomado de <http://giulliana-mv.blogspot.com/2016/06/semana-13-interacciones-de-la-rem-con.html>).



Reflectancia espectral de algunos minerales representativos (compuestos de ocurrencia química natural que son los mayores componentes de rocas y suelos).

Figura 7.10: Reflectancia espectral de algunos minerales. (Tomado de <https://docplayer.es/161205026-Departamento-de-ciencias-de-la-vida-y-de-la-agricultura.html>).

7.8. La imagen Multiespectral.

Los términos multiespectral e hiperespectral hacen referencia a la obtención de una imagen final, que se encuentra clasificada en función del comportamiento espectral de los objetos incluidos en la escena fotográfica. Estas imágenes las obtenemos por medio de la unión de dos procesos distintos, el de la captura de las imágenes y el de su posterior procesado multi/hiperespectral. (*Ruiz, J. L., 2019*).

El análisis de la imagen multiespectral se ha venido utilizando en los últimos años para el estudio del arte rupestre por parte de los investigadores. Con la documentación de los yacimientos y la obtención de imágenes digitales de alta resolución, y la aplicación de variados software de análisis de imágenes, se han realizado gran número de estudios y nuevos descubrimientos por parte de los científicos. Desde hace ya unos años, este tipo de estudios por parte de equipos multidisciplinarios (con especialistas en el manejo de este tipo de tecnologías), han supuesto una auténtica revolución e innovación en el análisis e investigación de aquellos yacimientos con arte rupestre.

La aplicación de estos nuevos modos de obtención y procesado de imágenes con carácter documental, nos ha permitido mejorar la percepción visual de las mismas. Y por tanto descubrir aspectos ocultos a la visión humana. (*Montero, I. et al., 1996*). Se han venido realizando nuevos descubrimientos de figuras (hasta la fecha no advertidas), así como nuevas interpretaciones. Sin duda este nuevo enfoque de estudio, se está utilizando por parte de algunos investigadores debido a sus múltiples avances y ventajas.

La imagen multiespectral es aquella que, es capaz de recabar datos de la imagen dentro de una variedad de longitudes de onda específicos, y abarcando gran parte de la banda del espectro electromagnético que hemos visto anteriormente.

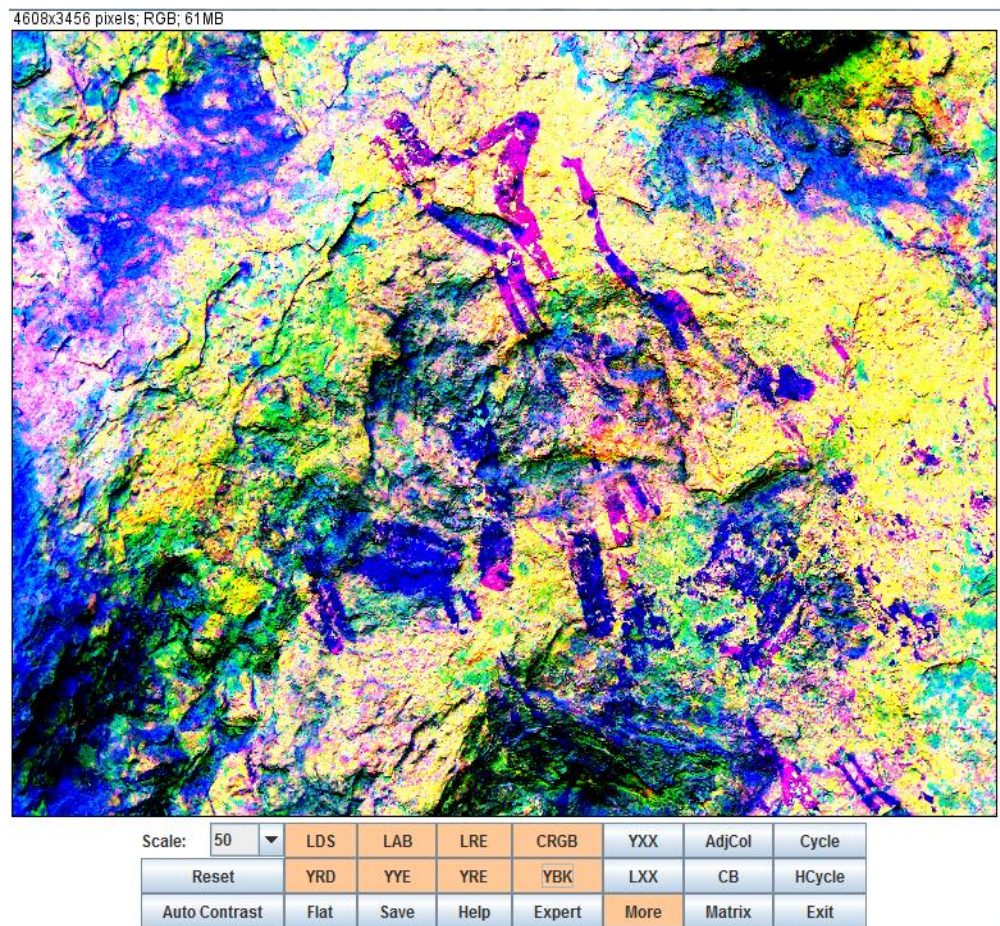


Figura 7.11: Análisis multiespectral de figuras antropomorfas. Abrigo en Chulilla (Valencia). Software ImageJ y plugin DStretch. (Imagen del autor).

Estas longitudes de onda, pueden separarse o seleccionarse a través de uso de determinados instrumentos, los cuales detectan estas variaciones, incluidas aquellas que se encuentran más allá de los valores observables por parte del ser humano, o lo que es lo mismo hacia los valores de infrarrojo o ultravioleta.

La obtención de estas imágenes multibanda espectral, nos permite observar y analizar formatos de imagen que a simple vista nos es imposible analizar, ya que como hemos indicado el ser humano no es capaz de captar estas frecuencias.

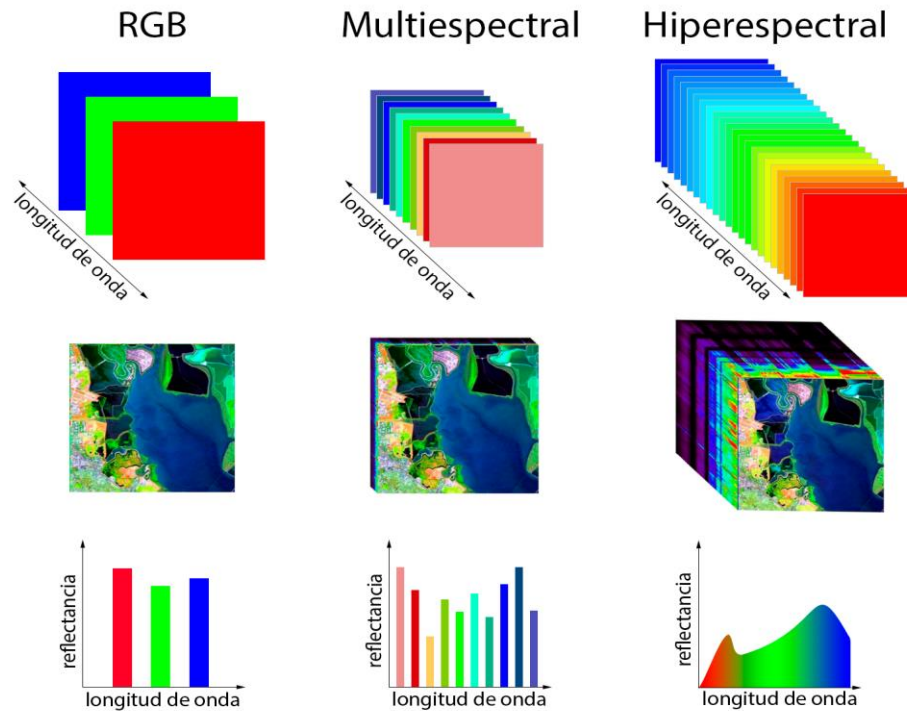


Figura 7.12: Distintos tipos de imágenes en función del número de bandas espectrales capturadas. (Tomado de Municio, D., 2019).

Esta tecnología proviene inicialmente de otras disciplinas, y se ha venido empleando hace años para el estudio y obtención de datos sobre el paisaje, cartografía, orografía, estudio de obras de arte como cuadros o libros antiguos, fines militares, etc.

La imagen multiespectral es un término que surge ligado a la fotografía satélite, destinada a la observación terrestre, captando diversas longitudes de onda, usualmente del rojo, verde, azul y del infrarrojo cercano. (Ruiz, J. L., 2019).

Las imágenes multiespectrales miden la luz separándola en un pequeño número de bandas espectrales, normalmente unas decenas de bandas (normalmente hasta 30 bandas), y no necesariamente contiguas unas de otras (*Municio, D., 2019*).

Se trata de capturar ciertos rangos de longitud de onda de todo el espectro, por medio de su separación mediante filtros, o mediante el uso de determinados aparatos que son sensibles a estas determinadas longitudes de onda particulares.

Las imágenes tras ser registradas forman un cubo, en el que cada pixel muestra su respuesta espectral en las diferentes bandas capturadas. Hoy en día, se aplican este tipo de análisis para el estudio del arte rupestre, como una extensión de la fotografía ultravioleta e infrarroja, y con la finalidad de obtener una primera caracterización espectral de los materiales que componen un yacimiento de arte rupestre, analizando posibles alteraciones o composición de los materiales pictóricos (*Ruiz, J. L., 2019*), así como para la creación de imágenes de falso color, composiciones y variaciones, para poder mejorar la observación e identificación de figuras.

7.9. La imagen Hiperespectral.

La utilización de las imágenes hiperespectrales tanto en el estudio posterior como en la documentación de yacimientos con arte rupestre, es una de las recientes novedades científicas que más destacan en este campo de investigación.

Uno de los avances más significativos en el área de la teledetección de la última década, ha sido el desarrollo de los sensores hiperespectrales y el software para el procesado de dichas imágenes. Las imágenes hiperespectrales recopilan información mucho más detallada que la que puede proporcionar una cámara fotográfica normal, la cual solamente recopila los tres canales del espectro visible, que corresponden a los colores primarios, rojo, verde y azul. Por lo que permiten una precisión enormemente superior en la recopilación de información del objeto o superficie a documentar. (*Municio, D., 2019*).

Las imágenes hiperespectrales recopilan y procesan mucha información en toda la banda del espectro electromagnético. Nuestro aparato sensor y receptor de imágenes está calibrado para recopilar gran cantidad de bandas del este espectro, formando lo que denominamos imágenes espectrales. Muchas de ellas se encuentran más allá de lo visible, es decir de lo observable por el ojo humano.

El número de bandas recabadas se incrementa notablemente respecto a las imágenes multispectrales, llegando hasta centenares o miles, recopiladas en una anchura de unos pocos nm. Con lo que conseguimos una caracterización espectral mucho más precisa. (*Ruiz, J. L., 2019*).

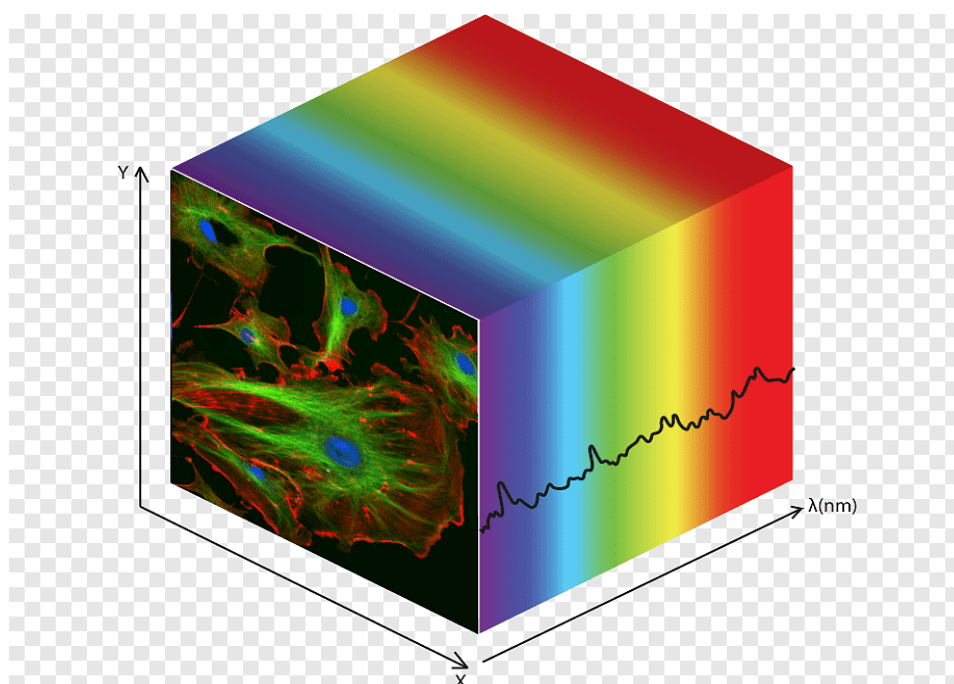


Figura 7.13: Imagen hiperespectral cubo. (Tomado de <https://www.pngwing.com/es/free-png-ttaau>).

En estas imágenes, que se encuentran divididas en varias bandas espectrales de información, cada uno de los píxeles no viene expresado en un solo valor de intensidad, sino que mostrará tantos valores como el número de bandas que se hayan registrado en él.

Las imágenes multispectrales se encuentran formadas por un número pequeño de bandas espectrales de combinación de los tres canales de colores del espectro RGB, y además estas bandas no son contiguas, es decir, dejan importantes huecos de información del espectro electromagnético. Por el contrario las imágenes hiperespectrales recopilan un número mucho mayor de bandas espectrales y además siempre contiguas. (Sánchez, E., 2016).

Existen más diferencias entre una imagen Multiespectral y otra Hiperespectral, pero la principal es el número de bandas espectrales recopilado.

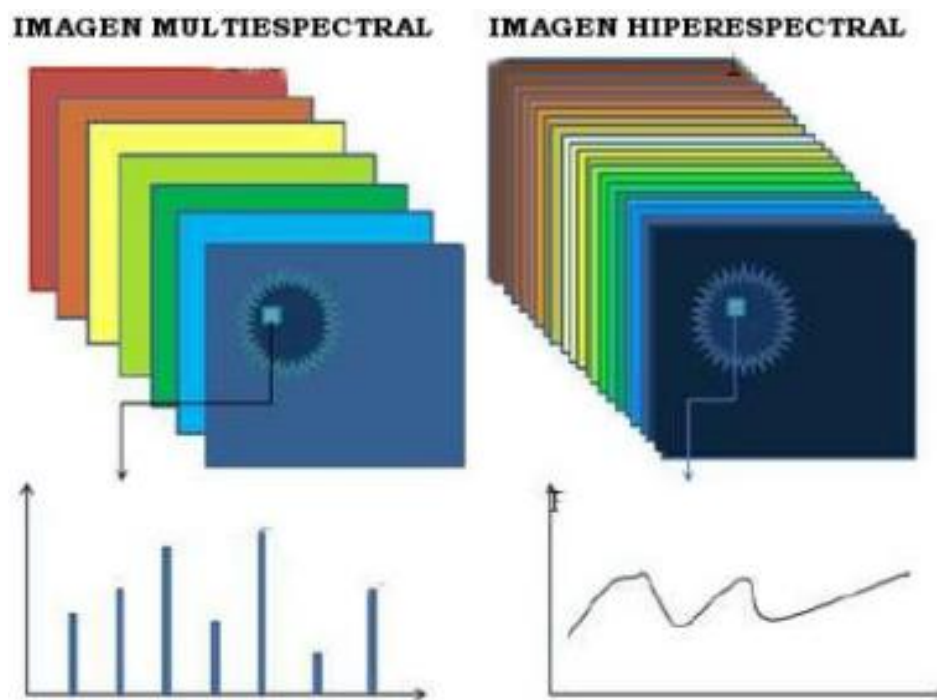


Figura 7.14: Imagen Multiespectral e Hiperespectral. (Tomado de Sánchez, E., 2016).

Esta mayor recepción de bandas del espectro electromagnético, se traduce una mayor cantidad de información recopilada del objeto o superficie a documentar. Y por tanto realizamos una documentación del yacimiento mucho más exhaustiva y completa.

Esta documentación más completa, nos permite realizar mejores interpretaciones sobre las figuras objeto de estudio, y nuevos descubrimientos de otras que no se encontraban visibles en la banda del espectro visible del ser humano.



Figura 7.15: Imagen hiperspectral del panel del Gran tectiforme de la cueva de El Castillo, utilizando la gama de grises. Aparecen varias figuras que a simple vista no se observan (Tomado de Ripoll, S. et al., 2019-2020).

Cada una de las bandas espectrales, son cada uno de los intervalos del espectro electromagnético de la radiación que desprende la luz reflejada de un objeto o superficie. Cada uno de estos intervalos del espectro electromagnético viene definido por lo que denominamos, sus longitudes de onda, espectros o números de onda. (Sánchez, E., 2016).

Con las imágenes hiperspectrales lo que hacemos es captar no solamente bandas aisladas del espectro electromagnético de un objeto o superficie, sino un espectro continuo, o lo que también se denomina técnicamente, la *firma espectral* del mismo.

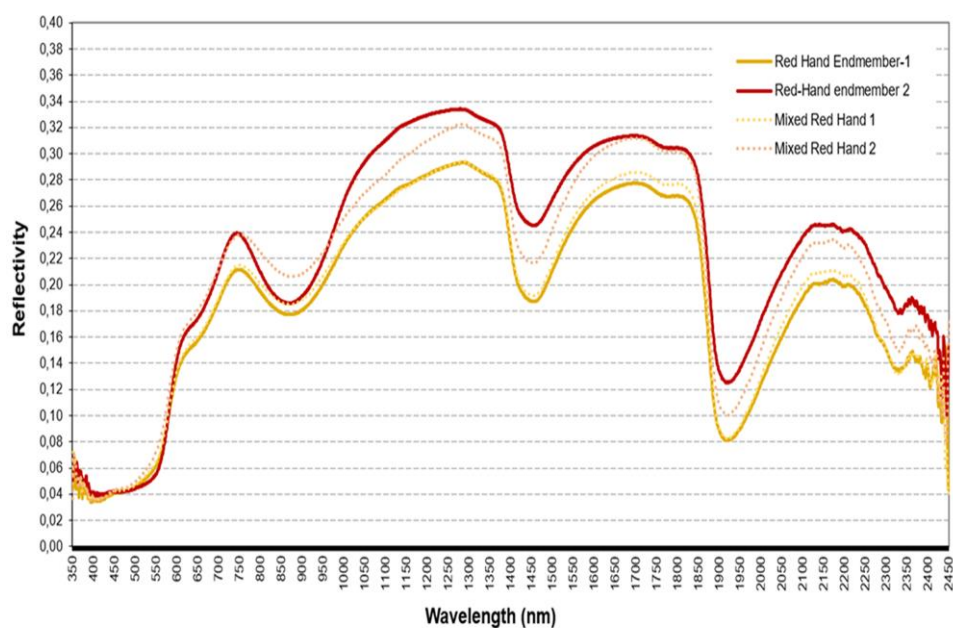


Figura 7.16: Firma espectral de diferentes improntas de manos del Panel de las Manos de la cueva de El Castillo (Tomado de Ripoll, S. et al., 2019-2020).

Estos sensores que inicialmente se han venido utilizando en otras disciplinas, como la agricultura, la mineralogía, la física, la cartografía, etc., suponen un gran avance en la documentación y estudio de los yacimientos que contienen arte rupestre.

Cada uno de los objetos registrados refleja lo que denominamos una firma espectral, es decir una huella única, como si se tratara de una huella dactilar espectral de cada elemento.

Esta particularidad de cada material o superficie, nos permite identificar aquellos materiales que conforman el mismo, es decir no precisamos como anteriormente una muestra previa del mismo para analizar su composición. (Sánchez, E., 2016).

La firma espectral, en lugar de utilizar solamente información del espectro visible, integra partes de los espectros ultravioleta e infrarrojo, en los que la diferente composición ofrece diferentes señales. Los datos de esta firma espectral son usados para analizar la separabilidad entre clases, esto nos permite conocer por ejemplo cuantos pigmentos pueden distinguirse en una pictografía. (Bayarri, V., 2020).

Esto como podemos suponer proporciona un gran avance en el estudio e identificación de materiales, y por supuesto evita la manipulación directa del soporte y del objeto, y su consecuencia más directa que sería su alteración o deterioro.

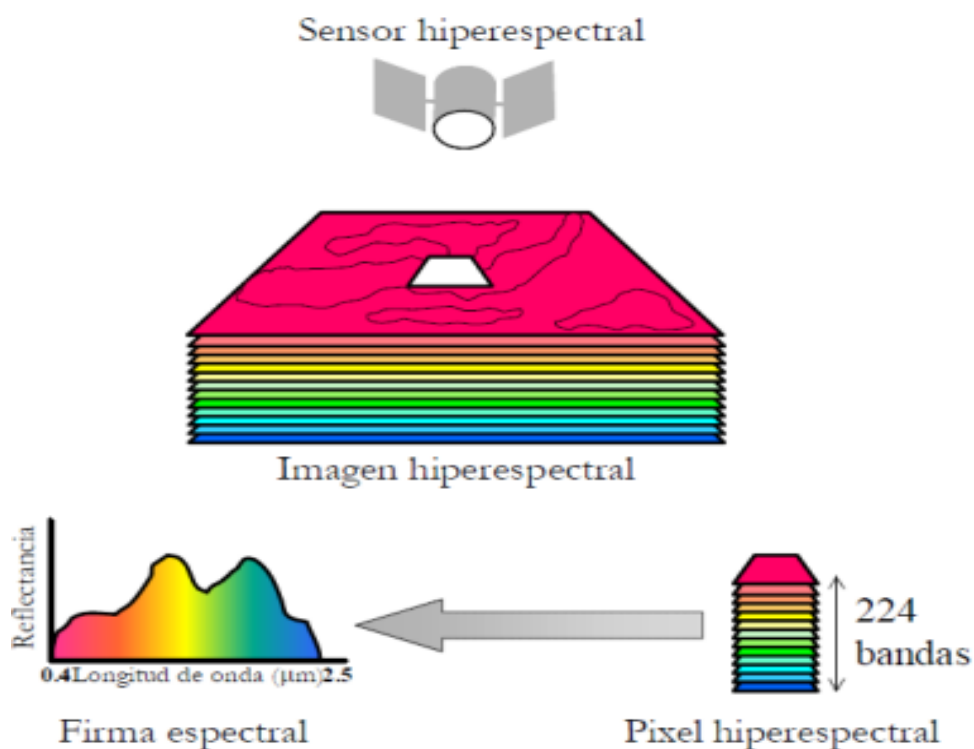


Figura 7.17: Firma espectral de un pixel de una imagen hiperespectral. (Tomado de Sánchez, E., 2016).

Los objetos reciben la radiación proveniente de una fuente de luz externa, que puede ser o bien natural o artificial, con la cual interactúan. Esta radiación recibida es en parte absorbida, y otra parte resulta reflejada.

Cada porción de material presente en una superficie, interactúa de manera distinta con esta radiación, como hemos dicho anteriormente, absorbiendo ciertas longitudes de onda y reflejando otras y además en unas proporciones precisas y determinadas. (Sánchez, E., 2016).

En este tipo de trabajos de documentación de un panel con arte rupestre, estamos trabajando con técnicas de teledetección, y en este caso en concreto, con lo que se denomina la espectrometría de la reflexión de la luz sobre un objeto.

Hemos hablado anteriormente de una de las propiedades más importantes en este tipo de estudios, y esta es la reflectancia. La reflectancia espectral que analizamos, consiste en la radiación reflejada por un objeto en relación a la recibida expresada en una función de longitud de onda.

La firma espectral es una función que establece la relación existente entre la radiación que refleja un objeto, con respecto a la longitud de onda de la citada radiación. Con estas firmas espectrales podemos identificar los distintos materiales presentes en la superficie u objeto, que queremos documentar o analizar. (Sánchez, E., 2016).

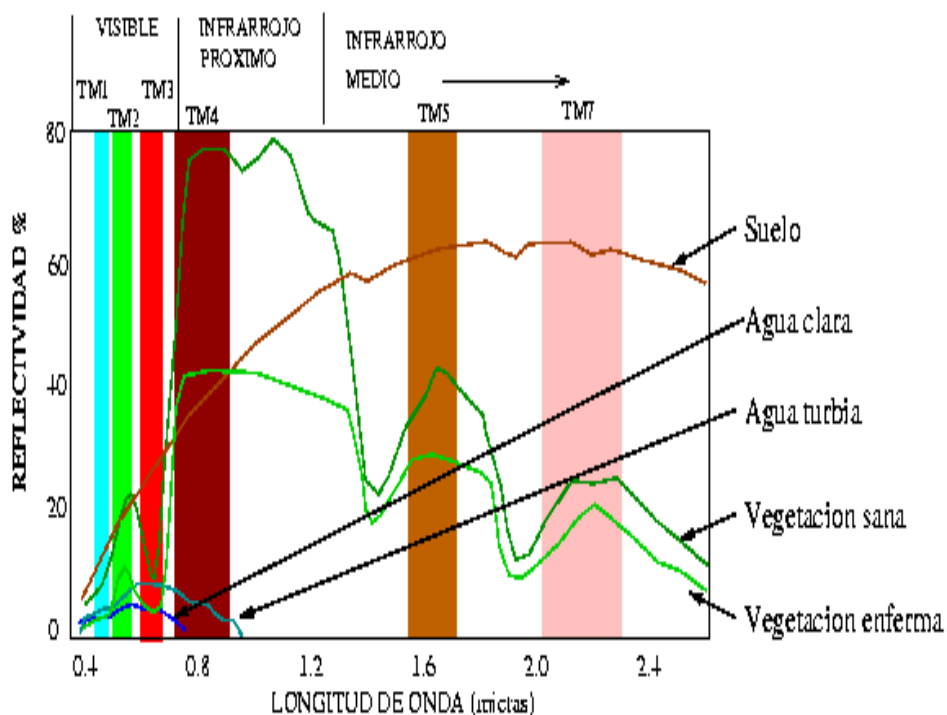


Figura 7.18: Diferentes longitudes de onda de materiales, y su firma espectral. (Tomado de https://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node70_ct.html).

Todas las imágenes recopiladas por parte de los aparatos o sensores hiperespectrales, que reflejan cada una de las bandas del espectro electromagnético, se van uniando y van formando una imagen tridimensional.

Estos datos e imágenes recibidos son representados en lo que denominamos *cubo hiperespectral*. En este cubo, también nombrado en ocasiones como hiper cubo, se muestra la posición de cada imagen de la superficie u objeto documentado mediante los ejes de coordenadas X e Y, y en el tercer eje denominado Z se refleja la dimensión espectral. (Sánchez, E., 2016).

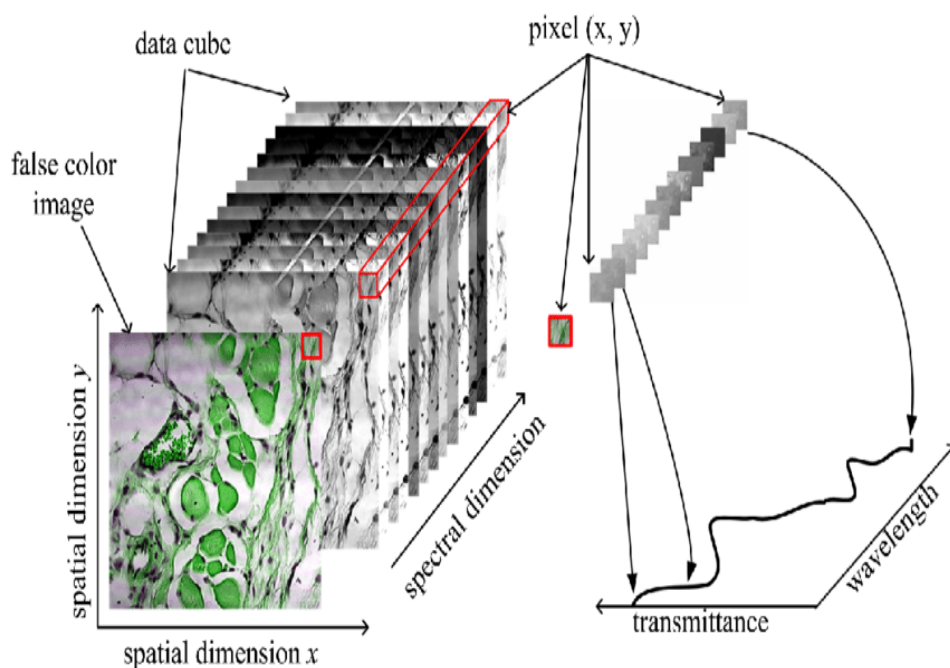


Figura 7.19: Cubo hiperespectral. (Tomado de Sánchez, E., 2016).

En los cubos hiperespectrales se encuentran recopilados una cantidad enorme de información sobre el espectro de radiación electromagnética de los objetos.

Esta información necesita un gran volumen de capacidad de memoria, y este es uno de las principales desventajas de esta metodología de documentación. Esta enorme cantidad de archivos e información obtenida es solo el primer paso, al que seguirá el posterior análisis e interpretación de los datos.

Estos sensores tienen como inconveniente una elevada carga computacional, que conlleva la generación y el procesado de estas imágenes hiperespectrales debido a su elevada precisión. Esto limita su aplicación en tiempo real, y la frecuencia en adquisición de imágenes. Por ello es conveniente realizar un calibrado de la resolución y dimensión de los datos.

Estos sensores espectrales recopilan la información sobre la radiación que desprenden los objetos, y la transforman en una serie de valores numéricos, con lo que con posterioridad se forman las imágenes digitales multiespectrales e hiperspectrales que finalmente obtenemos. (Sánchez, E., 2016).

Cada uno de los píxeles de la imagen hiperspectral muestra su espectro o firma espectral única, la cual nos permite identificar con una precisión sub-milimétrica cada uno de los materiales presentes en los objetos.

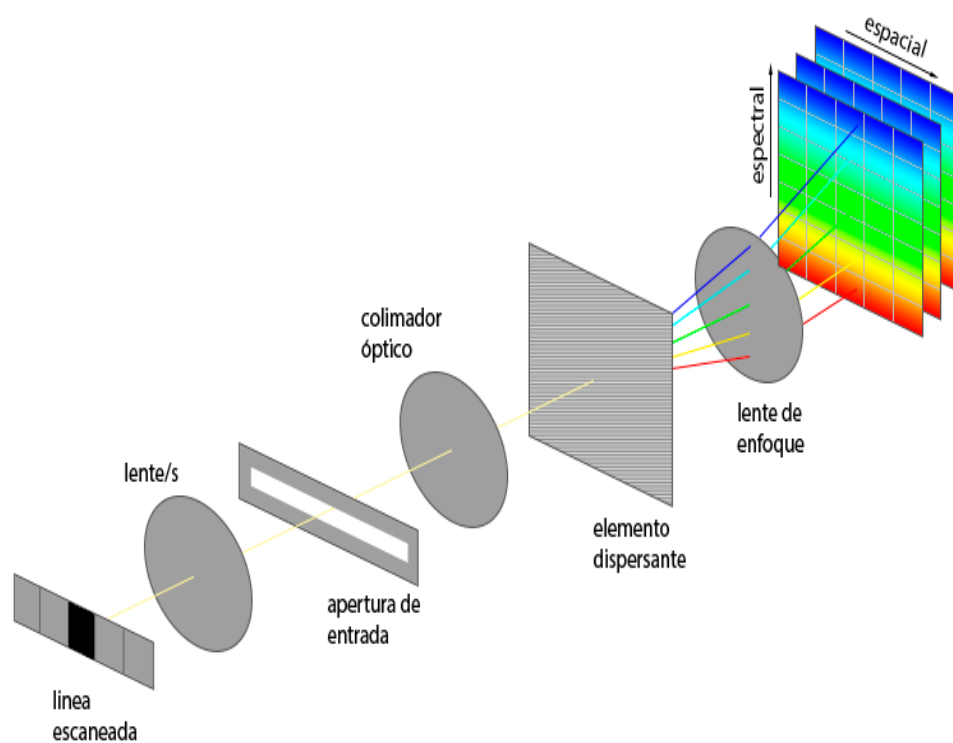


Figura 7.20: Funcionamiento del espectrómetro para la adquisición de imágenes hiperspectrales. (Tomado de Municio, D, 2019).

Estos dispositivos cuentan con un colimador óptico, el cual permite ajustar la trayectoria del haz de luz, para que un elemento dispersante (como un prisma o una rejilla de difracción), separe en colores la luz blanca recibida. Esta separación de colores se realiza un gran número de veces sobre el mismo haz de luz, tantas veces como aberturas tenga la rejilla de difracción. Estos haces de luz resultantes son enviados a otra lente, la llamada lente de enfoque, que remite cada conjunto a un determinado píxel del cubo de datos final. (*Municio, D., 2019*).

Los sensores hiperespectrales presentan una elevada resolución espectral, tanto en el espectro visible como en el infrarrojo. Gracias a la gran cantidad de bandas estrechas medidas del espectro electromagnético (generalmente más de 100), obtenemos una curva de reflectancia para cada píxel de la imagen, que nos permite diferenciar entre unos materiales y otros, a pesar de parecer similares en el espectro visible. Comparados con los sensores multiespectrales que adquieren 10 o 15 bandas, las cámaras RGB con tres bandas, o las de infrarrojos habitualmente de una banda; los hiperespectrales tienen mayor capacidad de distinguir materiales y superficies debido a esta información tan detallada.

Este tipo de artefactos para la obtención de imágenes hiperespectrales constan de dos partes diferenciadas. Por un lado tenemos el aparato o dispositivo que se encarga de la recepción de las imágenes, y por otro el conjunto de filtros que, realizan la función de la selección de las longitudes de onda de la radiación electromagnéticas que queremos recopilar.

Tenemos cuatro factores en este tipo de sensores que es necesario establecer y regular, dependiendo del tipo de documentación que queramos realizar, y por supuesto del objetivo de nuestro estudio. Estos parámetros están relacionados con la resolución que queramos calibrar en nuestro sensor. Debemos por tanto establecer el tipo de resolución, atendiendo a cuatro variables: la espacial, la espectral, la radiométrica y por último la temporal. (Sánchez, E., 2016).



Figura 7.21: Documentación hiperspectral de un panel decorado de la cueva de El Castillo. GIM Geomatics, S. L. (Tomado de Bayarri, V. et al., 2021).

La primera se establece en relación al tamaño del pixel de cada una de las imágenes, es decir la precisión sub-milimétrica de los datos a documentar. En la resolución espectral establecemos las medidas del ancho de banda espectral que queremos recopilar (siendo la principal diferencia con los sistemas multispectrales), es decir el número de bandas del espectro que recopilamos de la radiación electromagnética que capta el sensor.

Con la resolución temporal establecemos el tiempo entre la captura de dos imágenes consecutivas. Calibramos la periodicidad de toma de datos por parte del sensor.

En la resolución radiométrica establecemos la precisión o sensibilidad del sensor. Configuramos el nivel de radiancia del espectro electromagnético para cada específica longitud de onda. Con esta resolución determinamos la precisión radiométrica, es decir, el nivel de detalles que recopilaremos en cada imagen.

Indicar por último, en cuanto a los sensores hiperspectrales, que el tipo de sensores que se suele utilizar en la documentación del arte rupestre son los denominados de tipo pasivo. Este tipo de sensores, a diferencia de los activos, no emiten la energía utilizada para el proceso de documentación. Necesitan una fuente de energía externa que proporciona la radiación electromagnética que incide sobre el objeto, para recopilar aquella que es reflejada. Esta energía puede ser aportada de modo natural por la luz solar, o puede ser iluminación artificial proporcionada por nosotros.

Una de las dificultades que presenta la enorme cantidad de datos recabados en las imágenes hiperspectrales, es el proceso de selección subsiguiente, para la discriminación de la información que nos resulta relevante para nuestra investigación.

Cada uno los pixeles de las imágenes multiespectrales pueden contener información de un solo tipo de material, o de varios de ellos. Es por ello que el procesado de este tipo de imágenes es tan costoso y prolongado.

Para una adecuada selección o segregación de la información contenida en cada pixel, podemos optar por dos tipos de procedimientos.

Si tenemos una idea clara de aquello que buscamos y queremos obtener, utilizamos los algoritmos de búsqueda de información que nos interesan. Sin no es así, se procede a la subdivisión del toda la información contenida en cada pixel (lo que aún resulta más laborioso), y se analiza con posterioridad todo lo obtenido.

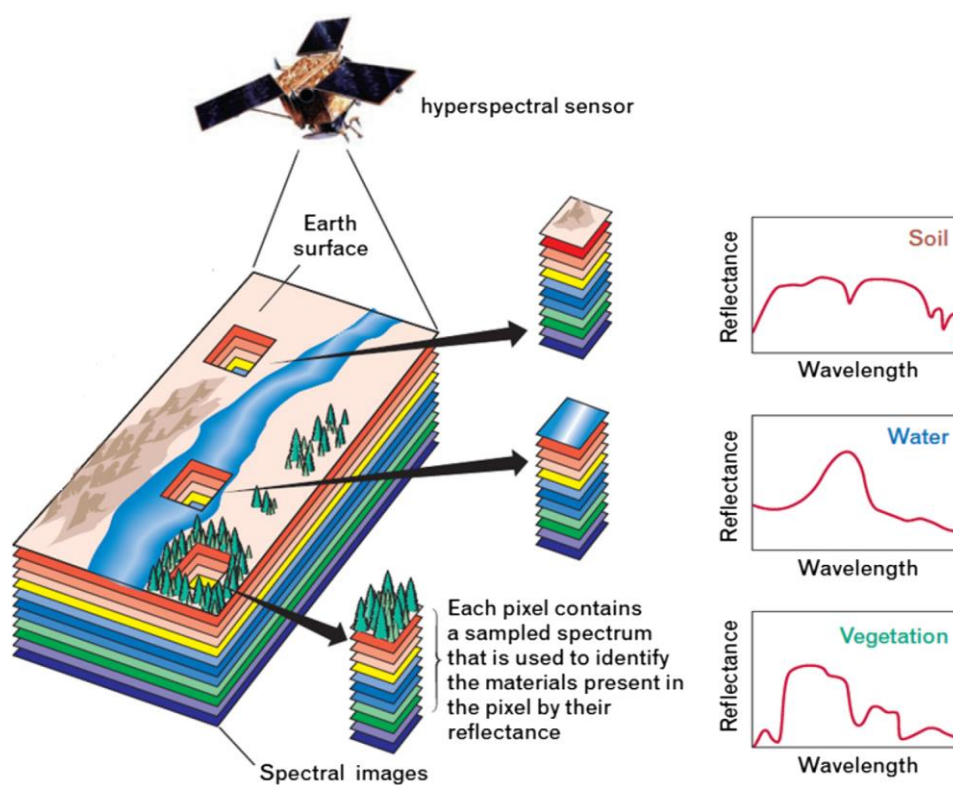


Figura 7.22: Firma espectral de diferentes materiales de la superficie terrestre. (Tomado de Sánchez, E., 2016).

Para el procesado y análisis de toda esta gran cantidad de información que nos proporcionan las imágenes hiperspectrales, existe una gran variedad de software disponible del campo de la teledetección.

Ni que decir tiene, que cada vez surgen más aplicaciones para el depurado de la información, y cada vez más específicos de cada una de las ramas y disciplinas de investigación. Es posible encontrar una gran variedad de métodos y algoritmos para el procesamiento de imágenes hiperespectrales, las cuales se pueden clasificar según el objetivo que persiguen, con los algoritmos de desmezclado espectral, detección de anomalías, reducción dimensional, clasificación de superficies, etc. (Municio, D., 2019).

Indicar que esta metodología de estudio de las imágenes multi/hiperespectrales, tiene desde hace ya unos años innumerables aplicaciones prácticas en las ramas de la ciencia, así como posibilitan grandes avances en la investigación.

Se abre un abanico enorme de posibilidades de aplicaciones en la rama de la medicina, para la diagnosis de enfermedades e incluso las intervenciones quirúrgicas, el estudio del terreno y de la agricultura, el análisis de obras de arte, etc.

La aplicación del análisis espectral de las imágenes digitales a los paneles con arte rupestre, ha supuesto recientemente en esta disciplina una auténtica revolución en la investigación científica.

Con la utilización de esta metodología de análisis, y el empleo de sensores multispectrales, se ha conseguido descubrir una enorme cantidad de representaciones artísticas de nuestros antepasados, que no eran perceptibles hasta la fecha por el ojo humano.

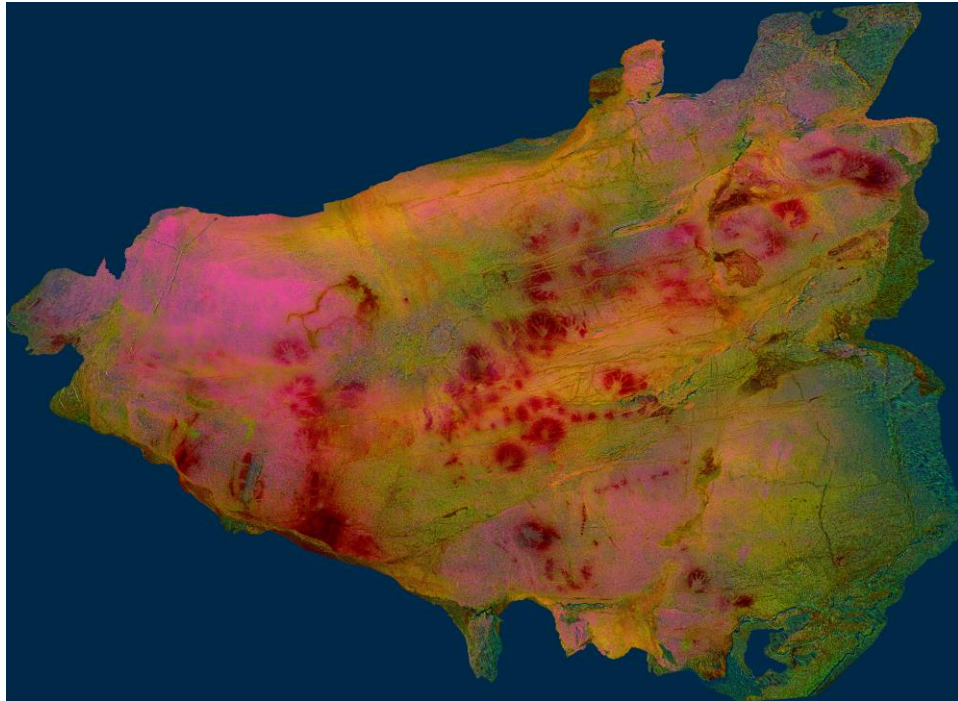


Figura 7.23: Imagen Gigapixel con algoritmo para ocre de GIM Geomatics, para diferenciar la firma espectral de las improntas del Panel de las Manos de la Cueva de El Castillo. Foto de Vicente Bayarri. (Tomado de Ripoll, S. et al., 2015).

Como podemos observar en la imagen, se ha procedido a la discriminación e individualización de las diferentes informaciones obtenidas, en las bandas de radiación electromagnéticas obtenidas con las imágenes multiespectrales. (Ripoll, S. et al., 2015).

Lo cual ha permitido diferenciar los distintos materiales empleados, y por tanto a través del procesado de estas imágenes poder vislumbrar individualmente cada una de las representaciones.

Como hemos indicado esta metodología aplicada a la documentación del arte rupestre es absolutamente innovadora. Y parece que está permitiendo el descubrimiento, en cada vez más yacimientos, de muchas figuras ocultas al ojo humano.

El tratamiento digital de las imágenes ha incorporado en los últimos años, la mejora en la calidad de las imágenes con el fin de destacar, resaltar o aislar los elementos presentes mediante la manipulación de las variables de contraste, intensidad, tono y saturación del color, o mediante la aplicación de filtros (*Montero, I. et al., 1996*), o algoritmos.

Por lo que parece que su uso va a extenderse en breve a toda la comunidad científica. Su aplicación será generalizada, y parece ser el camino que seguirán los investigadores de esta disciplina en esta década. Por lo menos en lo que se refiere a la documentación de yacimientos con arte rupestre cuyo objetivo, más que la difusión al público en general u otro tipo de finalidades, es la investigación científica encaminada al descubrimiento y nuevas interpretaciones de los paneles.

7.10. Tecnologías y aplicaciones.

Como hemos podido ver a lo largo de este capítulo, el análisis de la imagen nos ofrece múltiples posibilidades en cuanto al estudio científico del arte rupestre se refiere. Tanto desde el punto de vista arqueológico, como desde la perspectiva de la conservación y preservación.

No se trata solamente de un procedimiento para la elaboración de calcos digitales y otro tipo de archivos, sino que se perfila como una potente herramienta de investigación científica, que nos permite la recopilación de información tanto de tipo cualitativo como cuantitativo, para el estudio del arte rupestre. (*Rogério, M. A., 2008*).

Uno de los principales objetivos que ha perseguido siempre la investigación arqueológica en materia de arte rupestre, ha sido el poder mejorar la visibilidad de los paneles, para poder identificar las figuras, y mejorar su comprensión e interpretación.

Las tecnologías y aplicaciones digitales han contribuido en gran medida a subsanar esta deficiencia en la documentación de los paneles, y a incrementar la visibilidad de los registros. Dos posibilidades han surgido en los últimos años destacando en gran medida, y que se han extendido de forma generalizada entre los investigadores dando muy buenos resultados. Partiendo de presupuestos diferentes, pero alcanzando resultados que podemos indicar como similares, cuestión que ha llevado en ocasiones a la confusión entre ellas.

Por un lado tenemos las imágenes multiespectrales e hiperespectrales (que ya hemos analizado en este capítulo), y por otro el tratamiento de imágenes digitales basado en técnicas de *decorrelación stretch*, destacando el *plugin* desarrollado para el software ImageJ, denominado DStretch (Ruiz, J. L., 2019), (del cual he hablado brevemente en el capítulo anterior).

Las imágenes multiespectrales e hiperespectrales son capturadas por dispositivos especiales, y procesadas con software para obtener los resultados deseados. Las posibilidades que nos ofrecen estas técnicas son muy amplias, pero también presentan ciertas dificultades, (aspectos que hemos visto anteriormente). El software y algoritmos que se utilizan para este tipo de análisis están en permanente evolución, existiendo gratuitos como *MultiSpec* o *HyperCube*, pasando por los suministrados por los propios fabricantes de los equipos, y aquellos que podemos adquirir con su compra. (Ruiz J. L., 2019).

La aplicación *DStretch* fue creada en el año 2005 y desarrollada desde ese instante por el Dr. J. Harman, para ser utilizada expresamente en el análisis de imágenes de pinturas rupestres. Se trata de un complemento de software Image-J (el cual sirve de plataforma), que se utiliza para el análisis de imágenes multiespectrales, y que ha alcanzado gran aceptación entre la comunidad científica. Es un procesador de imágenes de dominio público y gratuito para su uso en ordenadores, y nos permite visualizar, editar, analizar, guardar e imprimir imágenes en alta resolución. (Serrano, P. et al., 2018).



Figura 7.24: Dr. J. Harman en el Rancho Bernardo Style. (Foto de Jeff LaFave). (Tomado de <https://www.dstretch.com/>).

Esta aplicación podemos utilizarla desde diferentes plataformas electrónicas como ordenadores (tanto Windows como en Apple), tabletas y teléfonos móviles. Siendo gratuita para su instalación en ordenadores, no lo es para las aplicaciones de móvil. Otra de las posibilidades es su instalación directa en cámaras fotográficas de la marca Canon, previo pago y contactando directamente con su creador.

DStretch realiza un procesado automático de variables cromáticas presentes en un archivo gráfico. De este modo consigue una amplia gama de contrastes de tono, valor y saturación entre los colores de una imagen. Ello nos ayuda al estudio detallado de cualquier resto pictórico, especialmente en aquellos difícilmente visibles. Esta intensificación del contraste, se plasma en una imagen de falsos colores. Esta línea de trabajo nos dirige al análisis digital de las imágenes como sustituto de los métodos invasivos de documentación. (*San Nicolás, M., 2012*).

La imagen digital en color la obtenemos mediante la combinación de tres colores básicos como son el rojo, azul y verde. Cada uno de los píxeles muestra un color que viene definido por la combinación de estos tres colores. Los espacios colorimétricos son el conjunto de puntos de RGB, los cuales nos permiten definir el color de cada imagen. La forma en que dichos puntos se reparten según sus coordenadas en el espacio colorímetro se denomina histograma.



Figura 7.25: Aplicación DStretch para Android. (Tomado de <https://www.dstretch.com/Apps/index3.html>).

Su funcionamiento básico consiste en descomponer las bandas RGB de una imagen digital original, y se aplica automáticamente una serie de operaciones matemáticas estadísticas (algoritmo de descorrelación), a partir de la información cuantitativa contenida en el espacio colorímetro.

Como resultado obtenemos una segunda imagen creada en falso color, con el espacio colorímetro descorrelacionado. Lo que nos permite observar colores no perceptibles por el ojo humano en la imagen original. Es por ello por lo que resulta una herramienta tan útil para la observación de representaciones rupestres, y para poder ver diferentes coloraciones en los paneles. (Serrano, P. et al., 2018).

Las imágenes digitales que queramos analizar se abren directamente desde el software Image-J, una vez instalado en él el plugin DStretch. A partir de ese instante debemos buscar el espacio de color que nos aporte mejores resultados para resaltar y optimizar el contraste y ajustar la imagen.

En muchas ocasiones si seleccionamos la opción DStretch Direct, nos ofrece una serie de opciones que suelen ser suficientes para comprobar si vamos a obtener buenos resultados. Podemos configurar varios valores dentro de esta opción, como la escala para regular la intensidad de la transformación de la imagen, con valores entre 2,5 y 50. Por defecto viene determinado el valor 15, pero pudiendo modificarlo, se suelen obtener buenos resultados para imágenes parietales en cueva entre 7,5 y 12,5. Y en abrigos con pinturas rojas con valores algo más altos. (Serrano, P. et al., 2018).

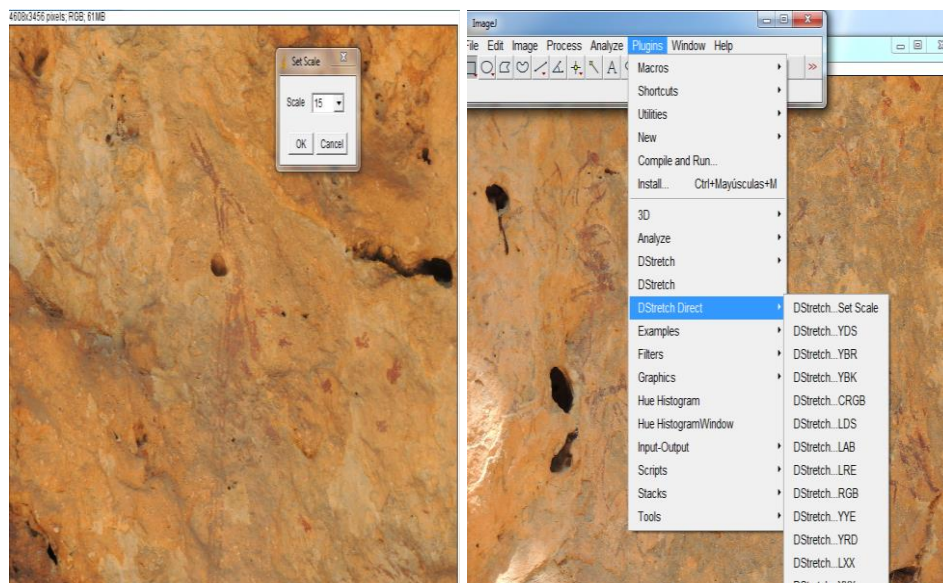


Figura 7.26: Software Image-J plugin DStretch, seleccionando escala y DStretch Direct. Fotos de Cuevas de la Araña, Bicorp (Valencia). (Imagen del autor).

En la opción de DStretch Direct tenemos una serie de espacios de color generados que podemos seleccionar, en función de la materia colorante que deseamos tratar. Así podremos resaltar los amarillos con la opción YDS, rojos con YBR y LRE, y negros con YBK. En ocasiones resulta recomendable destacar varios tonos de color en una misma imagen, para resaltar diferentes características o figuras de un mismo conjunto. (Serrano, P. et al., 2018).

Para un análisis más elaborado recurriremos a la opción de DStretch Run, que nos abrirá un número mayor de variables que podemos controlar para procesar de maneras diferentes la imagen. Nos permite aplicar más filtros y resetear, pudiendo obtener los mejores resultados deseados. Existen otras muchas opciones que podemos realizar con este software, como seleccionar con un recuadro una parte concreta a analizar, ampliar, medir, escalar, etc.

Clicando en la pestaña Expert accedemos a nueva ventana con la que podemos acceder a otra serie de tratamientos de imagen (distintos grados de color, saturación, contraste, etc.). (Serrano, P. et al., 2018).

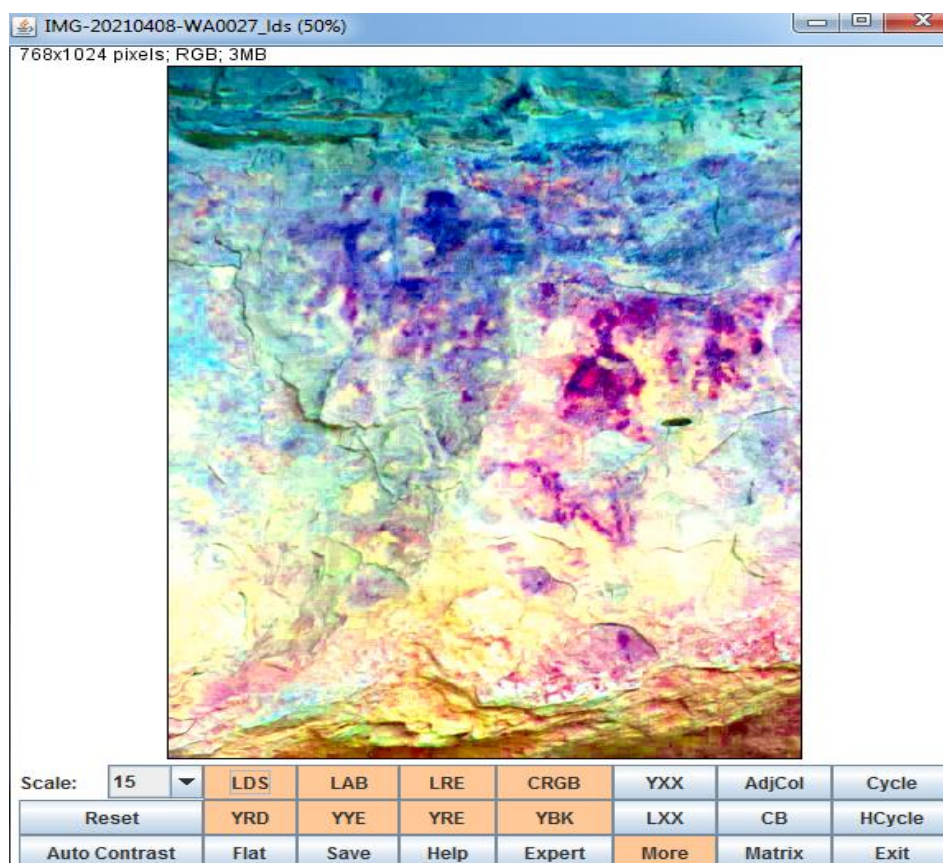


Figura 7.27: Image-J plugin DStretch. Pestaña DStretch Run. Foto de pinturas en abrigo de las Colochas. Sierra de Gestalgar (Valencia). (Imagen del autor).

Las diferentes características ambientales, lumínicas de la reflectancia del soporte y figuras, existencia de concreciones de líquenes, carbonatos, microorganismos, etc., condicionará mucho los resultados obtenidos con la aplicación de los filtros de imagen de DStretch.

El análisis de las imágenes de alta resolución con el plugin DStretch, pretende facilitarnos la identificación de figuras en los paneles. Este plugin puede procesar imágenes .tif de un gran tamaño que oscila entre 2 y 2,5 Gb. Las únicas limitaciones del tamaño de los archivos vienen impuestas por la capacidad del software Image-J. Lo que supone un problema a la hora de aplicar este tipo de análisis a las imágenes de mayor tamaño tipo Gigapixel.

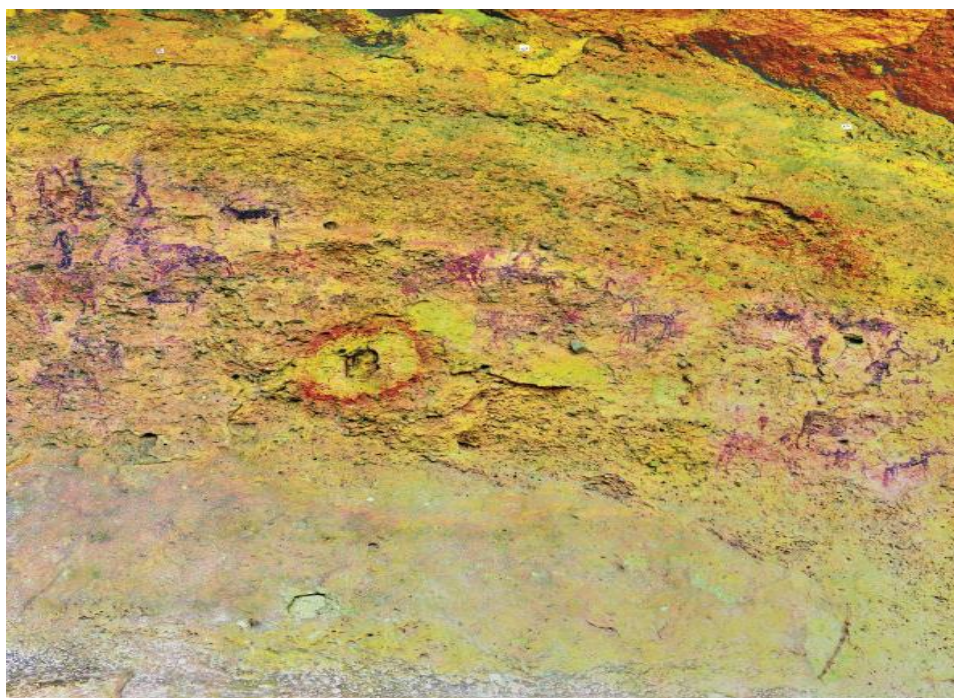


Figura 7.28: Fotografía Gigapixel del sector 6 del Abrigo de Minateda, tratada mediante DStretch. (Tomado de Ruiz, J. F. et al., 2016).

Para ello debemos abordar otro procedimiento de trabajo, teniendo que aplicar la transformación a cada una de las imágenes que forman el panorama, aplicando este tipo de matriz a la secuencia de fotografías, ello podemos hacerlo de forma manual, o automatizada con distinto software. Para finalizar se seguirá el mismo procedimiento habitual para la realización de la fotografía Gigapixel. (Ruiz, J. F. et al., 2016).

Resulta una herramienta muy útil para el tratamiento de imágenes multiespectrales, y tenemos la opción de observar colores no perceptibles al ojo humano en la imagen original. Por lo que puede servir de apoyo a nuestros trabajos en investigaciones en materia de pinturas rupestres.

Otra de las aplicaciones o utilidades de las técnicas de análisis digital de la imagen es la determinación de los componentes de las pictografías, de sus soportes y/o pátinas, así como las alteraciones y cambios que hayan podido sufrir con el paso del tiempo. Este tipo de comprobaciones y análisis suelen realizarse en el mismo yacimiento y mediante instrumentos espectroscópicos.

Con el objetivo de detectar este tipo de composiciones o variaciones a nivel molecular o elemental, se realizan medidas directas mediante dos tipos de instrumentos portátiles, los cuales se basan en la espectroscopia de Raman y la fluorescencia de Rayos X por energía dispersa. (*Ruiz, J. F. et al., 2016*).

La espectroscopia de Raman se utiliza para determinar la composición molecular de las zonas que determinamos su análisis. El equipo consiste en un láser que emite un haz de luz de gran potencia, el cual se dirige hacia la superficie seleccionada a través de una fibra óptica.



Figura 7.29: Detalle de utilización de la sonda del espectroscopio Raman en una figura de abrigo de Minateda. (Tomado de Ruiz, J. F. et al., 2016).

Esta emisión láser incide sobre el material produciéndose una dispersión de la luz, la cual variará y dependerá del tipo de moléculas que componen dicho material. De todos aquellos fotones dispersados, el espectrofotómetro recoge aquellos que presentan una longitud de onda o energía diferente a la radiación emitida. Este fenómeno se conoce como dispersión Raman. Las moléculas de la superficie a analizar ofrecen un conjunto de señales (bandas), las cuales conforman el espectro Raman característico y único para la molécula o material analizado. Como si fuera la huella dactilar propia del material analizado. (Ruiz, J. F. et al., 2016).



Figura 7.30: Equipo portátil de EDXRF usado en el panel de Cañaica del Calar II. (Tomado de Ruiz, J. F. et al., 2016).

La fluorescencia de rayos X por energía dispersa (EDXRF) se utiliza para determinar la composición elemental de una sustancia. Se utiliza un espectrómetro portátil, para la detección de la emisión fluorescente que se genera al excitar un material con una fuente emisora de rayos X. La emisión de radiación X expulsa los electrones de las capas inferiores del átomo (elemento). Los electrones de capas más externas, van ocupando los lugares que han quedado vacantes, y el exceso energético resultante de esta transición es disipada en forma de fotones, que es lo que denominamos radiación X fluorescente o secundaria. Esta radiación es única y característica de cada elemento químico, por lo que podemos identificar el elemento que corresponde a la muestra. Por tanto la respuesta a este tipo de análisis es un espectro que nos muestra la intensidad de radiación en función de la energía. (Ruiz, J. F. et al., 2016).

Con estos análisis se pueden detectar prácticamente todos los elementos de la tabla periódica a excepción de los más ligeros. Por lo que esta técnica resulta muy eficaz para analizar la composición de los elementos de manera semicuantitativa. (Ruiz, J. F. et al., 2016).

Indicar por último que, es incesante la enorme cantidad de aplicaciones, software y algoritmos que van surgiendo casi cada día para el estudio de las imágenes digitales, y con el objetivo de realizar mejoras en la investigación del arte rupestre, (como por ejemplo podemos observar en la figura 7.23).

**LA SITUACIÓN ACTUAL DE LAS
METODOLOGÍAS DE
DOCUMENTACIÓN.**

(CAPÍTULO 8)

CAPÍTULO 8: LA SITUACIÓN ATUAL DE LAS METODOLOGÍAS DE DOCUMENTACIÓN.

Analizaremos en este capítulo las últimas técnicas de documentación que se vienen aplicando al estudio de los yacimientos del arte rupestre. Y como las metodologías varían en cuanto a la finalidad de nuestro estudio. Ya se trate de una investigación puramente científica encaminada a nuevas interpretaciones o descubrimientos; o una documentación con vistas al público en general, para facilitar su divulgación con la mayor precisión posible.

El octavo capítulo se divide en los siguientes apartados:

- 8.1. Aspectos generales.
- 8.2. Fotogrametría y escáner 3D para la investigación y conservación.
- 8.3. Tratamiento digital de la imagen.
- 8.4. Nuevas metodologías para la difusión del patrimonio.

8.1. Aspectos generales.

Como hemos visto anteriormente, en las últimas décadas se ha producido una verdadera explosión de las nuevas tecnologías en general, y en particular aplicadas a la documentación, análisis y difusión del arte rupestre.

Los métodos de documentación tradicionales que hemos analizado en este trabajo, como dibujos a mano alzada, calcos, fotografía analógica, etc., han ido siendo sustituidos por nuevas metodologías íntimamente relacionadas con la evolución tecnológica y científica.

Centrándose en el uso principalmente de la fotografía digital en sus diversas variantes, la utilización de láser escáner 3D de varios tipos y características, el uso de la fotogrametría, y las últimas innovaciones en el análisis de la imagen digital que hemos visto en el artículo precedente.

Como hemos indicado anteriormente también, la mayor parte de las novedades aplicadas actualmente a la documentación del arte rupestre, provienen originariamente de otros ámbitos, generalmente de la industria y del sector privado.

Hoy en día, se hace imprescindible por parte de los investigadores de cualquier ámbito científico, y en concreto en materia del arte rupestre que nos ocupa, un conocimiento importante del manejo de las nuevas tecnologías.

También es absolutamente habitual y prácticamente necesario, la interdisciplinariedad en los estudios de documentación de yacimientos. La colaboración entre distintos departamentos universitarios, o de empresas privadas, especialistas en el manejo de estas nuevas tecnologías y con los medios necesarios, tanto técnicos como humanos.

8.2. Fotogrametría y Escáner 3D para la investigación y conservación.

Actualmente tanto la fotogrametría como las diversas metodologías unidas a ella, pasan por un momento de auge en su aplicación en la documentación, investigación y difusión del patrimonio, y también de los yacimientos o enclaves con arte rupestre.

Su uso se ha ido extendiendo en estos últimos años al estudio de edificios, monumentos, yacimientos arqueológicos, abrigos y cuevas prehistóricas, etc. Y se aplica tanto a objetos de pequeñísimo tamaño, como al análisis del territorio por medio de fotografías aéreas.



Figura 8.1: Fotogrametría aérea. Reconstrucción virtual del yacimiento de La Alcudia (Elche). (Tomado de <https://aereal.pro/portfolio/fotogrametria-aerea-en-arqueologia/>).

Ello ha traído aparejada la necesidad por parte del mercado y de las universidades, de personal altamente cualificado que domine tanto las disciplinas científicas objeto de estudio, como del manejo de estas nuevas tecnologías.

Actualmente este tipo de documentación para la obtención de fotografías aéreas, y realización de modelos fotogramétricos en 3D (como el que vemos en la figura 8.1), se apoyan en el uso de los comúnmente denominados drones, o más apropiadamente llamados RPAS (*remotely piloted aircraft system*). Aeronaves no tripuladas propulsadas generalmente por motores eléctricos (aunque hay de otros tipos), que disponen de sensores de imágenes de alta resolución, y con los cuales podemos documentar sitios inaccesibles, yacimientos de grandes dimensiones, y el entorno donde se encuentran, con una perspectiva inmejorable.

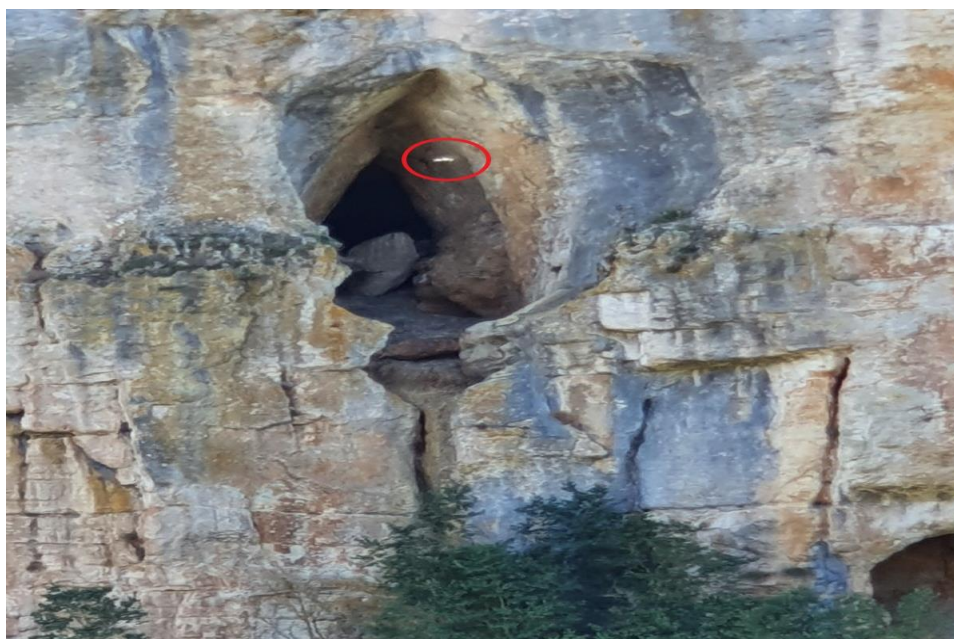


Figura 8.2: Documentación con dron de una cueva inaccesible. Cañón de La Horadada, año 2021. (Tomado de Ripoll, S.).

En los últimos años se está imponiendo la utilización de este tipo de dispositivos en la documentación de yacimientos, ya que resulta una herramienta muy útil que ayuda a realizar un estudio mucho más preciso y completo.

El objetivo final que deseamos alcanzar es obtener un modelo en tres dimensiones exacto, con todo el rigor científico que podamos alcanzar y que nos sirva para su estudio y difusión.

Debemos saber aprovechar estas nuevas metodologías de investigación en todas sus variantes y posibilidades que nos ofrece, ya sea para su reconstrucción, su conservación, la creación de páginas web con entornos virtuales, pdf en tres dimensiones, fomento del turismo e investigación con los visores en 3D, etc.

Una documentación precisa del patrimonio cultural, debe ser una prioridad hoy en día, teniendo en cuenta que nuestro principal objetivo no debe ser únicamente la difusión del mismo, sino su mantenimiento y conservación para el futuro.

La creación y réplica del patrimonio cultural en modelos en 3D, es actualmente una de las prioridades, y casi absolutamente imprescindible en cualquier trabajo tanto industrial en el sector privado, como científico de estudio y documentación sobre los bienes culturales, y por ende de los yacimientos con arte rupestre. Su aplicación ya se centra sobre el estudio de cualquier parte de nuestro patrimonio territorial y cultural, ya sea sobre yacimientos, estudios del terreno, prospecciones geológicas, cartografía, monumentos, piezas de museo, etc.

Los procedimientos informáticos aplicados a estos estudios son de absoluta actualidad, con innovaciones constantes en aplicaciones, equipos y software. Automatizándose cada vez más los trabajos de toma de datos y mediciones espaciales sobre los objetos. Y lo que resulta muy importante, sin necesidad de ningún contacto directo sobre aquello que queremos documentar.

Para ello se utiliza hoy en día la toma de imágenes con espectro multisensorial, y la tecnología de láser con un barrido tridimensional. En lo que se denomina en la comunidad científica como *fotogrametría de objeto cercano*.

Con esta tecnología y metodología de documentación, podemos obtener en la actualidad unos modelos digitales que suponen una réplica prácticamente exacta de la realidad. También se ha conseguido reducir cada día más el tiempo de procesado de los modelos en 3D, obteniendo una texturización perfecta en un modelo digital imperecedero. Además logramos crear imágenes en dos dimensiones denominadas ortofotos u ortoimágenes, y videos y animaciones en tres dimensiones de alta calidad. Todo ello facilita mucho los trabajos de estudio y difusión del arte rupestre.

La fotogrametría de objeto cercano es la técnica más comúnmente empleada en la documentación de estaciones con arte rupestre. Esta metodología denominada en inglés como *Close Range Photogrammetry*, es la que realiza la toma de imágenes procedente a una distancia del objeto a documentar inferior a 300 metros, por lo que no se tienen en cuenta las distorsiones provocadas por la esfericidad y por la refracción, y por tanto no hay que realizar correcciones.

Según la distancia que tomemos respecto al objeto a documentar, podemos clasificar la fotogrametría en tres modalidades: la fotogrametría de objeto cercano, en la que la distancia al objeto varía entre 10 centímetros y 300 metros; la macro-fotogrametría en la que la distancia disminuye y se sitúa entre 1 y 10 centímetros; y la micro-fotogrametría en la que la distancia es inferior a 1 centímetro.

Lógicamente el tipo elegido de documentación dependerá del tipo de estudio que queramos realizar sobre el objeto, yacimiento, figuras, etc. A menor distancia tendremos una mayor precisión de las figuras a documentar, pero en cambio no podremos realizar un trabajo de modelado general de todo el conjunto.

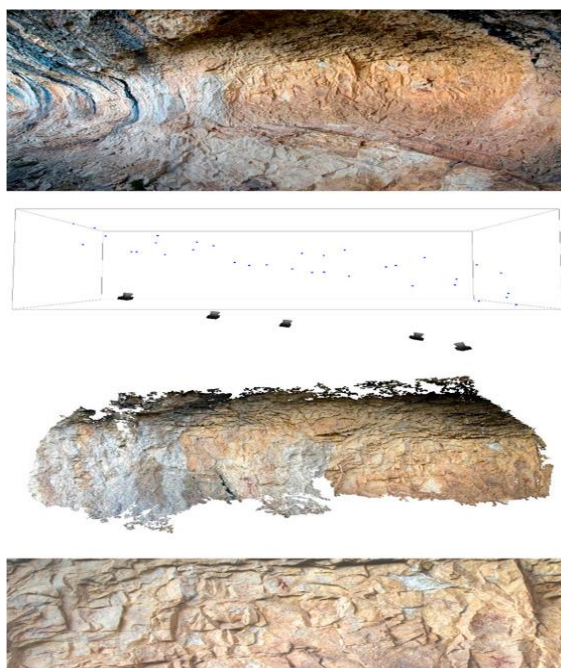


Figura 8.3: Abrigo X del Cingle de la Mola Remúgia, Ares del Maestre (Castellón): a) Imagen del Abrigo X; b) Distribución de 5 imágenes orientadas del Abrigo; c) Vista en perspectiva de la nube de puntos a color obtenida a partir de un par de imágenes; d) Detalle del modelo fotorrealístico 3D. Copyright: GIFLE. (Tomado de Lerma, J. L. et al., 2013).

Esta metodología es la más empleada hoy en día para la documentación de estaciones con arte rupestre, generalmente combinándola con el escaneado en 3D, para poder realizar un completo, preciso y exacto modelado tanto del conjunto del abrigo o la cueva, como de los elementos de arte rupestre que en él se alojan.

Las ventajas que presenta la fotogrametría de objeto cercano, son las mismas que hemos visto anteriormente cuando hemos hablado de la fotogrametría.

Como hemos visto no hace falta un contacto directo con los motivos a documentar, por lo que no afecta a su conservación, por otro lado la documentación se puede realizar en mucho menos tiempo que con cualquier otra metodología, nos permite obtener una enorme cantidad de datos tanto en volumen como en calidad, podemos acceder a sitios casi inalcanzables con otros métodos, no nos afectan las condiciones ambientales, somos capaces de analizar aspectos no visibles al ojo humano barriendo todo el espectro electromagnético, eliminamos al subjetividad humana, etc.

También hemos hablado antes de las dificultades o inconvenientes que presenta, como la necesidad de una alta cualificación para su correcto manejo, el procesado lento posterior de imágenes y datos, el alto precio de los equipos, la dificultad de su transporte hasta lugares de difícil acceso, y alguna más.

Los equipos que se utilizan para la documentación en tres dimensiones de los yacimientos con arte rupestre se suelen denominar *Estaciones Fotogramétricas Digitales*. Estas estaciones se componen de una parte física y una parte digital, siendo al parte física el *Hardware*, es decir los elementos físicos para la toma de las imágenes y los datos (generalmente cámaras fotográficas digitales y equipos láser escáner 3D); y el *Software*, que son aquellos programas, unidades de memoria, etc., que nos permiten tanto almacenar como crear posteriormente los modelados fotogramétricos que queremos recrear.

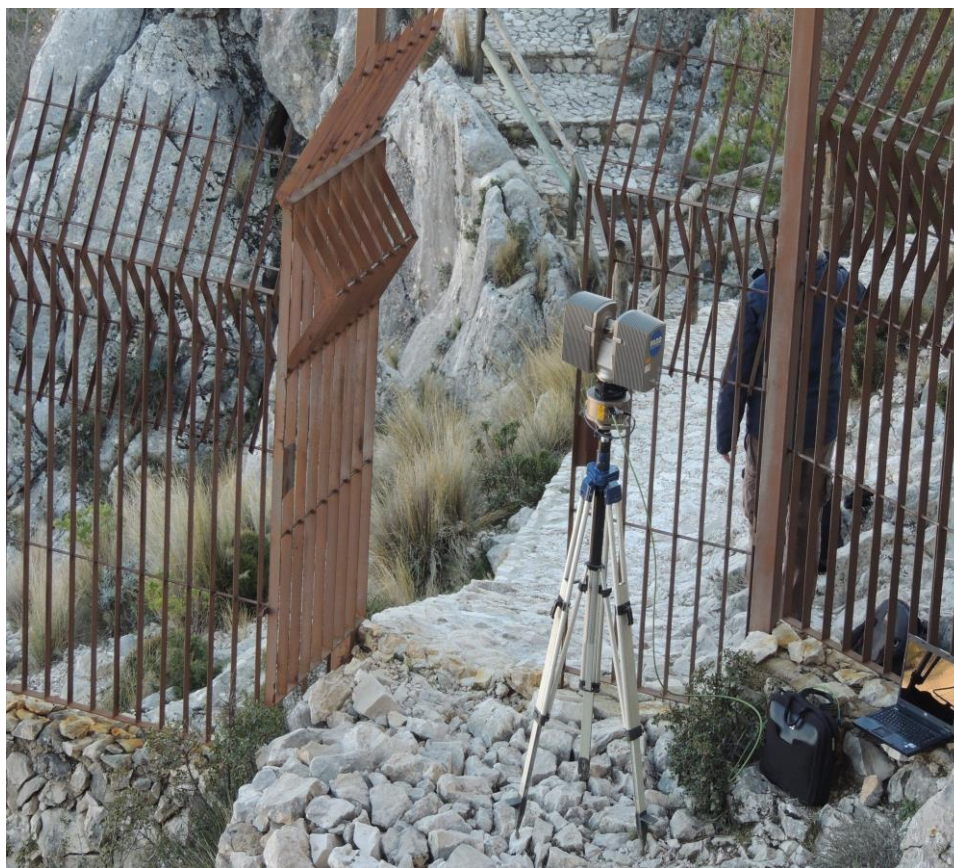


Figura 8.4: Hardware para documentación 3D de yacimiento. Los Letreros (Vélez-Blanco. Año 2015). (Imagen del autor).

La estación fotogramétrica nos permite recabar toda la información métrica, vectorial, ráster de imágenes, etc., que nos posibilita la posterior creación de los modelados objeto de nuestra documentación.

Esta precisión en el registro de los volúmenes y dimensiones, ha permitido la obtención de documentaciones mucho más exactas que las realizadas hace unas décadas. Tomando como ejemplo el registro del interior de las cuevas, la documentación con el escáner de 3D ha transformado, en gran medida, los datos sobre la forma, dimensiones y planimetría que disponíamos anteriormente.

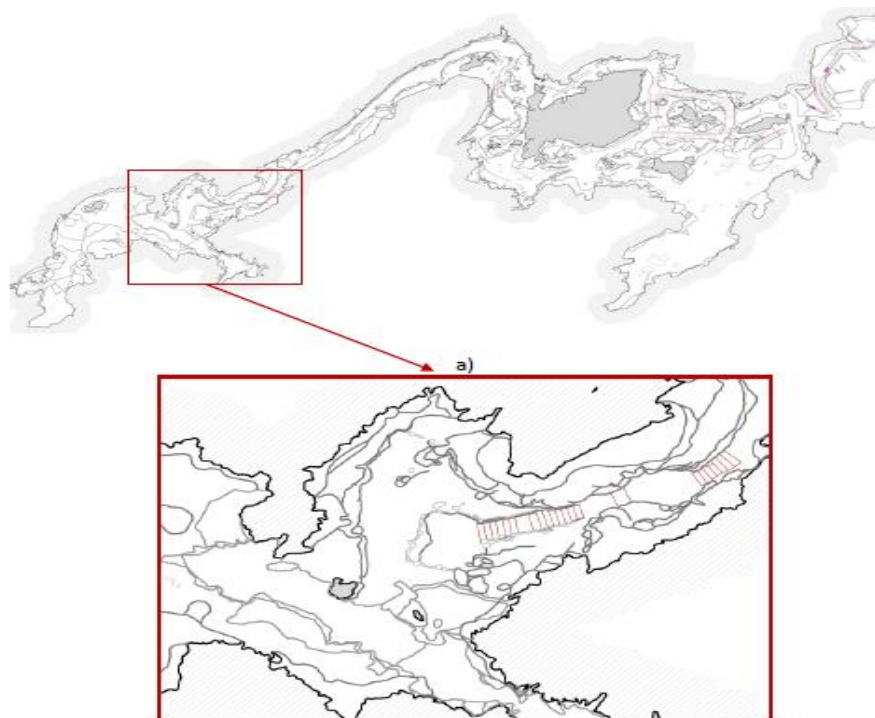


Figura 8.5: Plano de planta Cueva del Castillo, b) detalle de plano de planta. Utilización de laser escáner 3D panorámico de medición de fase. (Tomado de (Bayarri, V., 2020)).

La evolución y los avances tecnológicos no cesan, y resulta difícil incluso para los especialistas en estas disciplinas, seguir el ritmo de todas las novedades que van surgiendo casi día a día.

Una de las últimas innovaciones en la realización de modelos en 3D, ha sido el uso de dispositivos portátiles de emisión de luz. Generalmente para la generación de copias en 3D de objetos de mediano o pequeño tamaño, para el escaneo de partes concretas, o en cuanto al arte rupestre se refiere, para piezas de arte mueble, o ciertas zonas de los paneles. Algunos con mayor precisión que otros, dependiendo marcas y modelos. Como los que podemos observar en las siguientes figuras.



Figura 8.6: Escáner 3D marca Artec Leo. Parte posterior, pantalla digital. (Tomado de <https://www.artec3d.com>).

Este tipo de dispositivos tienen un elevado coste económico, pero en cambio suponen un enorme ahorro de tiempo de trabajo, y significan un avance muy significativo en muchas disciplinas como la ingeniería, la medicina, etc.

Algunos de estos dispositivos también alcanzan un alto grado de precisión submilimétrica (hasta 0,05 mm), que en cuanto al estudio del arte rupestre se refiere nos permite el registro de las superficies, de los volúmenes, e incluso de los grabados paleolíticos de trazo fino. Dispositivos como por ejemplo, los que podemos observar en las siguientes figuras.



Figura 8.7: Escáner 3D Space Spider. Parte frontal. Precisión de puntos 3D, hasta 0,05 mm (Tomado de <https://www.artec3d.com>).

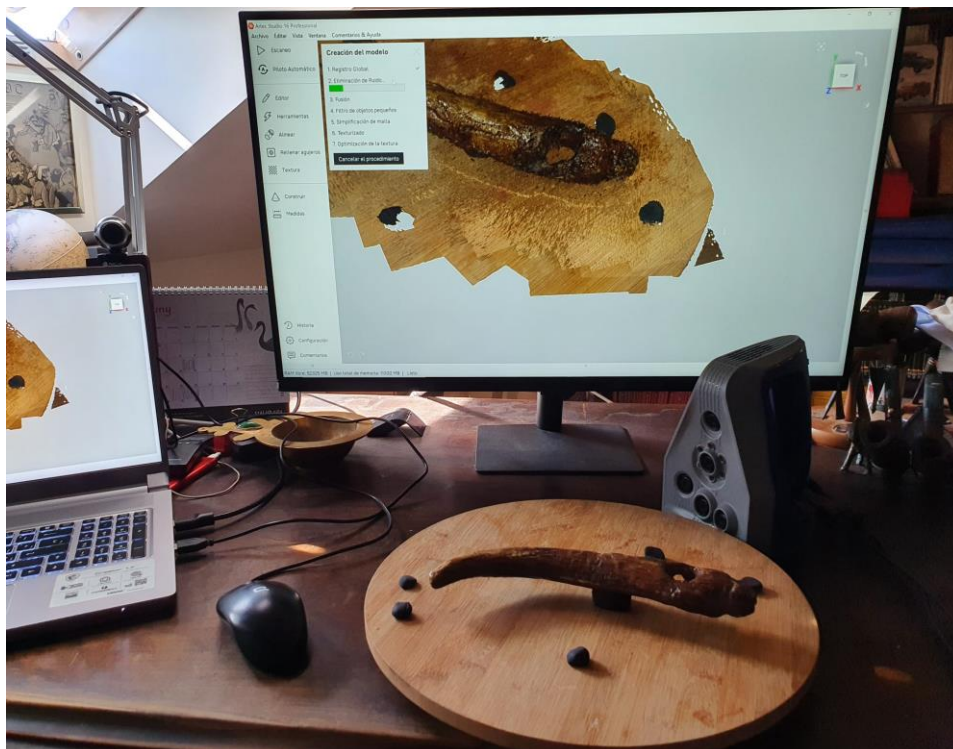


Figura 8.8: Funcionamiento del Escáner 3D inalámbrico de luz Led azul Space Spider. Proceso de escaneado realizado por Ripoll, S. de bastón de mando de El Castillo. (Tomado de Ripoll, S.).

También han surgido en los últimos años, un gran número de aplicaciones para la realización de escaneados en 3D, para su instalación y el registro por parte de sus sensores, en dispositivos portátiles como móviles, tabletas digitales, etc. Estas aplicaciones están disponibles tanto para el sistema operativo Android, como para iOS.

Si bien es cierto que tanto la capacidad de los sensores de registro de estos dispositivos, como el software de los mismos, no son capaces aún de alcanzar una calidad y precisión comparable a los anteriormente vistos; es innegable la versatilidad y la comodidad que presentan. Así como un prometedor futuro en cuanto a este tipo de documentaciones.

En cuanto a la documentación del arte rupestre puede servirnos como un primer registro de las figuras y sus soportes, cuando realizamos prospecciones o las primeras fichas y fotografías identificativas.

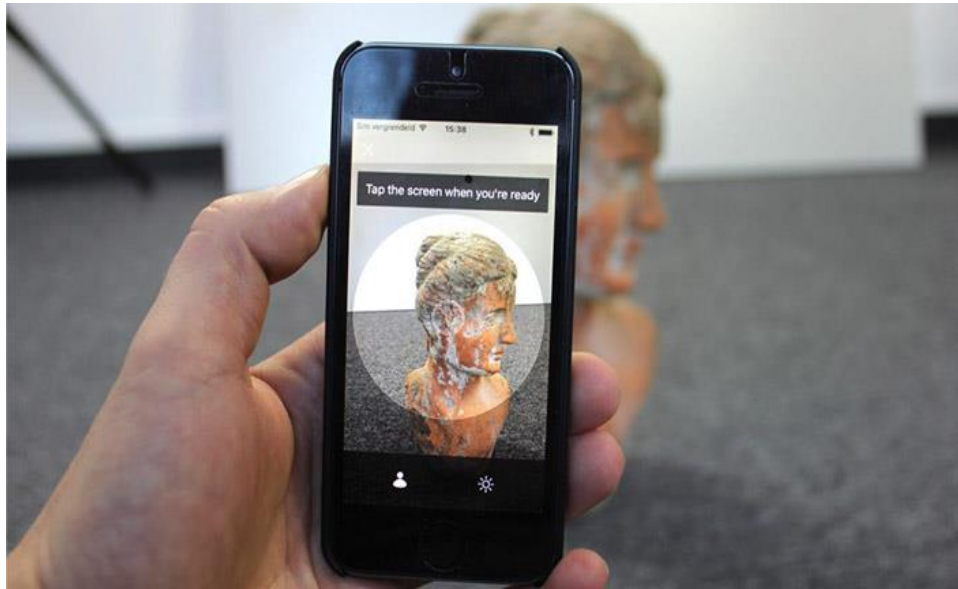


Figura 8.9: Aplicación para realización de modelado en 3D. Utilización con Smartphone. (Tomado de <https://www.bing.com/>).

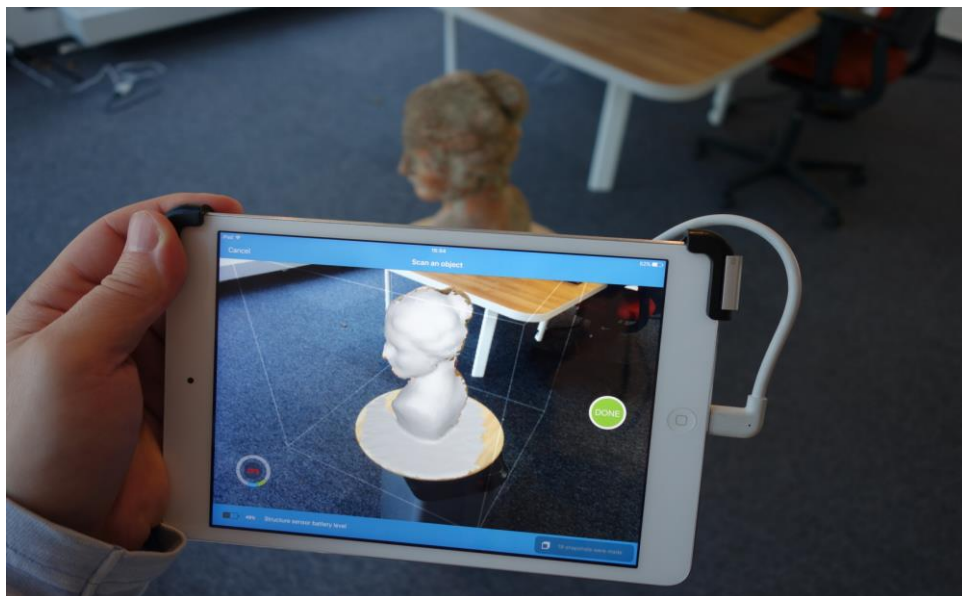


Figura 8.10: Aplicación para la realización de modelos en 3D. Utilización con tableta digital. (Tomado de <https://www.bing.com/>).

8.3. Tratamiento digital de la imagen.

Hemos de recordar que hasta hace pocos años, la escasez de medios informáticos y la limitación de los mismos no permitían que las técnicas digitales realizaran un avance significativo.

Tanto los microprocesadores como los sistemas de almacenamiento de información no se encontraban aún tan desarrollados, y las resoluciones que alcanzábamos con las imágenes digitales eran muy escasas.

Por su parte, las cámaras fotográficas para la toma de imágenes digitales aparte de tener una calidad y resolución muy baja, sus precios eran poco accesibles. También disponían de muy poca capacidad de memoria, y el software de tratamiento de imágenes se encontraba muy poco desarrollado.

No es hasta finales del siglo XX, cuando podemos encontrar los primeros trabajos de investigación basados en el tratamiento multiespectral de imágenes digitales. Lo que nos abrió un nuevo mundo en los estudios basados en los análisis multiespectrales como técnicas no invasivas.

Esto nos ofreció también grandes posibilidades en el seguimiento de los procesos de degradación, alteración, conservación, y descubrimiento y nuevas interpretaciones de los yacimientos. Y su correspondiente aplicación a la investigación en materia del arte rupestre.

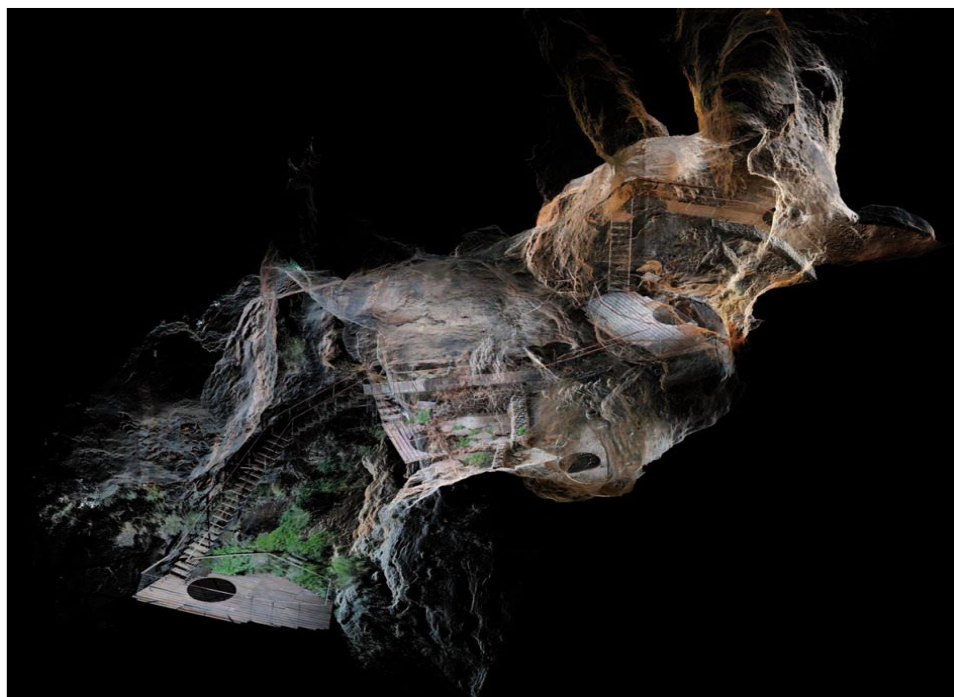


Figura 8.11: Vista axonométrica del modelo tridimensional de la Cueva de la Serreta. (Cieza, Murcia). (Tomado de Angás, J. et al., 2014).

El surgimiento de software informático para el procesado de estas imágenes, ha supuesto una auténtica revolución en los procesos de documentación del arte rupestre. Con nuevos programas, plugins y algoritmos específicos, desarrollados por particulares y empresas. Mejorando en gran medida, tanto en cantidad como en la calidad de los datos recabados, y permitiendo novedosas y variadas interpretaciones de un mismo yacimiento por parte de diferentes equipos de investigación.

Todo ello ha supuesto un cambio radical en la mentalidad tanto de las administraciones (concediendo más permisos para el estudio de los yacimientos), como de los investigadores. Entendiendo ambos que ya no está justificado de ningún modo, la afectación o alteración de los mismos. Todo lo contrario, estas técnicas deben permitirnos mejorar los sistemas de control y protección de estos enclaves.

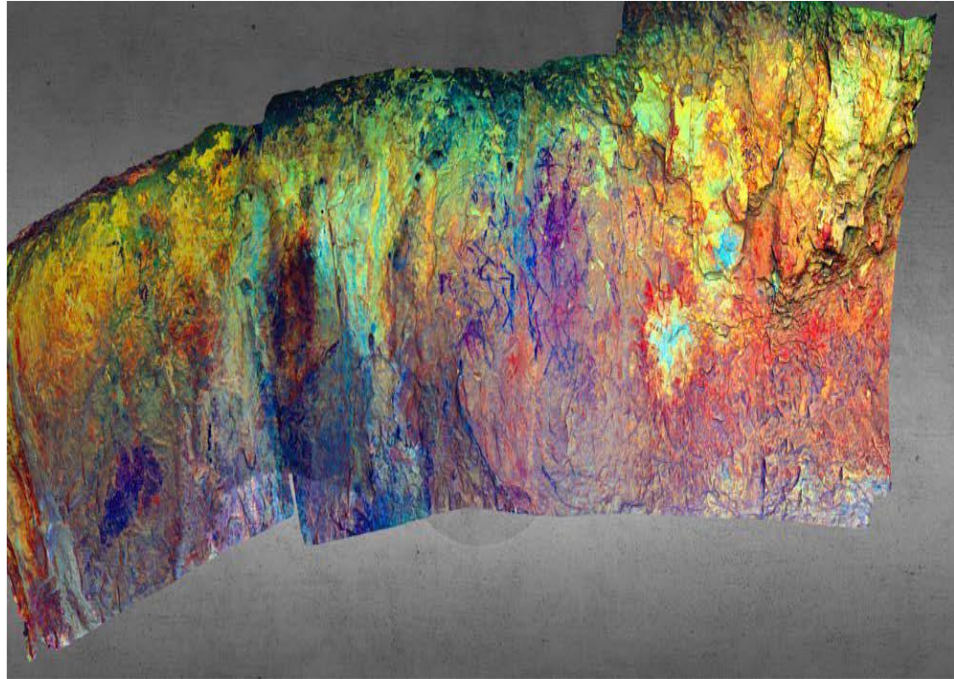


Figura 8.12: Modelo 3D de Coves del Civil texturizado con la versión tratada en DStretch de su textura fotográfica de alta resolución. (Tomado de Ruiz, J. L., 2019).

En los últimos tiempos estamos asistiendo, a un avance significativo en el desarrollo de aplicaciones informáticas para la medición de entornos geomáticos. La información métrica que conseguimos obtener a través de las imágenes obtenidas, ya sea por medio de imágenes o vídeo, en las diferentes bandas del espectro registrado, nos sirven hoy en día para el desarrollo de aplicaciones orientadas al estudio y difusión del patrimonio cultural.

Esta situación ha sido posible actualmente, y no podemos obviarlo, gracias al desarrollo simultáneo de las capacidades y los programas informáticos, incrementados con capacidades métricas incluidas.



Figura 8.13: Fotografía ortorectificada con curvas de nivel de un panel del Abrigo I del Barranco de Los Grajos (Cieza, Murcia), según Essete. (Tomado de San Nicolás, M., 2012).

Esta documentación como hemos visto, para cumplir con las premisas de exactitud y no alteración de los restos arqueológicos, debe ser una documentación métrica en las diferentes escalas, y debe incluir las técnicas de documentación geomáticas. La utilización de técnicas fotogramétricas basadas en el uso de cámaras digitales, el uso del escáner laser 3D, los sensores multiespectrales e hiperespectrales, así como el registro georeferenciado de los datos obtenidos.

Como por ejemplo con la utilización de la fotografía ortorectificada, que basándose en los procesos fotogramétricos, nos asegura que los elementos de la imagen o píxeles, se encuentren en su correspondiente posición geográfica.

Es decir, se trata de transformar el sistema de proyección central de la imagen tomada, en una proyección ortogonal. Con ello lo que buscamos es que se eliminen los desplazamientos causados por, el movimiento del sensor y las imperfecciones o curvaturas de la superficie documentada.

Con las ortoimágenes obtenemos una mejor representación geométrica, con una alta precisión, logrando que tanto los objetos o superficies a documentar, se manifiesten de una forma lo más real posible en una imagen fotográfica.



Figura 8.14: Ortoimagen del Panel de las manos de la Cueva de El Castillo. Puente Viesgo (Cantabria). Foto de Vicente Bayarri. (Tomado de Ripoll, S. et al., 2019-2020)

8.4. Nuevas metodologías para la difusión del patrimonio.

Para finalizar este apartado quiero hacer una breve mención, a algunas de las nuevas metodologías que se están aplicando en la difusión del arte rupestre para el público en general. Ya se trate de entornos museográficos, en los propios yacimientos, o en centros educativos.

Estas nuevas metodologías, basadas en los constantes avances tecnológicos, están acercando a los ciudadanos al conocimiento del arte rupestre, ampliando su información, e incluso ofreciendo la posibilidad de la visita a los yacimientos desde entornos virtuales accesibles en salas de museos o incluso desde sus propios domicilios.



Figura 8.15: Lascaux IV, entornos digitales de recreación de la cueva original. (Tomado de <https://www.france-voyage.com/>).

Un ejemplo de ello es la realidad virtual y aumentada, que es de novedosa aplicación para el estudio y difusión de las estaciones con arte rupestre. Esta tecnología nos permite superponer todas aquellas imágenes e información obtenida previamente, con las metodologías anteriormente descritas, creando un entorno virtual y exacto de lo que hemos documentado.

Con el uso de unas gafas especiales y el software adecuado, podemos recrear, previa documentación y creación de modelado en 3D, el entorno e interior de una estación con arte rupestre. El público puede acceder al interior de cuevas con arte rupestre y admirarlas simplemente con este *viaje virtual*.

Esta tecnología se aplica hoy en día a numerosas disciplinas como la medicina (entornos virtuales en cirugía y otras tareas), en educación (libros interactivos, etc.), espacios digitales y multimedia, en ingeniería, en topografía, el simple entretenimiento (como los videojuegos), la arquitectura, el turismo, y un largo etcétera.

Esta realidad virtual introduce al usuario en un entorno virtual creado por ordenador, a base de la información creada o tomada de la realidad. Con la utilización de las gafas en tres dimensiones para su visualización, el usuario se sumerge completamente en el entorno en tres dimensiones.



Figura 8.16: Recreación de Cueva de Santimamiñe de forma virtual. Arte rupestre en entorno virtual. (Tomado de <https://www.elcorreo.com/>).

En materia de arte rupestre esta tecnología nos permite poder *visitar*, tanto abrigos como cuevas previamente documentadas con técnicas fotogramétricas, sin movernos de nuestra casa o del museo. La perfección en la documentación de los yacimientos, y en los modelos virtuales creados, permiten que el usuario pueda literalmente introducirse y visitar estos yacimientos.

Además señalar que suponen una herramienta muy relevante en materia de estudio y difusión científica, y también nos faculta para visitar estaciones con acceso prohibido o restringido, el disfrute de yacimientos difícilmente accesibles, etc. Y gracias a esta tecnología, también podemos acercar el arte rupestre a personas con movilidad reducida.



Figura 8.17: Visita virtual en 3D en el yacimiento de Atapuerca. (Tomado de <https://www.digitalavmagazine.com/>).

Estos nuevos entornos en 3D para la visita virtual se están aplicando tanto en el interior de museos o exposiciones, como en los propios yacimientos al aire libre. Ya se trate de este de estaciones con arte rupestre, como de yacimientos arqueológicos de poblamiento, así como incluso en excavaciones de restos fósiles como en Atapuerca.

Otra de las novedades que se han desarrollado en los últimos años en este mismo sentido, es la posibilidad de visitas virtuales en los propios yacimientos a través de tabletas digitales o el mismo teléfono móvil.



Figura 8.18: Aplicación (app eARt) para la identificación in situ de la localización de pictografías, gracias a la realidad aumentada sin marcadores. Abric I d'Ermites (Ulldecona, Tarragona). (Tomado de Ruiz, J. L., 2019).

Ello es posible de varias formas, entre las que podemos destacar el establecimiento de códigos QR en los propios yacimientos, museos o salas de exposiciones; páginas web con visitas virtuales, o el desarrollo de aplicaciones para móviles. Estas nuevas adaptaciones nos permiten poder acceder a la información del yacimiento, a su interpretación, imágenes, rutas para su visita, etc.

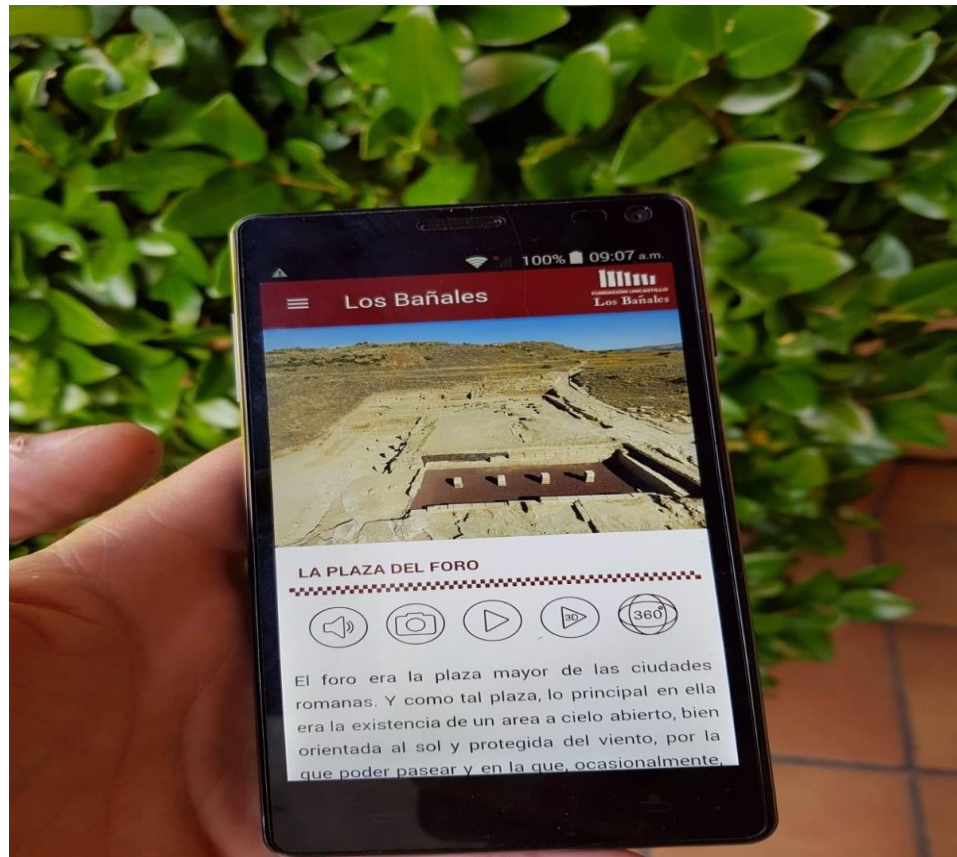


Figura 8.19: Aplicación gratuita para la visita virtual al yacimiento de Los Bañales. (Tomado de <https://www.europapress.es/>).

También en muchos entornos educativos como escuelas, institutos o centros de formación de cualquier tipo, disponen de herramientas digitales para que los alumnos puedan acceder a la información relativa a yacimientos de todo tipo. Así como a imágenes, acceso a páginas web, etc., y otros recursos relacionados con el arte de nuestros antepasados.

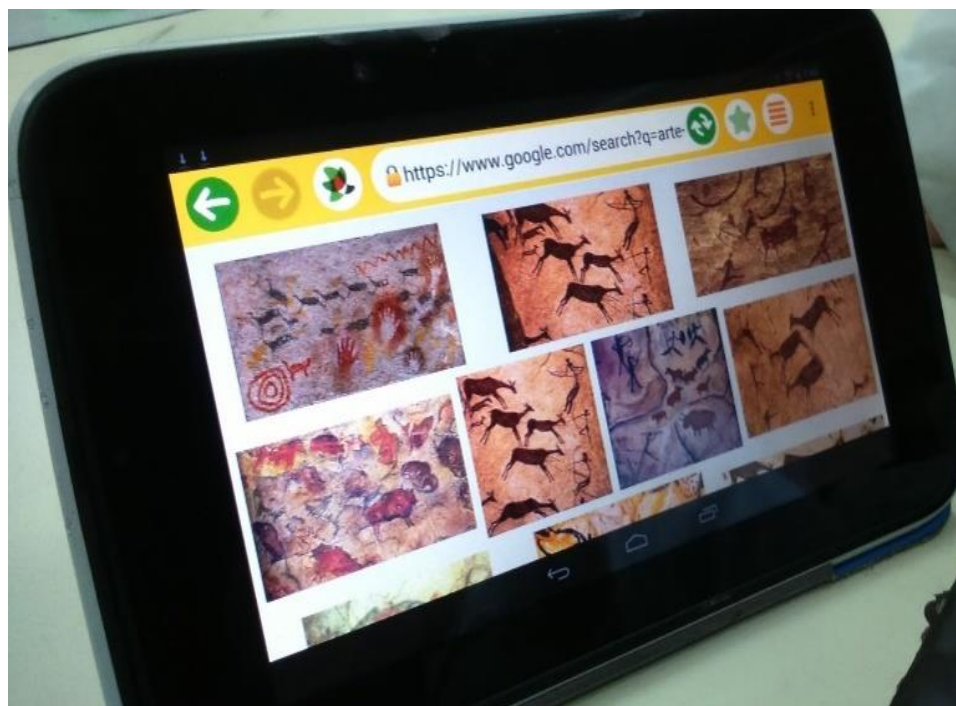


Figura 8.20: Tableta digital. Enseñanza del arte rupestre en un Centro Educativo. Nuevos recursos educativos. (Tomado de <http://3.bp.blogspot.com/-0sFkOGmnPk8/VeJoRDnnUBI/AAAAAAAAAVQ>).

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS.

(CAPÍTULO 9)

CAPÍTULO 9: CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS.

En este último capítulo realizaré una revisión de este trabajo, y comprobaré hacia donde me ha llevado. Tras la observación comparativa de las metodologías de documentación indagadas en este estudio, después de ver las nuevas técnicas de análisis de la imagen digital, y los innovadores procedimientos de estudio e investigación, se desarrollará una propuesta de documentación integral para la documentación de enclaves con arte rupestre. Para finalizar propondremos algunas ideas de hacia dónde pueden dirigirse en un futuro, las metodologías de documentación de este tipo de yacimientos.

Este noveno capítulo se divide en los siguientes apartados:

- 9.1. Introducción.
- 9.2. Conclusiones. Propuesta de documentación.
- 9.3. Perspectivas futuras.

9.1. Introducción.

Hemos de entender que el arte rupestre es una de las representaciones más importantes del legado de nuestros antepasados. Forma parte de nuestro patrimonio cultural, y estamos obligados moralmente a realizar cuanto esté en nuestra mano para su estudio y conservación.

Esta Tesis se centra en el análisis de la evolución del arte rupestre, y también pretende en su pequeña medida, participar de esta protección y difusión del arte de nuestros predecesores.

En su desarrollo hemos ido viendo la evolución de la documentación del arte rupestre con el objetivo de avanzar en su comprensión, y de seleccionar aquellas metodologías que resultan más idóneas según nuestro objetivo propuesto, y queriendo ver por último, cuales son las posibles perspectivas a las que parece dirigirse esta parte tan importante de los estudios prehistóricos.

En las últimas décadas ha ido creciendo la preocupación por la conservación de estos enclaves con arte rupestre, y se han intentado aplicar medidas para su preservación para el futuro. Ello ha ido influyendo también en las metodologías de documentación, intentado aplicar técnicas que no alteren su estado inicial o lo hagan lo menos posible.

Hemos visto que las manifestaciones de arte rupestre no suelen mostrarse aisladas del conjunto en el cual se engloban. Forman parte de todo un sistema más complejo donde podemos encontrar elementos bióticos y abióticos, los cuales interaccionan y definen su estado de conservación. De la estabilidad de este delicado equilibrio de relaciones depende su preservación para el futuro. Aquellos yacimientos que no han logrado mantener este citado equilibrio, no han podido conservar sus imágenes hasta nuestros días.

Por ello es tan importante no alterar este sistema de relaciones del conjunto del yacimiento al efectuar los registros; así como realizar una documentación exhaustiva, es decir una réplica lo más perfecta posible para poder preservar este bien para el futuro, y poder disponer de esta copia digital en tres dimensiones.

Desgraciadamente es una realidad que, el principal enemigo para la conservación de los enclaves con arte rupestre es el daño producido por el ser humano. Tanto el producido por los propios investigadores, utilizando metodologías que a lo largo de los años han ido deteriorando y alterando este equilibrio tan necesario para su preservación; como los daños de turistas, habitantes del lugar, e incluso por actos vandálicos.

Es por ello necesario también que por parte de la administración, se tomen las medidas necesarias para fomentar su preservación a través de medidas de protección, así como de estudio y documentación por parte de los investigadores.

9.2. Conclusiones. Propuesta de documentación.

Como hemos podido ver a lo largo de este trabajo, desde el inicio de las investigaciones científicas en materia de arte rupestre se han utilizado diferentes metodologías de documentación.

La evolución de la documentación del arte rupestre ha estado condicionada en mayor medida, por el surgimiento de innovaciones tecnológicas y de nuevas metodologías de trabajo, los cuales nos han permitido obtener resultados más exactos y de mejor calidad.

Esta transformación, nos ha posibilitado ir mucho más allá de lo que pudieran imaginar los primeros investigadores y descubridores del arte rupestre. Pero no solamente se ha producido por un afán de aplicar las nuevas tecnologías a la documentación de los yacimientos, sino que en ocasiones también lo ha motivado el deseo de los investigadores especialistas en la disciplina, de obtener mejores resultados buscando un trabajo científico de mayor calidad en numerosos aspectos, o queriendo obtener modelos más exactos y precisos para la difusión a la comunidad científica y al público en general.

La documentación del arte rupestre debe registrar al menos dos de los aspectos más relevantes o dimensiones básicas, como son el volumen y el color. Estos dos aspectos son relevantes aunque en distinto grado de importancia tanto para las pinturas como para los grabados.

El enfoque tradicional ha sido el de realizar una copia, es decir un calco de las representaciones. Pero las técnicas anteriores a la era digital no permitían registrar la tridimensionalidad de una manera adecuada, debido a la imposibilidad técnica de trasladar esta característica a un soporte bidimensional, lo que limitaba nuestro registro y futuras interpretaciones.

Las nuevas metodologías de documentación aplicadas hoy en día, han supuesto una mejora con respecto a las técnicas del pasado en la calidad y cantidad de datos obtenidos, en su georreferenciación exacta, así como en la no alteración de los yacimientos y sus figuras.

En el inicio de los estudios de esta disciplina (y aún en numerosas ocasiones), no existía una selección de las metodologías de documentación en función de unos objetivos específicos, ni de estudio de evolución o conservación de los yacimientos, ni de obtención de información oculta y no visible al ojo humano.

Por otro lado (como hemos podido ver en este estudio), en las metodologías de documentación más tradicionales únicamente se le daba importancia a la recogida de la información más relevante, es decir las figuras inscritas en el yacimiento.

El objetivo primordial era el de realizar una copia de las figuras localizadas en los paneles, para su registro y posterior difusión del descubrimiento. Sin analizar si estas metodologías podían alterar su delicado equilibrio de conservación, o si se estaba realizando con precisión y sin subjetividad, y sin valorar otros muchos aspectos que se tienen en cuenta hoy día.

Lógicamente debido a que no disponían de la perspectiva e información actual, y a que solamente podía utilizar aquellos métodos que tenían a su alcance, no debemos minusvalorar estos trabajos debiendo entender y valorar cada situación en su contexto histórico y geográfico.

Por todo lo descrito, parece recomendable ampliar nuestra perspectiva recopilando toda la información posible del conjunto del yacimiento, para no solamente obtener los datos sobre los motivos sino de su soporte, el enclave en su conjunto y todo aquello que influya en el sistema del que forma parte y que pueda ayudarnos en su estudio y conservación.

Aún hoy en día podemos asistir a una variada representación de metodologías de documentación realizadas en yacimientos sin mucho rigor. Y a una publicación de resultados de descubrimientos o estudios de paneles, sin una selección previa y motivada de las metodologías de estudio.

También continuamos viendo una representación de figuras de arte rupestre tanto en artículos, manuales de estudio, e incluso museos, que en muchas ocasiones carecen de la exactitud o precisión requeridas, y a menudo sin la mínima información que proporciona una escala métrica.

También carecen de una selección y justificación de su modo de documentación y representación. Parece ser, en la mayoría de las ocasiones, que cualquier metodología de registro es correcta y adecuada, cuando esto como hemos podido analizar en este trabajo no es así.

Hemos visto como parece que en los últimos años, se ha producido una clara diferenciación en las metodologías de documentación del arte rupestre, en función del objetivo final de nuestro estudio (cosa que no ocurría anteriormente). El estudio de la evolución metodológica nos permite comprender mejor el porqué de este proceso.

Hoy en día podríamos diferenciar las metodologías de documentación del arte rupestre en dos grandes conjuntos (dentro de los cuales existen más variables y especialidades). Por un lado tenemos los estudios realizados en los yacimientos con el objetivo de su difusión para el público en general; y por otro lado, aquellos realizados por investigadores para realizar nuevos descubrimientos, aplicar nuevos enfoques de estudio, analizar su estado de conservación y su degradación, etc.

El primer tipo de estudios se centra actualmente en la realización de modelos digitales muy exactos. En ocasiones solamente recabar imágenes digitales de alta calidad para publicaciones turísticas o de páginas web, y en otras de realización de modelos en tres dimensiones de alta precisión y resolución. Como hemos visto anteriormente, estas últimas son réplicas digitales en 3D de los yacimientos para poder introducir al público interesado en estos entornos virtuales, ya sea desde su propio domicilio, a través de páginas web, o desde exposiciones o museos.

El segundo tipo de estudios centrados en la investigación de los yacimientos utiliza hoy en día las últimas tecnologías de análisis digital de la imagen. A través de la teledetección, las técnicas geomáticas, el empleo de metodologías de análisis multispectral e hiperspectral de imágenes digitales, los calcos digitales, etc.

Por todo lo descrito en este trabajo, se hace necesario desterrar para siempre aquellas metodologías de documentación del arte rupestre que, impliquen algún tipo de contacto directo con las representaciones artísticas o su soporte. Así como aquellas que puedan alterar de cualquier manera el delicado sistema que permite que se preserven, produciendo cualquier tipo de cambio físico-químico que afecte a su conservación.

Debemos buscar otro tipo de metodologías para poder alcanzar los objetivos que buscamos. Técnicas de estudio que no precisen la alteración de los yacimientos, aunque busquemos objetivos prioritarios como el tipo de pigmentos empleados o la datación de las figuras. Parece que la evolución en las metodologías de documentación nos está conduciendo al camino adecuado de estudio y no alteración.

El análisis digital de la imagen y los estudios multiespectrales nos permiten alcanzar más allá del ojo humano, y gracias a ello se está avanzando en el estudio de este arte y se están realizando nuevos descubrimientos. Incluso podemos analizar la evolución microbiana en un yacimiento, su posición y crecimiento. Estos métodos se convierten en una óptima alternativa, barata, no invasiva, exacta y fiable para realizar una documentación precisa de los yacimientos con arte rupestre.

Una de las finalidades de este trabajo era el de poder indicar cuales parecen ser la metodologías de documentación más adecuadas para la documentación del arte rupestre. Si bien es cierto que la diferente heterogeneidad de las manifestaciones rupestres, dificulta enormemente establecer un protocolo de documentación aplicable a todas y cada una de los diferentes tipos de expresiones parietales, atendiendo al mismo tiempo a nuestros objetivos de estudio.

Disponer de una metodología de documentación adecuada resulta del todo esencial, para poder recabar los datos necesarios y tener una comprensión total y precisa de nuestro patrimonio cultural. Poder realizar estudios sobre su conservación y evolución, y al mismo tiempo difundir esta información para facilitar la realización de estudios por parte de otros investigadores, así como dar al conocer al público su patrimonio, para que además de conocerlo, aprendan a valorarlo y conservarlo.

Considero que es necesario en este trabajo destacar el papel previo de la prospección, de la importancia y esfuerzo que supone la localización de indicios y de yacimientos que no siempre son fruto de la casualidad, sino que en la mayor parte de ocasiones lo son de una ardua y dedicada labor de búsqueda.

Con las nuevas metodologías de documentación basadas en procedimientos de teledetección, en mi opinión no ya no está justificada de ningún modo la realización de estudios que impliquen cualquier tipo de contacto o alteración de los yacimientos o de su entorno. Por ello los investigadores no deberían proponer este tipo de trabajos, y por supuesto la administración no tendría que permitirlos.

En el estudio comparativo y de ventajas e inconvenientes de estas metodologías del pasado, no se pretende tampoco una renuncia absoluta a los ciertos procedimientos de documentación tradicionales, los cuales a pesar de ser los primeros sistemas utilizados pueden seguir siendo de gran utilidad en la actualidad.

Cuando nos enfrentamos al trabajo de documentación de un yacimiento con arte rupestre, ya se trate por un lado de un abrigo o de una cueva, o por otro de un enclave anteriormente registrado o de un nuevo hallazgo; lo primero que debemos hacer es realizar una prospección previa del mismo, es decir, realizar una búsqueda minuciosa de indicios de arte rupestre por toda la estación y alrededores.

Aunque el yacimiento ya haya sido documentado y estudiado, es frecuente realizar nuevos descubrimientos o nuevas interpretaciones, debido a que van surgiendo innovaciones técnicas y metodológicas de estudio, así como van ampliándose y variando nuestros enfoques de observación e investigación.

Teniendo como premisas básicas la no alteración, tanto de los yacimientos, los motivos, como del entorno, así como la optimización de los resultados, y en base a los resultados comparativos de los medios de documentación analizados en este trabajo, podemos realizar una propuesta de documentación integral de enclaves con arte rupestre.

Nuestra referencia en una documentación integral del arte rupestre debe ser, que no tenemos que atender en exclusiva (como ocurría hace unas décadas) al registro exclusivo de los grafismos, sino a la totalidad de elementos que forman parte e interactúan de forma dinámica en el sistema rupestre, es decir tener en cuenta las interacciones entre los principios bióticos, abióticos y antrópicos.

En los trabajos de documentación de yacimientos considero que es muy importante llevar un diario (cuanto más minucioso mejor), de las actuaciones realizadas en cada jornada de trabajo. Registrando también las fotografías realizadas y su asociación con cada una de las fichas y figuras o escenas. Ello nos sirve de guía para poder ir comprobando nuestros avances, las tareas realizadas y pendientes, así como herramienta de apoyo en las labores posteriores de laboratorio y preparación de publicaciones.

Primeramente y sin entrar a desarrollar aquí este aspecto, se deberán obtener los permisos previos administrativos necesarios, así como la obtención de planos topográficos de la zona, fotografías aéreas, búsqueda de antecedentes de investigación del entorno y del propio yacimiento, etc.

Como he indicado anteriormente, toda documentación de yacimientos con arte rupestre, ya se trate de un enclave ya conocido o no, de una cueva, abrigo o estación al aire libre; debe iniciarse con una prospección y búsqueda de indicios muy minuciosa.

Tanto la prospección como la organización y numeración de paneles se realizará siguiendo un orden lógico y preestablecido, de izquierda a derecha y de arriba abajo, y siguiendo el sentido de las agujas del reloj (aunque en ocasiones las composiciones temáticas u otros aspectos nos obliguen a seguir otra estructura).

Esta organización del trabajo de prospección que puede parecer en un inicio muy sencilla, en realidad y en la práctica no lo es tanto, ya que en ocasiones nos vemos obligados a seguir criterios estructurales físicos o temáticos.

A estas posibles complicaciones se le añade la dificultad de la geografía de los enclaves, como suele pasar en la estructura de una cueva. Si por ejemplo una cueva tiene una estructura lineal sencilla, iniciaremos la prospección y numeración de paneles en la pared de la izquierda y siguiendo hacia el fondo, retornando al exterior por el lado derecho.

Pero esta estructura sencilla y lineal no es lo más habitual, ya que suele haber diferentes accidentes de roca que separan los paneles, desprendimientos, multitud de galerías o cámaras diferentes dentro de una misma cueva, etc. En estos casos la lógica nos indica que siguiendo el mismo procedimiento descrito, separemos y numeremos los paneles documentando cada galería, cámara o sección individualmente y con su numeración propia.

En el caso de abrigos o yacimientos al aire libre, siendo su distribución algo más sencilla (en principio), también presenta sus dificultades, pero trataremos de aplicar procedimientos lógicos siguiendo los criterios indicados.

Debemos prospectar todas las zonas susceptibles de poder contener representaciones (ya sean paredes, suelos, techos, paneles y rocas exteriores, etc.) evitando vacíos, y marcar los hallazgos para su registro posterior. Mención expresa quiero hacer de las zonas anexas y externas de abrigos y cuevas, ya que a menudo se suelen pasar por alto sin proceder a examinarlos, y la experiencia ha demostrado que en trabajos posteriores aparecen muchas representaciones, e incluso en ocasiones, muchas más que en interior de los mismos.

Es importante tener presente a la hora de iniciar la documentación de los hallazgos que, tenemos que registrar todo, ya sean figuras, grafitis, marcas, etc. Aquello que no parece relevante en un principio, puede serlo con posterioridad en los trabajos de laboratorio y de análisis de las imágenes.

Una vez prospectado todo el yacimiento o parte de él (dependiendo del tamaño, estructura y volumen de información a registrar), se procederá a la documentación del mismo.

Hemos podido comprobar a lo largo de este trabajo que las ventajas y posibilidades que nos ofrecen las tecnologías digitales, superan enormemente a los medios analógicos (dibujo a mano alzada, calco directo, indirecto *in situ* o a partir de fotografías, fotografía analógica).

Estas tecnologías también nos ofrecen una precisión geométrica muy superior con valores métricos, permitiendo un registro casi exacto del color, con resultados reproducibles, eliminando en gran medida la subjetividad, y se caracterizan principalmente por ser medios no invasivos no afectando a la conservación de los yacimientos.

Para la documentación de la información localizada en el yacimiento, procederemos al registro de la misma siguiendo los criterios y metodologías analizadas en este trabajo, y seleccionando los que aportan mejores resultados teniendo en cuenta las premisas básicas en cuanto a resultados óptimos y no alteración de los enclaves.

Toda la información relevante así como los motivos localizados, serán plasmados cumplimentando las fichas de registro descritas en el capítulo cuarto de esta Tesis y con el procedimiento allí establecido. Realizando fichas individuales de cada figura localizada, de cada grupo compositivo y de cada panel numerado. También podemos hacer una ficha individualizada de cada sección, e incluso de cada cavidad o abrigo. En estas fichas registraremos toda la información posible y ya descrita en el apartado cuarto de este trabajo (forma, estilo, medidas, color, orientación, posición, etc.). Cada una de las fichas debe ir acompañada de un croquis o dibujo a mano alzada de cada figura, escena, panel, etc.

El dibujo a mano alzada pese a ser el primer método de documentación utilizado, sigue resultando muy útil para un primer registro de la información. Como hemos visto en este trabajo no precisa un contacto directo con las superficies (por lo que no se realiza ningún tipo de alteración o afección a las mismas), y la subjetividad e imperfección iniciales de este procedimiento, se suplen a posteriori con las metodologías utilizadas para completar el trabajo. Resulta conveniente también que cada ficha vaya asociada al registro fotográfico realizado a continuación y que las complementa. Es importante también recabar otros datos referentes a la ubicación de cada uno de los yacimientos, anotando en las fichas de registro las coordenadas, la orientación, altitud de los mismos, etc.

Para la iluminación siempre preferiremos la iluminación natural, preferiblemente seleccionando horas de no mucha insolación, y con luz no directa ya que dificulta el visionado y produce reflejos. En entornos que carecen de luz natural optaremos por las luces LED y las luces flash, dependiendo de nuestras necesidades y de lo que queramos documentar, y con las especificaciones descritas anteriormente.

Realizaremos a continuación el registro fotográfico del yacimiento, dejando para el final las imágenes y videos capturados de zonas exteriores y generales del mismo y de su entorno, los cuales considero conveniente realizar en último lugar, ya que es cuando somos conocedores de toda la amplitud y extensión del enclave, y podemos documentar toda esa información de una forma más completa.

Este registro ha de realizarse con equipos adecuados, utilizando siempre que sea posible trípode, carriles deslizantes (sliders), pértigas, y demás equipamiento que consideremos necesario.

Debemos utilizar como metodología la fotografía digital en los formatos y resoluciones óptimos, que como hemos visto en este trabajo presenta innumerables ventajas respecto de la fotografía analógica, registrando mucha más información, acortando el tiempo empleado, teniendo mayor facilidad de almacenaje, de transmisión de la información, permitiendo posteriores retoques y modificaciones de distorsiones, facilitando el posterior análisis de la imagen digital, estudios multispectrales e hiperspectrales, etc.

Tomaremos fotografías individualizadas de cada hallazgo, pero también más generales de cada una de las composiciones, escenas, paneles o secciones. Es importante que estas imágenes las tomemos en un formato que registre la mayor información posible (como el formato JPEG o RAW). Ello nos permitirá los análisis y trabajos posteriores con la imagen digital que hemos indicado.

Toda toma fotográfica en la cual queramos registrar los motivos localizados o cualquier otro tipo de información, debe ir acompañada de su correspondiente escala de medida, así como una carta de color (que puede también ser utilizada al inicio de cada serie fotográfica de las figuras o escenas).

Una vez tenemos realizada esta primera parte (de suma importancia) del trabajo de documentación, con el registro fotográfico y confección de fichas del yacimiento, nos queda una ardua y laboriosa tarea en el laboratorio.

En este procedimiento realizaremos la búsqueda y selección de la información que resulta relevante, tratando de identificar motivos y escenas, aplicando técnicas para la localización de posibles figuras ocultas parcial o totalmente a la capacidad de visión del ojo humano.

Procederemos a la realización de tratamientos de análisis digital de las imágenes obtenidas, con la corrección de errores y aberraciones de las mismas, con software de procesado de imágenes (como DStretch) y retoque fotográfico, análisis multiespectrales, ortorectificación de imágenes, selección y discriminación de figuras y escenas, realización de calcos digitales de los motivos y las escenas, etc.

Aplicando todas esas técnicas de procesado de imágenes digitales que hemos podido analizar en este trabajo, y que nos resultan muy útiles para una mejor visualización de las figuras, así como para plasmar los resultados.

Una vez hemos registrado toda la información del yacimiento (sin hacer discriminaciones), y hemos localizado en el trabajo de laboratorio aquella que consideramos que resulta más relevante, si consideramos que es necesario, podemos volver a realizar una documentación fotográfica de aquellas figuras, escenas o paneles que hayamos seleccionado.

En esta segunda tarea de registro podemos aplicar también otras técnicas fotográficas, para ampliar y mejora la información obtenida así como para obtener una mejor calidad para la difusión al público, como son la fotografía gigapixel (de altísima resolución) o la fotografía esférica. Estas dos técnicas las hemos podido analizar también en este trabajo y ver sus indudables ventajas.

Si lo que pretendemos es realizar un estudio o selección individualizada de cada una de las figuras, así como poder estudiar la relación entre las mismas, las escenas y entre las representaciones y el soporte, la metodología fundamental a utilizar será la de realización de calcos digitales. Con ellos podemos seleccionar la información que nos resulta relevante o deseamos discriminar del conjunto registro, aislarla para su análisis, para su difusión, o para su posterior plasmación en fotografías ortorectificadas del soporte, etc., como hemos podido ver en este trabajo.

Cuando el objetivo final de nuestro estudio es la realización de nuevos descubrimientos y valorar otros enfoques de análisis, parece que metodología que resulta más adecuada es el registro y análisis digital de la imagen. La realización de análisis multiespectrales de la imagen, alcanzando aquello que no es capaz de captar el ojo humano.

Los últimos estudios y descubrimientos realizados se basan en el análisis hiperespectral de la imagen digital obtenida. Un enfoque aún más completo que el multiespectral y que está aportando más información de los yacimientos y permitiendo realizar nuevos y sorprendentes descubrimientos.

Para la obtención de las imágenes hiperespectrales utilizaremos sensores especiales como el espectrómetro, el cual recaba mucha más información de las superficies (de la radiación que desprenden) transformándola en valores numéricos que finalmente proporcionan estos archivos tan completos.

Este tipo de imágenes nos permiten obtener una mejor resolución y calidad así como un mayor rango de frecuencia del espectro electromagnético, por lo que podemos advertir figuras ocultas. También obtenemos lo que se denomina la firma espectral, la cual nos permite identificar los materiales o pigmentos que componen una figura, sin necesidad de tener un contacto directo con ella, resultando de mucha utilidad cuando lo que queremos realizar son trabajos encaminados a identificar los componentes de los materiales utilizados en la realización de los motivos, o cuando estamos realizando trabajos de conservación o comprobación de degradación de yacimientos.

Para la determinación de los componentes de las pictografías, los soportes y las pátinas, así como realizar estudios sobre las alteraciones y cambios que sufren las figuras y paneles, podemos utilizar también la espectroscopia de Raman y la fluorescencia por Rayos X por energía dispersa, que como hemos descrito en este trabajo suponen una excelente metodología para realizar este tipo de trabajos, sin alterar ni tener un contacto directo con los yacimientos.

Podemos planificar a partir de la aplicación de estas tecnologías digitales, procedimientos de diagnóstico de alteraciones de los yacimientos, así como estrategias para su monitorización volumétrica (comparando modelos en 3D de diferentes momentos) y fisicoquímica, y seguimiento de la evolución en el tiempo de los mismos. Con lo que realizamos una intervención preventiva para su conservación, elaborando mapas de alteraciones, identificación de puntos de riesgo mediante medición de temperaturas, etc. Confeccionando bases de datos en torno a los yacimientos, pudiendo advertir sus alteraciones y prevenir su deterioro.

Para el registro tridimensional de los datos, volumen e información en general contenida en el yacimiento, utilizaremos los procedimientos de documentación con escáner láser, escáner de luz estructurada y fotogrametría digital de objeto cercano. Los cuales como hemos podido describir y comprobar en este trabajo nos permiten capturar la información con una resolución y perfección submilimétrica, suponiendo un enorme avance en la documentación de estos enclaves, acortando las trabajos de campo, eliminando la subjetividad de metodologías del pasado, y registrando la información por medios de teledetección que no precisan contacto directo con los paneles y por tanto no afectan a su estado de conservación.

Para recabar la información tridimensional del yacimiento el escáner laser 3D parece ser la tecnología geomática más idónea, sin embargo presenta algunos inconvenientes (que hemos visto anteriormente), como son su alto coste, carácter desordenado y masivo de los datos registrados, y la incapacidad de recoger imágenes con colores y texturas de alta resolución.

Debido a lo descrito y para resolver estas deficiencias, considero que la metodología idónea para registrar la información en 3D de estos enclaves, ha de ser la integración de técnicas geomáticas de fotogrametría de rango cercano y de láser escáner terrestre. Con ello conseguiremos una documentación y reconstrucción tridimensional integral del yacimiento.

Estos procedimientos nos permiten obtener modelos exactos en tres dimensiones los cuales en combinación con la fotografía digital, favorecen su preservación para el futuro, la realización de investigaciones, y sobre todo para su difusión a la comunidad científica, y al público en general. Pudiendo ser incluidos en publicaciones web, así como la realización de formatos digitales en 3D para la inmersión del espectador en estos entornos virtuales.

El escaneado en 3D de yacimientos está arrojando resultados sorprendentes, ya que por ejemplo en el caso de las cuevas, nos está proporcionando un modelado perfecto con medidas y dimensiones exactas, lo que en la mayoría de casos está modificando enormemente los planos y medidas que poseíamos, y nos está proporcionando información muy importante que amplía y optimiza nuestros datos sobre los mismos y nuestras posibilidades de estudio.

Para lo documentación de los grabados rupestres, la utilización del escáner de luz estructurada proporciona una gran resolución y alta precisión, y nos permite registrar la profundidad de incluso los grabados muy finos, de los modelos existentes los que proporcionan mejores resultados son los de luz infrarroja.

Aunque es de señalar que, cada vez es más frecuente la localización de grabados que no presentan un surco o incisión susceptible de ser registrada, bien porque ha sido cubierta por una pátina, o porque se realizaron por métodos de abrasión. Es muy frecuente encontrar este tipo de grabados en yacimientos al aire libre o en abrigos, y en ocasiones se está comprobando que quizá resulta más conveniente su registro con fotografía digital y su visualización e identificación a base de software de procesado multispectral de imágenes (como el Adobe Photoshop).

Pero no debemos olvidar que las técnicas de registro en 3D no son una alternativa a las metodologías en 2D, sino que las complementan. Siendo lo más adecuado su combinación para realizar una completa documentación (más allá de una simple copia digital), no solo del soporte o cavidad sino también de la información relevante contenida en las figuras. Carece de sentido realizar únicamente un registro tridimensional del yacimiento, si lo que queremos es estudiar o aislar los motivos.

Como he indicado anteriormente, para finalizar con el registro de los yacimientos que contengan arte rupestre, ya se trate de cuevas, abrigos o yacimientos al aire libre, es conveniente realizar una documentación exhaustiva de sus zonas externas y del entorno que los rodea. Un registro a base de fotografías y de video, preferiblemente con una buena resolución.

Para la realización de este tipo de tareas es muy recomendable la utilización de drones (RPAS), aeronaves no tripuladas que dispongan de cámaras de alta resolución. La utilización de drones nos ofrece una visión y perspectiva imposible de lograr con otro tipo de dispositivos, ya que proporciona una visión aérea muy completa del entorno y de 360 grados alrededor del yacimiento.

La documentación con drones nos aporta un enfoque distinto, más amplio y atractivo, y ofrece información relevante para otro tipo de estudios y procedimientos. Con estos dispositivos podemos realizar también trabajos fotogramétricos del conjunto del entorno y de los yacimientos, lo que nos aporta un modelado en 3D de alta precisión. En ocasiones son el único medio para poder documentar yacimientos que se encuentran en lugares inaccesibles por otros medios.

9.3. Perspectivas futuras.

Resulta muy difícil predecir por anticipado el futuro de esta disciplina así como sus progresos en metodologías de documentación. Ya que nadie podría haber advertido hace unas décadas los enormes y continuos avances e innovaciones que están surgiendo casi cada día. Por lo que predecir lo que pudiera ocurrir a largo plazo es prácticamente imposible.

Peo parece ser que el futuro próximo de la documentación del arte rupestre va a centrarse en la mejora de los procesos de análisis de la imagen digital, con el surgimiento de nuevos programas y metodologías que mejoren la detección de figuras a través de las imágenes digitales, y por el uso cada vez más frecuente también de los equipos con tecnología láser escáner 3D y estudios fotogramétricos, para la recogida de datos e información.

Hoy en día con la tecnología de láser 3D, podemos alcanzar incluso una precisión en la documentación submilimétrica, lo que nos abre un abanico muy grande de posibilidades aún no exploradas.

El surgimiento de nuevo software informático, así como la aplicación de nuevos algoritmos de investigación para el estudio de los datos obtenidos por los procedimientos antes descritos, producirán avances significativos en cuanto a calidad de los resultados y nuevos descubrimientos e interpretaciones.

El desarrollo de la inteligencia artificial y su aplicación al estudio del arte rupestre, junto con la creación de grandes bases de datos con la información almacenada de los yacimientos con arte rupestre, podría llevarnos a que en un futuro no muy lejano se realicen análisis automatizados que pudieran arrojar nuevos descubrimientos, así como nuevas interpretaciones y significados, estructuras organizativas, distribución espacial de yacimientos, etc.

Estas bases de datos generalistas en formato abierto y accesible (al modo de un SIG), podría facilitar también a los investigadores el acceso a la información necesaria para realizar estudios, lo que favorecería el avance en esta disciplina.

En cuanto al estudio de las pinturas y los grabados rupestres, seremos probablemente incluso capaces de realizar análisis semejantes a los traceológicos o a los realizados en balística, con el objeto de poder distinguir las distintas marcas de factura y poder así identificar los instrumentos utilizados para su realización, la forma de los trazos, su profundidad, su diferente ángulo de incidencia, el número de los mismos, etc.

Una de las consecuencias más relevantes que tendría el poder identificar los útiles empleados en la realización de las figuras, sería la posibilidad de servirnos de apoyo a la datación de las mismas, sobre todo en aquellos yacimientos en los que no tenemos información sobre restos de hábitat u ocupación. Probablemente podremos también, con estas nuevas metodologías de estudio, software automatizado, inteligencia artificial, etc., aclarar la existencia de motivos de identificación dudosa al confundirse con los accidentes de la roca.

Cada vez será más frecuente la utilización de entornos virtuales, en páginas web y plataformas, con el objetivo de acercar el arte rupestre al público en general, así como facilitando la comprensión de estos enclaves. Pudiendo realizarse plataformas específicas para la divulgación de estos yacimientos y sus contenidos, y favoreciendo al visitante el interés por conocer más sobre estas representaciones y las estaciones. Lo que puede favorecer el turismo y la visita a estos lugares.

Estos repositorios también podrían ser de utilidad para las administraciones, para comprobar el interés del público por este atractivo cultural y turístico, y para elaborar sus planes de gestión y conservación.

Se ha extendido tan ampliamente la utilización de nuevas tecnologías en cualquier tipo de estudio científico, incluidos los estudios históricos, que creo que sería muy recomendable y prácticamente imprescindible, un mejor conocimiento y una mejor formación de los historiadores en este tipo de materias, tanto informáticas, como de metodologías digitales de documentación.

Hoy en día los trabajos de estudio y documentación de yacimientos, son realizados por equipos de investigación compuestos por especialistas en varias disciplinas y de diferentes departamentos. Para la realización de este tipo de estudios se hace necesaria la interdisciplinariedad, colaboración entre departamentos y entidades que cuenten con los medios necesarios, tanto técnicos como humanos (especialistas en el uso de estas nuevas tecnologías).

Pero no debemos olvidar que la tecnología es una herramienta, un apoyo a nuestra investigación. Por lo que a pesar de la fascinación y al monopolio casi exclusivo de estas nuevas tecnologías en el estudio y documentación de yacimientos, hay que tener siempre en cuenta el papel principal e imprescindible del especialista en la disciplina objeto de estudio.

En cuanto a la difusión del patrimonio asistiremos a una digitalización de los datos cada vez mayor. La instalación de enlaces a páginas web en los propios yacimientos será cada vez más generalizada. La introducción de entornos virtuales en 3D, que acerquen la visita a yacimientos y cuevas a todo el público desde sus domicilios, la introducción de estos sistemas de visita virtual en exposiciones y museos que hagan más atractiva y completa la visita del público interesado, etc.

Para finalizar quiero indicar que en mi opinión, la documentación de estaciones con arte rupestre debe ser un objeto prioritario, creando bases de datos y archivos de imágenes para la conservación, investigación y difusión del arte rupestre. Aquellos yacimientos que no han sido documentados con estas técnicas cuando son dañados o destruidos y desaparecen, ya nunca podemos volver a estudiarlos del mismo modo si no disponemos de una réplica exacta digital, ni por supuesto disfrutarlos.

Parece recomendable una nueva recopilación de información de todas las estaciones con arte rupestre, con la tecnología del escaneado 3D y fotogrametría, así como realizar estudios multiespectrales e hiperspectrales, para disponer de estos modelos imperecederos y para una nueva revisión, análisis, diagnosis y seguimiento de la evolución de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA.

(CAPÍTULO 10)

CAPÍTULO 10: BIBLIOGRAFÍA.

Alcalde del Rio, H., Breuil, H., et al. (1912). *Les cavernes de la région Cantabrique*. Gran Enciclopedia Asturiana (2008). España. ISBN: 978-84-7286-439-9.

Almagro Basch, M. (1973). *Las pinturas y grabados rupestres de la cueva de Chufín. Riclones (Santander)*. Madrid. Trabajos de Prehistoria nº 30. ISSN: 00082-5638, págs. 9-68.

Álvarez-Fernández, E., Álvarez-Alonso, D., et al. (2015). *La cueva de El Pindal (Pimiango, Ribadedeva, Asturias): revisión de los materiales conservados en el Museo Arqueológico de Asturias*. Nailos: Estudios interdisciplinarios de Arqueología nº 2. ISSN: 2340-9126, EISSN: 2341-1074, págs. 191-210.

Alloza Izquierdo, R. (2013). *Caracterización del soporte rocoso del arte rupestre*. Cuadernos de arte rupestre: revista del Centro de Interpretación de Arte Rupestre de Moratalla, ISSN 1699-0889, nº 6, págs. 69-75.

Angás, J., Bea, M., et al. (2013). *Documentación geométrica mediante tecnología láser escáner 3D del arte rupestre en la cuenca del Matarraña (Teruel)*. Cuadernos de arte rupestre: nº 6. ISSN: 1699-0889, págs. 91-101.

Angás, J., Bea, M. (2014). *Propuesta conceptual y metodológica en la documentación gráfica y geométrica del arte rupestre: proyecto ARAM (Arte Rupestre y Accesibilidad Multimedia)*. ISBN: 978-84-617-2993-7, págs. 344-361.

Angás, J., Bea, M. (2015). *La documentación gráfica y puesta en valor de los conjuntos con arte rupestre de Bezas y Tormón*. ISBN: 978-84-608-3978-1.

Balbín, R., Moure, J. A. (1981). *El panel principal de la cueva de Tito Bustillo (Ribadesella, Asturias)*. Ars Praehistorica I. AUSA. Sabadell, págs. 47-79.

Baptista, A., De Balbin, R., et al. (2013). *La documentación de grabados paleolíticos al aire libre como apoyo a una gestión compleja: una propuesta de Côa (Portugal) y Siega Verde (Salamanca, España)*. Cuadernos de Arte Rupestre, ISSN: 1699-0889. 6. 103-112.

Bates, K., Rarity, F., et al. (2008). *High-resolution LIDAR and photogrammetric survey of the Fumanya dinosaur tracksites (Catalonia): implications for the conservation and interpretation of geological heritage sites*. Journal of the Geological Society. 165. 115-127. DOI: 10.1144/0016-76492007-033.

Bates, K., Falkingham, P., et al. (2009). *Digital imaging and public engagement in palaeontology*. Geology Today 25, págs. 134-139. DOI: 10.1111/j.1365-2451.2009.00714.x.

Bates, K., Falkingham, P., et al. (2010). *Application of high-resolution laser scanning and photogrammetric techniques to data acquisition, analysis and interpretation in palaeontology*. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. XXXVIII, págs. 68-73.

Bayarri Cayón, Vicente. (2020). *Algoritmos de análisis de imágenes multiespectrales e hiperespectrales para la documentación e interpretación del arte rupestre*. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Educación a Distancia. España.

Bayarri, V., Castillo, E., et al. (2021). *Improved Application of Hyperspectral Analysis to Rock Art Panels from El Castillo Cave (Spain)*. Applied Sciences. 11. 1292. 10.3390/app11031292.

Bea, M. (2012). *Documentando el arte rupestre pictórico en Aragón*. Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, patrimonio Mundial. Parque cultural del río Vero, Alquezar (Huesca). Del 28 al 31 de mayo de 2012.

Blázquez Entonado, F. (2001). *Sociedad de la información y educación*. Junta de Extremadura. Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología. ISBN: 84-95251-60-4.

Boehler, W., Marbs, A. (2001). *The potential of non-contact close range laser scanners for cultural heritage recording*. CIPA XIX International Symposium, XVIII-2001, Potsdam and IAPRS. 34.

Branan, N. (2010). *Neandertal Symbolism: Evidence Suggests a Biological Basis for Symbolic Thought*. doi:10.1038/scientificamericanmind0510-7c.

Breuil, H., Obermaier, H. (1935). *The cave of Altamira at Santillana del Mar, Spain*. Tipografía de archivos. Madrid.

Breuil, H. (1952). *Quatre cents siècles d'art pariétal*. Paris: Centre d'Etudes et de Documentation Préhistorique.

Cabrelles, M., Seguí, A. et al. (2010). *3D Photorealistic modelling of stone monuments by dense image matching*. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives. 38, págs. 121-124.

Cabrelles, M., Lerma, J. (2015). *Documentación 3D de abrigos rupestres a partir de láser escáner y de procesos fotogramétricos automatizados*. Virtual Archaeology Review. 4. 64. DOI: 10.4995/var.2013.4320.

Cabrera, V., Menéndez, M. (2002). *Arte Prehistórico. Guía Didáctica*. Madrid: UNED.

Camargo, C., Hurtado, D., et al. (2015). *Documentación de arte rupestre por métodos topográficos en el municipio de Guasca, Cundinamarca*. En Rupestreweb, <http://www.rupestreweb.info/documentacionguasca.html>

Cardenal, F. J., Mata de Castro, E., et al. (2010). *Técnicas fotogramétricas y de escáner láser terrestre aplicadas a la documentación y valoración del patrimonio histórico*. ISBN: 978-84-8439-519-5, págs. 459-470.

Celis, D., Contreras, Á. (2007). *Introducción al arte rupestre*. En Rupestreweb, <http://www.rupestreweb.info/introduccion.html>

Clottes, J., Courtin, J. (1994). *La grotte Cosquer*. París: Seuil.

Clottes, J. (2003). *El arte parietal paleolítico*. Redescubrir Altamira. ISBN: 84-7506-586-4, págs. 93-118.

Collado Giraldo, H. (2012). *Análisis de las representaciones paleolíticas de la Cueva de Maltravieso a partir de su distribución topográfica*. *Préhisorie, art et sociétés: bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège*, nº 65-66. ISSN 1954-5045.

Conchón, M. S., González, D., et al. (2009). *Documentación, modelado y reconstrucción 3D de la cueva de Las Caldas (Oviedo). El yacimiento y el arte parietal*. Excavaciones arqueológicas en Asturias 2003-2006, 2009, ISBN 978-84-8053-545-8, págs. 355-366.

Conchón, M. S., Menéndez, M. (2014). *Cien años de arte rupestre paleolítico. Centenario del descubrimiento de la Peña de Candamo (1914 – 2014)*. Universidad de Salamanca. ISBN: 978-84-9012-520-5.

Conchón, M. S., Ortega, P., et al. (2012). *Nuevas investigaciones en La Cueva de La Griega (Pedraza, Segovia, España). Aportaciones de las geotecnologías al estudio del arte paleolítico*. Espacio, tiempo y forma. Serie I, Prehistoria y arqueología, ISSN 1131-7698, nº 5, págs. 543-556.

Cornellà, M. M., Maura, R., et al. (2013). *Reproducción digital, microfotografía estereoscópica y fotografía esférica aplicadas a la interpretación del arte rupestre prehistórico*. Cuadernos de arte rupestre: revista del Centro de Interpretación de Arte Rupestre de Moratalla, ISSN 1699-0889, nº. 6, 2013, págs. 77-83.

Chapa Brunet, T. (2000). *Nuevas tendencias en el estudio del Arte Prehistórico*. Arqueoweb. Vol 2, nº 3. EISSN: 1139-9201.

Chauvet, J. M., et al. (1995). *La Grotte Chauvet à Vallon-Pont-d'Arc*. París.Seuil.

Cheli, A. E. (2012). *Introducción a la fotogrametría y su evolución*. Argentina. Ediciones Hespérides. ISBN 978-987-1844-04-3.

David, H. (2008). *Tesis doctoral: Contribución a la conservación del arte rupestre prehistórico*. Doi.Org/10.4995/Thesis/10251/3789. <http://hdl.handle.net/10251/3789>.

De Barandiarán, J. M., Rat, P., et al. (1965). *La cueva de Altxerri y sus figuras rupestres*. Sociedad de Ciencias Naturales Aranzadi. San Sebastián.

De Barandiarán, J. M., Altuna, J. (1969). *La cueva de Ekain y sus figuras rupestres*. Munibe 21, págs. 329-386.

Díaz, I., Campos, L., et al. (2018). *Curso: Introducción a Blender para la reconstrucción virtual del Patrimonio*. Aula virtual de la Universidad de Burgos.

Domingo, I., Villaverde, V., et al. (2013). *Reflexiones sobre las técnicas de documentación digital del arte rupestre: la restitución bidimensional (2D) versus la tridimensional (3D)*. Cuadernos de arte rupestre: nº 6. ISSN: 1699-0889, págs. 21-32.

Falkingham, P. L. (2012). *Acquisition of high resolution three-dimensional models using free, open-source, photogrammetric software*. Paleontologia Electrónica nº 15. DOI: 10.26879/264.

Forteza, F. J. (1978). *Arte Paleolítico del Mediterráneo español*. Trabajos de Prehistoria, 35. ISSN: 0082-5638. Madrid: CSIC.

Fritz, C., Tosello, G. (2007). *The Hidden Meaning of Forms: Methods of Recording Paleolithic Parietal Art*. Journal of Archaeological Method and Theory. 14. 48-80. DOI: 10.1007/s10816-007-9027-3.

Galaz, M., Moneva, M. D. (1994). *El tratamiento museográfico del arte rupestre en España*. Espacio Tiempo Y Forma. Serie I, Prehistoria Y Arqueología, (7). <https://doi.org/10.5944/etfi.7.1994.4614>.

Gárate, D. (2018). *Métodos y técnicas de documentación aplicadas al arte paleolítico*. Curso online 2ª edición. Universidad de Burgos.

García Guinea, M. A. (1968). *Los grabados de la cueva de la Peña del Cuco en Castro Urdiales y de la cueva de Cobrantes (Valle de Aras)*. Santander: Bedia editorial.

Gil, M., Cruz., M., et al. (2005). *Martín Almagro Basch, Fernando Gil Carles y el Corpus de Arte Rupestre Levantino*. Trabajos de Prehistoria. Vol. 62, nº 1. ISSN 0082-5638, págs. 27-46.

González García, R. (1989). *Las claves del arte prehistórico*. Barcelona. Ariel.

González Sainz, C. (2010). *Las cuevas con arte paleolítico de Cantabria. Chufín*. Asociación Cántabra para la defensa del patrimonio subterráneo. ISBN: 84-607-5177-5.

Grimalt Obrador, J. (2006). *Los avances científico-tecnológicos y el cambio global*. Enciclopedia del español en el mundo: anuario del Instituto Cervantes. ISBN: 84-88252-64-1, págs. 574-575.

Gutiérrez Alonso, A. (2017). *Representación morfométrica de grabados y petroglifos: nuevas metodologías de procesos en el tratamiento digital de imágenes RGB*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

Gutiérrez Díaz, F. (2013). *Paul Ratier, un artista con leyenda*. Índice histórico español, nº 3. ISSN: 0537-3522. DOI: <https://doi.org/10.1344/ihe.2015.0.%25p>.

Jordán, J. F. (2010). *El caballo en el arte rupestre levantino de la Península Ibérica. El santuario rupestre de Minateda y sus probables arquetipos iconográficos del paleolítico superior*. Quaderns de prehistòria i arqueologia de Castelló, nº 28. ISSN: 1137-0793, págs. 7-38.

Lagüela, S., Riveiro, B., et al. (2011). *New approaches for 3D documentation of petroglyphs in the NorthWest of the Iberian Peninsula*. Universidad de Vigo.

Laming-Empeaire, A. (1962). *Signification de l'art rupestre peléolithique*. Paris. Picard.

Lerma, J. L. (2001). *Documentation and recovery of rupestrian paintings: an automatic approach*. CIPA International Symposium, 18-21 September, Postdam (Germany).

Lerma, J. L., Cabrelles, M., et al. (2010). *Documentación 3D y visualización multimedia de la Cova del Parpalló (Gandia)*. *Virtual Archaeology Review*. 1(2):123-127. <https://doi.org/10.4995/var.2010.4701>.

Lerma, J. L., Cabrelles, M., et al. (2013). *Modelado fotorealístico 3D a partir de procesos fotogramétricos: láser escáner versus imagen digital*. *Cuadernos de arte rupestre*: nº 6. ISSN: 1699-0889, págs. 85-90.

Lerma, J. L., Villaverde, V., et al. (2006). *Close range photogrammetry and enhanced recording of palaeolithic rock art*. IAPRS Volume XXXVI, Part 5, Dresden 25-27 September 2006

Leroi-Gourhan, A. (1965). *Préhistoire de l'Art Occidental*. Paris: Mazenod.

Leroi-Gourhan, A., Bailloud, G., et al. (1978). *La prehistoria*. Barcelona: Labor.

Leroi-Gourhan, A. (1984). *Arte y grafismo en la Europa prehistórica*. Madrid. Istmo.

Mañana, P., Blanco, R., et al. (2009). *La documentación geométrica de elementos patrimoniales con láser escáner terrestre. La experiencia de lapa Galicia*. *Cuadernos de estudios gallegos*. T. 56, nº 122. ISSN 0210-847X, págs. 33-65.

Martín Rodríguez, E. (2005). *La aplicación de las nuevas tecnologías al estudio de las manifestaciones rupestres*. Tabona: *Revista de Prehistoria y de Arqueología*, ISSN 0213-2818, nº. 14, 2005, págs. 117-148.

Martínez Bea, M. (2005). *Breve aproximación historiográfica a los estudios pioneros sobre arte rupestre en el bajo Aragón y Maestrazgo Turolense*. Saldvie: Estudios de Prehistoria y Arqueología, nº 5. ISSN: 1576-6454, págs. 57-63.

Martínez, F. J., Medina, A. J., et al. (2013). *Aplicación del plugin DStretch para el programa ImageJ al estudio de las manifestaciones pictóricas del abrigo Riquelme (Murcia)*. Cuadernos de arte rupestre: revista del Centro de Interpretación de Arte Rupestre de Moratalla, ISSN 1699-0889, nº. 6, págs. 113-127.

Martínez, M., Flores, A. (2020). *Aplicación de la fotogrametría a la divulgación histórica: creación, gestión y difusión del patrimonio 3D para el siglo XXI*. Jornadas de Arqueología de la Comunidad Valenciana 2016-2017-2018. ISBN 978-84-482-6485-7, págs. 559-566.

Martinho Baptista, A. (2012). *El arte paleolítico en Portugal*. Museo arqueológico regional. Alcalá de Henares. Madrid.

Mas, M., Maura, R., et al. (2013). *Reproducción digital, microfotografía estereoscópica y fotografía esférica aplicadas a la interpretación del arte rupestre prehistórico*. Cuadernos de arte rupestre: nº 6. ISSN: 1699-0889, págs. 77-83.

Mañana, P., Blanco-Rotea, R., et al. (2009). *La documentación geométrica de elementos patrimoniales con láser escáner terrestre. La experiencia del lapa en Galicia*. Cuadernos de estudios gallegos. ISSN: 0210-847X, T. 56, nº 122, 2009, págs. 33-65.

Mazaña-Borrazás, P., Seoane-Veiga, Y., et al. (2012). *Métodos en tres dimensiones aplicados al registro de arte rupestre en Galicia (España)*. Digital CSIC. <http://hdl.handle.net/10261/55307>.

Menéndez, M., Mas, M., et al. (2009). *El arte en la Prehistoria*. Madrid: UNED. ISBN: 9788436259025.

Moneva Montero, M. D. (1993). *Primeros sistemas de reproducción de Arte Rupestre en España*. Espacio, tiempo y forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología, nº 6. ISSN: 1131-7698, págs. 413-444.

Montero, I., Chapa, M. T., et al. (1996). *Aplicación de la imagen multispectral al estudio y conservación del arte rupestre Postpaleolítico*. Trabajos de Prehistoria. ISSN: 0082-5638. Vol. 53, nº 2, págs. 19-35.

Montero, I., Rodríguez, A. L., et al. (1998). *Técnicas digitales para la elaboración de calcos de arte rupestre*. Trabajos de Prehistoria, ISSN: 0082-5638, Vol. 55, nº 1, págs. 155-169.

Montes Gutiérrez, R. (2012). *Teorías interpretativas del arte rupestre*. Tiempo y sociedad, ISSN-e 1989-6883, nº. 9, págs. 5-22.

Montufo Martín, A. M. (1991-1992). *Aplicaciones de la teledetección en arqueología. Una revisión crítica*. Cuadernos de prehistoria y arqueología de la Universidad de Granada, ISSN 0211-3228, nº 16-17, 1991-1992, págs. 425-451.

Moure Romanillo, J. A. (1990). *Fauna y medio ambiente en el arte rupestre paleolítico*. Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología: BSAA, ISSN 0210-9573, Tomo 56, 1990, págs. 38-52.

Moure Romanillo, J. A. (1994). *Historias del viejo mundo nº 3, El hombre paleolítico*. Madrid: Historia 16.

Moure Romanillo, J. A. (1999). *Arqueología del arte prehistórico en la Península Ibérica*. Madrid: Síntesis.

Municio Durán, D. (2019). *Técnicas de oversampling aplicadas al análisis de imágenes hiperspectrales*. T. F. G. Universidad Politécnica de Extremadura.

Municio, L. J., Ripoll, S. (1992). *Las representaciones de estilo paleolítico en el conjunto de Domingo García (Segovia)*. Espacio Tiempo y Forma. Serie I. Prehistoria y Arqueología, (5). <https://doi.org/10.5944/etfi.5.1992.4562>.

Muñoz, A. M., Cabrera, V., Fernández, V., et al. (1996). *Prehistoria I*. Madrid: UNED.

Muñoz, F. J., Ripoll, S. (2012). *El arte rupestre en el Reino Unido*. Arte sin artistas. Una mirada al Paleolítico. ISBN: 978-84-451-3449-8, págs. 339-354.

Muñoz, V., Fernández, S., et al. (2017). *Introducción a la documentación del patrimonio cultural. Criterios generales para la documentación e información del patrimonio cultural*. ISBN: 978-84-9959-281-7, págs. 16-39.

Nikolaevich Shirokov, V. (2018). *Arte paleolítico de los Urales*. Nailos: Estudios interdisciplinarios de Arqueología. n° 5. ISSN 2340-9126. ISSN-e 2341-1070, págs. 133-148.

Nieto, G. (1984). *Don Fernando José López de Cárdenas, descubridor del Arte Rupestre Esquemático (1783)*. Zephyrus: Revista de Prehistoria y Arqueología, n° 37-38. ISSN: 0514-7336, págs. 211-216.

Ontañón, R., Bayarri, V., et al. (2014). *Analysis and interpretation of a parietal representation using advanced capture and data processing techniques: The anthropomorphic figure from Hornos de la Peña (Cantabria, Spain)*. Conference: XVII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences 2014. DOI:10.13140/RG.2.2.19401.49765

Paillet, P. (2017). *Les thèmes del l'art Pariétal Paléolithique*. Kobie Serie Anejo, nº 16: págs. 67-84. ISSN: 0214-7971.

Pascua Turrión, J. F. (2005). *El arte paleolítico Historia de la investigación, escuelas interpretativas, y problemática sobre su significado*. Arqueoweb: Revista sobre Arqueología en Internet. Vol. 7, nº 2. ISSN-e 1139-9201.

Pastor, A., Domínguez, O. (2017). *Hacia la autosostenibilidad en procesos de excavación: conservación preventiva y gestión de riesgos*. Revista Otarq: Otras arqueologías. 195. 10.23914/otarq.v0i1.94.

Pecci, H., Ripoll, S. (2011). *El arte rupestre Postpaleolítico del conjunto de Domingo García (Segovia)*. Espacio Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología, (4), 111-122. <https://doi.org/10.5944/etfi.4.2011.10747>.

Pereira, J. M. (2017). *Nuevas perspectivas en la documentación gráfica del Arte Rupestre*. Kobie Serie Anejo, nº 16: págs. 41-50. ISSN: 0214-7971.

Pericot, L. (1952). *La cueva del Parpalló*. Digital CSIC.

Pericot, L., Martín, R., Bosch, P. (1973). *La Prehistoria*. Madrid: Salvat Editores.

Piñón Varela, F., Saura, P. (1982). *Las pinturas rupestres de Albarracín (Teruel)*. Santander: Dirección General de Bellas artes, Archivos y Bibliotecas. ISBN: 84-600-2537-3.

Rejas, J. G., Burillo, F. (2016). *Teledetección aplicada a la Arqueología*. Manual de Tecnologías de la Información Geográfica aplicadas a la Arqueología / 2016, ISBN 978-84-451-3539-6, págs. 241-270.

Ripoll López, S. (1994). *El yacimiento de la cueva de Ambrosio: nuevas aportaciones al Solutrense de la Península Ibérica*. Arqueología en la comarca de Vélez (Almería). ISSN: 84-8108-043-8, págs. 55-78.

Ripoll, S., Zilhão, J. (1996). *Foz Côa, un lugar excepcional*. Butlletí de la Real Academia Catalana de Belles Arts de Sant Jordi, nº 10. ISSN: 1133-0341, págs. 277-291.

Ripoll, S., Muñoz, F. J. (2002). *Economía, Sociedad e ideología de los cazadores-recolectores*. Madrid: UNED.

Ripoll López, S. (2006-2009). *Cómo estudiar una estación con arte rupestre*. Xama, Mendoza, Argentina. ISSN 0327-1250. Latindex, págs. 299-319.

Ripoll López, S. (2012). *Historiografía del descubrimiento del arte paleolítico. Arte sin artistas. Una mirada al Paleolítico*. ISBN: 978-84-451-3449-8, págs. 62-85.

Ripoll, S., Muñoz, F. J., et al. (2013). *El arte rupestre paleolítico de la cueva de Ambrosio (Vélez-Blanco, Almería, España). Una visión veinte años después*. Espacio Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología, 1(5). <https://doi.org/10.5944/etfi.5.2012.7627>.

Ripoll, S., Bayarri, V., et al. (2015). *El panel de las manos de la cueva de El Castillo (Puente Viesgo, Cantabria)*. ARKEOS nº 37. ISSN: 0873-593X. ISBN: 978-84-9852-463-5.

Ripoll, S., Bayarri, V., et al. (2019-2020). *A chronological proposal for El Castillo Cave (Puente Viesgo, Cantabria) based on its iconographic stratigraphy*. BSAA Arqueología, ISSN-e 1888-976X, nº 85-86, págs. 149-176.

Ripoll Perelló, E. (1982). *Síntesis de la historia de los descubrimientos de arte prehistórico y su problemática*. Revista del Instituto de Prehistoria y Arqueología Sautuola, nº 3. ISSN: 1133-2166, págs. 9-21.

Ripoll Perelló, E. (1986). *Orígenes y significado del arte prehistórico*. Madrid: Sílex.

Ripoll Perelló, E. (1989). *El arte paleolítico*. Madrid. Historia 16.

Ripoll Perelló, E. (1991). *En los orígenes de la controversia sobre la cronología del arte rupestre levantino*. Anales de Prehistoria y Arqueología, nº 7-8. ISSN: 0213-5663, págs. 65-68.

Ripoll Perelló, E. (1995). *El abate Henri Breuil (1877-1961)*. UNED. Madrid.

Ripoll Perelló, E. (1997). *Historiografía del arte prehistórico en la Península Ibérica: I, hasta 1914*. Espacio Tiempo y Forma. Serie I, Prehistoria y Arqueología. (10). <https://doi.org/10.5944/etfi.10.1997.4653>.

Ripoll Perelló, E. (2002). *Abate H. Breuil. Antología de textos*. Barcelona: Real academia de bones lletres. Barcelona. ISBN: 84-922028-7-4.

Rivero, O., Ruiz-López, J. F., et al. (2019). *On the limits of 3D capture: A new method to approach the photogrammetric recording of palaeolithic thin incised engravings in Atxurra Cave (northern Spain)*. DOI:10.1016/j.daach.2019.e00106.

Rodríguez López, F. I. (2014). *Representación 3D de petroglifos: propuesta de metodología de modelización de los grabados del Valle de Tamanart, Marruecos*. Trabajo fin de Máster. E.T.S.I. en Topografía, Geodesia y Cartografía (UPM).

Rodríguez López, M. I. (2004). *El arte del paleolítico superior (I)*. E-Excellence – Liceus. ISBN: 84-9714-026-5.

Rodríguez-Vidal, J., d'Errico, F., et al. (2014). *A rock engraving made by Neanderthals in Gibraltar*. DOI: 10.1073/pnas.1411529111. ISSN: 1091-6490.

Rogério Candelera, M. A. (2007). *Una propuesta no invasiva para la documentación integral del arte rupestre*. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC. Universidad de Sevilla. ISBN: 978-84-690-9905-6.

Rogério Candelera, M. A. (2008). *Análisis de imagen de paneles rupestres: mucho más que la elaboración de calcos digitales*. Instituto de Prehistoria y Arqueología “Sautuola” Santander (2008), págs. 423 – 436.

Rogério Candelera, M. A. (2009). *Análisis de imagen y documentación integral del arte rupestre: una propuesta de futuro*. Universidad de Sevilla. Serie Historia y Geografía 145: 171-185. ISBN: 978-84-472-144-1

Rogério Candelera, M. A. (2010). *Experiencias en la documentación de pintura rupestre utilizando técnicas de análisis de imagen: avances hacia el establecimiento de protocolos de documentación no invasivos*. Cuadernos de arte rupestre: nº 6. ISSN: 1699-0889, págs. 53-67.

Rogério Candelera, M. A. (2011). *Técnicas de análisis digital de imágenes para la documentación integral de la pintura rupestre*. PhD Thesis, Universidad de Sevilla. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, IRNAS-CSIC. ISBN: 978-84-693-4529-0.

Royo Guillén, J. I. (2004). *Arte rupestre de época ibérica. Grabados con representaciones ecuestres*. Diputación de Castellón. España. ISBN: 84-89944-47-4.

Rubio Lara, T. (2010). *La gestión de la imagen digital en proyectos de documentación del patrimonio cultural*. Cuadernos de arte rupestre: nº 6. ISSN: 1699-0889, págs. 1-11.

Rueda-López, J. J. (2007). *La tecnología en la sociedad del siglo XXI: Albores de una nueva revolución industrial*. Aposta. Revista de ciencias sociales nº 32. ISSN: 1696-7348.

Ruiz, J. F., Sebastián, M., et al. (2016). *4D. Arte rupestre. Monografías del Centro de Estudios de Prehistoria y Arte Rupestre*. ISBN: 978-84-7564-644-2.

Ruiz López, J. L. (2019). *Tecnologías actuales al servicio de la documentación, estudio, conservación y divulgación del arte rupestre*. I Jornades Internacionals d'Art Rupestre de l'Arc Mediterrani de la Península Ibèrica, págs. 341-373.

San Nicolás del Toro, M. (2012). *Documentación gráfica del arte rupestre postpaleolítico para un Plan de gestión*. Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, patrimonio Mundial. Parque cultural del río Vero, Alquezar (Huesca). Del 28 al 31 de mayo de 2012.

Sanahuja Yll. M. E. (2007). *La cotidianeidad en la prehistoria*. Barcelona: Icaria Editorial.

Sánchez Bernabé, E. (2016). *Procesado de imágenes hiperespectrales*. TFG. E.T.S.I. y Sistemas de Telecomunicación (UPM), Madrid.

Sánchez Chillón, B. (2013). *Los inicios de la documentación gráfica del arte rupestre en España: La Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas*. Cuadernos de arte rupestre: nº 6. ISSN: 1699-0889, págs. 33-51.

Sanchidrián, J. L. (2005). *Manual de arte prehistórico*. Barcelona: Ariel.

Sanchidrián, J. L., Medina, M. A. (2017). *La prospección arqueológica de las cuevas con arte paleolítico. Una propuesta metodológica*. Kobie Serie Anejo, nº 16, págs. 27-40. Diputación Foral de Bizkaia. ISSN: 0214-7971.

Sanz de Sautuola, M. (1880). *Breves apuntes sobre algunos objetos prehistórico de la provincia de Santander*. Turner, 2004. ISBN: 84-7506-658-5. Madrid.

Sebastián, M., Uriarte, A., et al. (2010). *Documentación sistémica del arte rupestre mediante el análisis espectral del escaneado 3D de las estaciones pintadas en Aragón. El caso concreto del abrigo de La Vacada (Castellote, Teruel) y el covacho del Plano del Pulido (Caspé, Zaragoza)*. España. *Virtual Archaeology Review*, ISSN-e 1989-9947, Vol. 1, nº. 1 (Abril 2010), 2010, págs. 123-127.

Serrano Basterra, P., Mier, V. M., et al. (2018). *Curso: Introducción a Blender para la reconstrucción Virtual del Patrimonio*. Universidad de Burgos, UBU Abierta. www.ubu.es.

Serrano Basterra, P., Campos, L., et al. (2018). *Curso Introducción a la Fotogrametría Digital y su uso en Patrimonio*. Universidad de Burgos, UBU Abierta. www.ubu.es.

Sieveking, A. (1979). *The cave artists*. Londres: Thames & Hudson.

Simón Vallejo, M. D. (2003). *Una secuencia con mucha prehistoria: la cueva de Nerja*. Mainake. ISSN: 0212-078X. nº 25, págs. 249-274.

Tejado Sebastián, L. M. (2005). *Escaneado 3D y prototipado de piezas arqueológica*. *Revista de la Antigüedad Iberia* nº 8, págs. 135-158. Universidad de La Rioja. ISSN: 1575-0221. EISSN: 1699-6909.

Utrilla Miranda, P. (2001). *El Paleolítico en España: balance en 2001*. Bolskan: Revista de arqueología del Instituto de Estudios Altoaragoneses. ISSN: 0214-4999. nº 18, págs.15-56.

Villaverde Bonilla, V. (1994). *Arte paleolítico de la Cova del Parpalló*. Valencia: Servei d'investigació Prehistòrica. ISBN: 84-7795-963-3.

Villaverde, V., Borao, M., Cardona, J. (2015). *Dos piezas del Paleolítico Superior Mediterráneo Ibérico con paralelos Extra-Mediterráneos*. Cuadernos de Prehistoria y Arqueología 41 (2015): 147-163, ISSN: 0211-1608. DOI: 10.15366/cupauam2015.41.010.

Vozmediano Montoya, D. (2006). Proyecto fin de carrera de Ingeniería Técnica en Topografía: *Fotogrametría digital aplicada a la obtención de ortofotos y modelos digitales de entidades patrimoniales*. Escuela de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz (Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea UPV/EHU).

Wasklewicz, T., Staley, D., et al. (2005). *Terrestrial 3D Laser Scanning: A New Method for Recording Rock Art*. INORA. 41.