

# Guia per a la digitalització 3D: passos per a l'èxit

GUIA BASADA EN L'ESTUDI EUROPEU VIGIE2020/654  
SOBRE LA QUALITAT EN LA DIGITALITZACIÓ 3D  
DEL PATRIMONI CULTURAL MATERIAL



## **GUIA PER A LA DIGITALITZACIÓ 3D: PASSOS PER A L'ÈXIT**

***Guia basada en l'estudi europeu VIGIE2020/654 sobre la qualitat en la digitalització 3D del patrimoni cultural material***

Aquesta guia està dissenyada per ajudar qualsevol persona en el seu recorregut de digitalització 3D. Està adreçada específicament als professionals del patrimoni cultural que es plantegen digitalitzar les seves col·leccions de patrimoni cultural material, o bé ja estan en procés de fer-ho. Destaca i simplifica les metodologies recomanades a l'estudi europeu VIGIE 2020/654 (Estudi sobre la qualitat en la digitalització en 3D del patrimoni cultural tangible, publicat l'abril de 2022) i escrit en resposta a la recomanació de la UE (UE 2021/1970 sobre un espai europeu comú de dades per al patrimoni cultural, publicada el novembre de 2021). Aquesta recomanació va dirigida a tots els estats membres i demana digitalitzar en 3D els monuments i espais patrimonials en risc abans del 2030.

Aquesta guia s'ha creat en el marc del projecte Eureka3D - European Union's REKconstructed content in 3D, projecte cofinançat per la Unió Europea (Acord de subvenció núm. 101100685).



Co-funded by  
the European Union

Títol de la imatge de portada:

La barca d'arrossegament Lambousa. EU ERA and UNESCO Chairs on Digital Cultural Heritage - Cyprus University of Technology. Amb el suport i la col·laboració de l'Ajuntament de Limassol.

Primera versió en anglès: juny 2024

ISBN: 978-84-8496-324-0

Versió traduïda al català: gener 2026

# Guia per a la digitalització 3D: passos per a l'èxit

GUIA BASADA EN L'ESTUDI EUROPEU VIGIE2020/654  
SOBRE LA QUALITAT EN LA DIGITALITZACIÓ 3D  
DEL PATRIMONI CULTURAL MATERIAL



# Taula de continguts

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| <b>Introducció</b>                                        | 5  |
| <b>Escenaris i parts interessades</b>                     | 5  |
| <b>Per què digitalitzar en 3D?</b>                        | 6  |
| <b>Apunts sobre la qualitat</b>                           | 6  |
| <b>Apunts sobre la complexitat</b>                        | 8  |
| <b>Digitalització 3D: passos per a l'èxit</b>             | 8  |
| 1. Planificació del projecte                              | 9  |
| 1.1. Gestió del projecte                                  | 9  |
| 1.2. Descripció del projecte                              | 11 |
| 2. Documentació i treball in situ                         | 12 |
| 2.1. Anàlisi d'objectes / anàlisi de llocs                | 12 |
| 2.2. Solució tècnica                                      | 13 |
| 2.3. Mètodes de documentació 2D i 3D                      | 14 |
| 3. Producció i lliurament                                 | 16 |
| 3.1. Producció – gestió de dades                          | 17 |
| 3.2. Resultats i informes                                 | 19 |
| 3.3. Producció                                            | 19 |
| 4. Arxiu                                                  | 20 |
| <b>Publicació i difusió</b>                               | 20 |
| <b>Llista de verificació: digitalització 3D pas a pas</b> | 23 |



# Introducció

Aquesta guia està dissenyada per ajudar qualsevol persona en el seu recorregut de digitalització 3D. Està adreçada específicament als professionals del patrimoni cultural que es plantegen digitalitzar les seves col·leccions de patrimoni cultural material, o bé ja estan en procés de fer-ho. Destaca i simplifica les metodologies recomanades destacades a l'**estudi europeu VIGIE 2020/654** (Estudi sobre la qualitat en la digitalització en 3D del patrimoni cultural tangible, publicat l'abril de 2022) i escrit en resposta a la **recomanació de la UE** (UE 2021/1970 sobre un espai europeu comú de dades per al patrimoni cultural, publicada el novembre de 2021). Aquesta recomanació va dirigida a tots els estats membres i demana digitalitzar en 3D els monuments i espais patrimonials en risc abans del 2030. Aquesta guia s'ha creat en el marc del projecte **Eureka3D - European Union's REKconstructed content in 3D**, projecte cofinançat per la Unió Europea (Acord de subvenció núm. 101100685).

## Escenaris i parts interessades

L'adquisició de dades per a béns del patrimoni cultural material, ja siguin mobles i immobles, presenta diferents graus de complexitat, segons l'escenari i el context de l'usuari. Per exemple, els escenaris que involucren petits artefactes en entorns controlats són molt diferents de la complexitat dels escenaris que impliquen restes submarines o objectes en coves. Cada escenari requereix una anàlisi i una planificació acurada prèvies per avaluar el nivell de complexitat. Això permet a un director de projecte preparar-se per als reptes previsibles i completar un projecte amb més precisió, tot i que amb limitacions inevitables (per exemple, pressupost, temps, personal/professionals, recursos, equips i infraestructura que s'utilitzaran, abast de reutilització dels models, etc.).

Aquesta guia pot ajudar en tres contextos bàsics:

- **Professionals de la gestió de museus** que volen digitalitzar parcialment o totalment les seves col·leccions en condicions controlades;
- **Administracions Públiques** / Propietaris de monuments i/o espais de patrimoni cultural disposats a digitalitzar objectes immobles de grans dimensions;
- **Parts interessades que han decidit** digitalitzar tot un espai de patrimoni cultural.

**Béns mobles culturals:** el patrimoni pertanyent als béns mobles culturals va des de fotografies i pintures fins a metalls, ceràmica, vidre, fusta, cuir, tèxtils i altres materials compostos. Pot ser bidimensional o tridimensional, fet d'un o diversos materials i constar d'una sola capa o de múltiples capes.

**Patrimoni cultural immoble:** el patrimoni cultural immoble consisteix en edificis, terrenys i altres elements de valor històric, normalment amb fonaments fixos connectats al terreny. A més de castells, cases, mansions i torres, també inclou esglésies, monestirs, rectories, cases adossades i palaus, arquitectura popular rural, monuments tècnics i industrials, teatres, museus, columnes votives de la pesta i santuaris, entre d'altres. Aquesta categoria també inclou coves i patrimoni cultural submarí, com ara naufragis, ruïnes i edificis submarins, que contenen objectes arquitectònics complexos, estructures i mobiliari interior ric històricament.

---

Abans de llegir més, us recomanem que [descarregueu l'estudi complet](#) per obtenir més detalls sobre les seccions que són rellevants per al vostre escenari de digitalització.

---

## Per què digitalitzar en 3D?

Cada objecte és únic i té un valor significatiu en la història de la humanitat. La digitalització en 3D és una eina valuosa per documentar la memòria d'un objecte per a la posteritat. És important plasmar-ho de manera professional, correcta i tan exhaustiva com sigui possible per evitar perdre la narració en benefici de les generacions futures.

Per satisfer les necessitats de custòdia i preservació a llarg termini i el màxim nombre d'usuaris finals, és molt recomanable digitalitzar amb la màxima qualitat disponible, que inclou documentar tanta informació (metadades, parades) i dades (dades geomètriques) com sigui possible. Això augmentarà la utilitat dels vostres esforços i donarà suport al seguiment i preservació digital del vostre contingut.

## Apunts sobre la qualitat

La qualitat no es mesura simplement per la resolució de sortida i la precisió dels models 3D. També és important la integritat de la documentació de dades relacionades amb l'objecte i el procés de digitalització.

De manera més senzilla, un objecte pot ser transferit per un sol individu a un model 3D mitjançant un telèfon mòbil, que pot publicar en línia, tot en qüestió d'hores. No obstant això, el potencial de custòdia, la preservació i la reutilització d'aquests models bàsics, ja sigui amb finalitats d'investigació o promocionals, és molt limitat. En canvi, el nivell més alt de complexitat necessitarà equips coordinats d'experts, que captin una sèrie d'aspectes diferents, utilitzant sistemes especialitzats de captura d'alta definició, en entorns que poden canviar amb el temps o que poden aturar qualsevol forma de digitalització durant un període determinat. Això implica majors inversions, però ofereix un resultat realment reutilitzable per diferents comunitats de sectors diversos (investigadors, sector humanístic, arquitectes, enginyers, indústria creativa, turistes, educadors, públic en general...) i garanteix una preservació a llarg termini del model 3D.

Tant si el projecte de digitalització 3D és fàcil com si és complex, és de gran importància esforçar-se sempre per aconseguir el màxim nivell de qualitat de la digitalització 3D en el sector del patrimoni cultural, per tal de produir un resultat que no es limiti a la geometria i les textures, sinó que incorpori i recuperi la memòria d'un objecte. Això inclou les històries interconnectades i el coneixement que s'associen a un objecte tangible. Per exemple, els orígens dels materials i/o la seva tecnologia de producció poden explicar una altra història sobre la vida de l'objecte. Per tant, cal documentar coneixements addicionals a les parades i metadades que s'associen a fitxers de dades generats en el projecte de digitalització.

- **Fitxers de dades:** es refereix al conjunt de fitxers que componen el model 3D.
- **Metadades:** es refereix a la informació descriptiva associada a l'objecte del patrimoni cultural representat en el model 3D.
- **Paradades:** es refereix a la informació que descriu el procés de digitalització i el context aplicat per crear el model 3D, que també permet realitzar controls de qualitat sobre el mateix model. També inclou metadades tècniques que el programari captura automàticament.

**Secció 3.2 de l'estudi VIGIE: L'enquesta pública sobre la qualitat:** ofereix una visió valuosa dels comentaris professionals en relació amb la qualitat. Presteu especial atenció a la **Secció 3.2.2 – Declaracions dels enquestats sobre la qualitat**, que proporciona un enfocament holístic sobre què defineix la qualitat i com es pot considerar dins d'una gran varietat d'aspectes relacionats implicats en projectes de digitalització 3D, com ara: precisió, tecnologia, equips, estàndards, dades, processament i camps especials.

# Apunts sobre la complexitat

L'estudi VIGIE t'ajuda a avaluar i mesurar la complexitat del teu projecte d'adquisició de dades. Algunes de les mètriques de complexitat descrites a l'estudi i els passos següents us seran òbvies, i d'altres potser no. Si entens bé la qüestió de la complexitat, estaràs més ben posicionat per planificar i lliurar el teu projecte a temps i amb un pressupost previst. Les estimacions de complexitat us ajudaran a identificar l'equip correcte, l'equipament òptim i documentar de manera més eficaç la història dels vostres objectes/llocs, tant visualment en 3D com amb les dades associades que donen sentit a la vostra digitalització. Sense tenir una comprensió completa de la complexitat del vostre projecte, és probable que descobriu que els vostres models 3D no són adequats per al propòsit i només serveixen com a referència visual, en el millor dels casos. Una comprensió prèvia de la complexitat també us permet prendre decisions informades sobre què podeu fer o no fer dins de l'abast del projecte o re-avaluar l'escala de la vostra adquisició de dades, com per exemple la qualitat vs la quantitat.

**Estudi VIGIE Secció 3:** Descriu àmpliament les diferents capes de complexitat per a la digitalització 3D. Seguir la **secció 3.9** i les **figures que l'acompanyen (20-21a-i)** us permet tenir en compte els factors rellevants que contribueixen a la complexitat del vostre projecte de digitalització 3D. Les **figures 22-39** us permeten crear gràfics de complexitat radial que, quan es combinen, donaran una indicació visual clara de la complexitat del projecte, tant per a vosaltres com per als vostres grups d'interès en la planificació i el progrés del vostre projecte, perquè els usuaris finals avaluin la qualitat dels models 3D que han resultat, i per a les generacions futures que en tindran una millor comprensió si es considera una nova digitalització posterior.

## Digitalització 3D: passos per a l'èxit

**Estudi VIGIE Secció 2.3:** ofereix una visió general de la planificació ideal del projecte de digitalització per a béns immobles (**Figura 1**) i béns mobles (**Figura 2**). Tant si esteu digitalitzant internament com si contracteu professionals externs per digitalitzar, omplir les dades de cadascun dels encapçalaments rellevants de les plantilles de Pla de Projectes que es mostren a l'estudi VIGIE2020/654 us proporcionarà tot el necessari per digitalitzar amb èxit els objectes de patrimoni

cultural en 2D/3D. Un pla de projecte completat forma el marc de les parades del procés de digitalització.

L'estudi VIGIE modela dos plans de projecte principals:

- Béns mobles (Patrimoni Cultural Moble, **vegeu apartat 3.5 pàgina 44 de l'estudi VIGIE2020/654**).
- Béns immobles (Patrimoni Cultural Immobile, segons UNESCO **vegeu pàgina 46 de l'estudi VIGIE2020/654**).

Cada plantilla es divideix en les mateixes 4 àrees:

- **Planificació de projectes**
- **Documentació i treball in situ**
- **Producció i lliurament**
- **Arxiu i conservació**

El principal punt de diferència per als objectes immobles (monuments, grups d'edificis, solars) és que l'estudi VIGIE2020/654 els classifica com a lloc històric. El treball basat en un espai patrimonial augmenta la complexitat i es requereixen consideracions addicionals.

## 1. PLANIFICACIÓ DEL PROJECTE

La primera secció de les plantilles del pla de projecte són tasques administratives que es divideixen en Gestió de projectes i Descripció del projecte.

### 1.1. GESTIÓ DEL PROJECTE

| GESTIÓ DEL PROJECTE           |
|-------------------------------|
| Títol del projecte            |
| Número de projecte            |
| Breu descripció del projecte  |
| Nombre de mostres             |
| ID de l'objecte               |
| Cap d'equip de producció      |
| Identificació d'equips i rols |
| Client                        |

## GESTIÓ DEL PROJECTE

Revisió de seguretat i salut

Proveïdors externs

Terminis

Consideracions legals

Contractes

Accés al lloc

Permisos requerits

Acords de propietat intel·lectual

Problemes de copyright

Algunes àrees importants a tenir en compte que augmenten la complexitat del projecte inclouen:

**Client:** totes les parts interessades durant un projecte d'adquisició de dades esperen resultats en forma d'informes. El client pot ser el propietari de l'objecte/s, un organisme finançador, una entitat privada o departament governamental, una combinació o fins i tot la vostra pròpia organització. S'han d'establir directrius clares per garantir que el projecte ofereix les expectatives del client/grups d'interès en uns resultats d'alta qualitat.

**Identificació de l'equip i els rols:** el grau de la complexitat del vostre projecte definirà el nivell d'experiència que necessitarà el vostre equip per desenvolupar-lo. Com més complexitat, més augmenta el pressupost necessari. És probable que hàgiu de tornar a aquesta secció mentre avalueu altres àrees de complexitat.

**Proveïdors externs:** és possible que, tot i que alguns projectes de digitalització en 3D es poden desenvolupar internament, el cost i les habilitats tècniques necessàries per dur a terme la majoria de digitalitzacions en 3D d'alta qualitat requereixin experts externs per produir la digitalització o oferir altres serveis. En aquests casos, depenent dels procediments establerts a la institució (per exemple, per a les institucions públiques s'ha de fer un concurs públic), la decisió d'externalitzar pot afectar el calendari del projecte.

Si es contracta la tasca, és essencial que la institució de patrimoni cultural, com una part interessada clau, sigui capaç d'expressar les seves expectatives i requisits tècnics per garantir que es compleixin els estàndards essencials i no es desvinculi molt del projecte. Preneu nota de tots els especialistes externs que puguin ser necessaris per tirar endavant el vostre projecte, especialment amb les digitalitzacions sobre el terreny. La contractació i la

coordinació de diversos proveïdors externs augmentaran, naturalment, tant la complexitat com el cost del vostre projecte.

**Figures 21e i f de l'estudi VIGIE:** per obtenir més informació sobre les bases del projecte per als proveïdors externs i consideracions sobre l'experiència del proveïdor extern o del membre de l'equip.

**Consideracions legals / Contractes / Accés al lloc / Permisos / Drets de propietat intel·lectual (DPI) / Problemes de drets d'autor:** tots aquests són fonamentals per tenir-los en compte amb antelació, ja que poden crear barreres greus, fins i tot permanents, al vostre projecte. En primer lloc, l'accés al lloc, els permisos i els contractes poden impedir la digitalització. En segon lloc, els drets de propietat intel·lectual i els drets d'autor poden impedir la vostra capacitat de difondre (utilitzar) els models 3D resultants, això pot provocar que no es compleixin els acords pactats amb els vostres grups d'interès (vegeu 1.2). Preneu nota: l'accés al lloc i els permisos, poden ser crítics. Els drets d'accés i els problemes de calendari també augmenten en complexitat quan involucreu proveïdors externs.

#### **Gràfics de complexitat radial rellevants de la secció de l'estudi VIGIE:**

- **Figura 27:** Capes del paràmetre de complexitat dels requisits de les parts interessades
- **Figura 29:** Capes del paràmetre de complexitat dels requisits del projecte
- **Figura 30:** Capes del paràmetre de complexitat de l'equip

## **1.2. DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE**

Tots els aspectes de la descripció del projecte són essencials per a les parts interessades del projecte. Aquestes descriuen, per endavant, les expectatives i els terminis per als lliuraments. Amb una bona planificació, totes aquestes àrees haurien de ser factibles i no augmentar excessivament la complexitat.

### **DESCRIPCIÓ DEL PROJECTE**

Descripció detallada del projecte

Objectius principals

Informes previstos

Etapes de desenvolupament / Dates de finalització

En les primeres etapes de planificació, és de màxima importància definir quins són els requisits de les parts interessades i aclarir-los des del principi. Això inclou tots els aspectes ètics i DPI (per a paradades, metadades i dades) amb qualsevol altra organització, tenint en compte com s'utilitzaran i/o reutilitzaran els resultats finals després de ser compartits. Per exemple, en cas que el propietari de l'objecte sigui extern a les institucions (per exemple, un prestador d'un objecte de museu, o el municipi per a monuments i espais de patrimoni cultural), és important acordar els termes de preservació i reutilització a llarg termini dels recursos 3D. El mateix acord és necessari en cas que la digitalització 3D s'externalitzi a un proveïdor de serveis. A més d'aclarir aquests aspectes, hi ha altres requisits necessaris en la fase de planificació: on i quan està previst que es faci l'adquisició de dades, quina infraestructura, dispositius, recursos humans i pressupost són necessaris i quina és la qualitat mínima de dades requerida (paradades, metadades).

**Figures de l'estudi VIGIE 21 a-i:** Subministreu fluxos de treball detallats sobre requisits de les parts interessades, entorns, especificacions d'objectes, resums del proveïdor extern, experiència del proveïdor extern, especificacions d'equips que s'haurien de fer referència a la planificació i les etapes posteriors del vostre projecte.

## 2. DOCUMENTACIÓ I TREBALL IN SITU

Aquesta secció cobreix tres àrees principals i que divergeixen, depenent de si l'escenari del projecte implica un objecte (moble) o un lloc (immoble). Tots dos, però, tracten qüestions similars.

- Objecte / Lloc - Anàlisi
- Solució tècnica
- Mètodes de documentació 2D i 3D

### 2.1. ANÀLISI D'OBJECTES / ANÀLISI DE LLOCS

| ANÀLISI D'OBJECTES                            | ANÀLISI DEL LLOC                          |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| Revisió inicial d'objectes                    | Revisió/Reconeixement inicial del lloc    |
| Condicions de l'objecte                       | Condicions del lloc                       |
| Obstruccions potencials                       | Potencials obstruccions/oclusions         |
| Reptes físics                                 | Potencials reptes meteorològics           |
| Registre d'informació específica de l'objecte | Registre d'informació específica del lloc |

Aquí, l'estudi VIGIE us anima a fer una revisió acurada del lloc i/o dels objectes que hi ha dins, tant per mesurar els nivells de complexitat com per preparar-vos per a les complicacions que es puguin produir. Com a resultat, el vostre projecte pot requerir recursos addicionals, equipament especialitzat i membres de l'equip que us ajudaran a planificar el vostre equip (**vegeu 1.1 Gestió de projectes**).

Aquesta secció funciona paral·lelament a la següent, que assigna complexitat en funció de l'anàlisi realitzada aquí. Per tant, abans de completar la revisió de l'anàlisi, és essencial entendre les mesures de complexitat descrites a la següent àrea de l'estudi (Solució tècnica).

**Possibles reptes meteorològics:** per als espais patrimonials, el clima és el factor variable clau que és incontrolable i afecta l'estabilitat i la coherència de la digitalització. S'inclouen aquí les condicions ambientals (controlades o no) que es poden percebre com a factors contribuents de complexitat. Es tenen en compte tant les condicions (climàtiques) a llarg termini, que se sap que interfereixen en l'adquisició de dades en 3D en general, com ara la pluja, la neu, el vent, les gelades, la boira i el sol, així com les mesures físiques que esdevenen crítiques en els informes, com ara la temperatura, la humitat, la pressió baromètrica, la velocitat/direcció del vent, la contaminació de l'aire, etc. (**Veure figures 21g i 31 de l'Estudi VIGIE**). La meteorologia també pot generar retards que s'han de preveure durant l'etapa de planificació del projecte.

**Gràfics de complexitat radial rellevants de la secció de l'estudi VIGIE:**

- **Figura 31:** Capes del paràmetre de complexitat de l'entorn.

**Secció 2.7 a 2.9 de l'estudi VIGIE:** Ofereix algunes orientacions per a l'adquisició interior/exterior i controlada/no controlada, incloent alguns consells sobre equips i solucions possibles (**2.9**) que us ajudaran a planificar determinats reptes. **Vegeu també la secció 2.3 Planificació del procés de digitalització**, que ofereix una visió de les capacitats de l'equip i què és possible per millorar la vostra digitalització. Per exemple, la **figura 5** il·lustra la imatge penetrativa i el que cada tecnologia pot mostrar sota la superfície del vostre objecte.

2.2. SOLUCIÓ TÈCNICA

| SOLUCIÓ TÈCNICA                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|
| Descripció general                                                            |
| Dates d'accés confirmades                                                     |
| Complexitat de l'objecte/Complexitat arquitectònica (per a objectes immobles) |

## SOLUCIÓ TÈCNICA

Complexitat superficial

Material(s) i les seves condicions

Potencials reptes de documentació

Un cop feta l'anàlisi de l'objecte/lloc, podeu fer una estimació de la complexitat per a la recuperació de dades sobre un objecte/lloc assignant valors als gràfics radials (vegeu Apunts sobre la complexitat, més amunt).

**Estudi VIGIE Secció 3.6-3.8, més Taula 6:** Proporciona informació detallada sobre la complexitat dels objectes mòbils. Vegeu també la **figura 20. Passant de la complexitat de l'objecte a la complexitat del procés**, que mostra les consideracions sobre l'estructura geomètrica, l'estructura de la superfície i el material. Un factor addicional que pot ser important per al vostre projecte és el seguiment de la salut estructural, això s'esmenta a 3.7 i les capes de complexitat es mostren a la **figura 34**.

### Gràfics de complexitat radial rellevants de la secció de l'estudi VIGIE:

- **Figura 28:** Capes del paràmetre de complexitat de l'objecte.
- **Figura 33:** Capes del paràmetre de qualitat del material.
- **Figura 34:** Capes del paràmetre de qualitat del seguiment de la salut estructural.

## 2.3. MÈTODES DE DOCUMENTACIÓ 2D I 3D

Fa referència a l'equipament i els nivells de precisió, resolució i error acordats amb les parts interessades.

L'avaluació del lloc/objecte combinada amb els requisits i les limitacions del projecte us permet identificar el mètode de documentació més adequat i l'equip de digitalització corresponent.

## MÈTODES DE DOCUMENTACIÓ 2D I 3D

Mètode(s) de documentació i eines proposades

INTEGRITAT DIMENSIONAL

Xarxa d'enquestes existent

Nivell de precisió acordat

Nivell de Resolució Acordat

Nivell d'error acordat

## Mètode(s) de documentació i eines proposades

L'equipament és fonamental per a la qualitat de la vostra digitalització 3D i cada escenari requereix un maquinari especialitzat diferent per optimitzar la qualitat del vostre resultat.

Per a **Gestors de Museus** que vulguin digitalitzar petits objectes (mòbils) en condicions controlades; un sistema de fotogrametria és el mètode més comú que permet flexibilitat i qualitat (**vegeu la pàgina 17 de l'Estudi VIGIE**).

L'estudi VIGIE té una sèrie de referències d'equips diferents que us poden ajudar a identificar el mètode de documentació correcta per al vostre projecte:

**Apartat 2.3:** Planificació del procés de digitalització.

**Secció 2.4:** Categories de documentació activa i passiva.

**Secció 2.5.1:** Sistemes de documentació actius.

- Estació Total
- Sistemes globals de navegació per satèl·lit (GNSS)
- Escaneig làser terrestre (TLS)
- Escàners làser mòbils (MLS)
- Sistemes d'escaneig de llum estructurada (SLS).
- Sistemes òptics de triangulació 3D
- Sistemes híbrids
- Càmeres de profunditat o abast

**Secció 2.5.2:** Sistemes de documentació passiva.

- Fotogrametria Aèria
- Fotogrametria

**Secció 2.6:** Tecnologies multisensorials i d'escaneig múltiple.

**Taula 1:** Avantatges i inconvenients de diverses tecnologies de documentació.

**Taula 8:** Tecnologies de captura de dades 3D en relació amb la complexitat dels objectes.

**Figura 26:** Visió general dels passos de preprocessament.

**Gràfics de complexitat radial rellevants de la secció de l'estudi VIGIE:**

- **Figura 24:** Capes del paràmetre de complexitat de l'equipament de programari i maquinari.
- **Figura 25:** Capes del paràmetre de complexitat de preprocessament.

## Nivell acordat de precisió/resolució/error

Els nivells de precisió geomètrica són essencials per als projectes de digitalització en 3D; sense precisió, els vostres models 3D poden estar

incomplets, no tenir detalls o crear aberracions no desitjades que poden fer que un model 3D no sigui apte per a usuaris finals professionals. Els diferents tipus d'equipaments utilitzats per documentar els vostres models 3D tindran diferents nivells de precisió i estan optimitzats per als diferents escenaris per mostrar detalls extremadament fins o, de manera més àmplia, quan s'estudien espais patrimonials grans. Els nivells de precisió/resolució/error han de ser acordats per les parts interessades en les primeres etapes de planificació del projecte. Els equips i els mètodes correctes, en mans d'operadors qualificats, haurien d'aconseguir alts nivells de precisió i resolució, però tingueu en compte que paràmetres com els materials, el clima i els factors ambientals poden afectar greument la precisió i el marge d'error.

#### **L'estudi VIGIE té una sèrie de referències a la precisió/resolució/error:**

**Secció 2.2:** Terminologia – Exactitud i precisió.

**Taula 1:** Avantatges i inconvenients de diverses tecnologies de documentació.

**Secció 2.10:** Dades derivades del projecte.

**Secció 3.2.2:** Declaracions dels enquestats sobre la qualitat.

**Taula 4:** Graus de qualitat dels objectes (a partir de dos estudis de la UNESCO).

**Secció 3.4:** Factors limitants en un procés de digitalització 3D.

**Taula 5A:** Límits de gravació de tecnologia actual.

**Taula 5B:** Límits de resolució actuals adequats a l'objectiu (producció).

**Apartat 3.12.1:** La incertesa com a expressió general de la qualitat en la digitalització 3D.

#### **Gràfics de complexitat radial rellevants de la secció de l'estudi VIGIE:**

- **Figura 35:** Capes del paràmetre de qualitat de la geometria 2D.
- **Figura 36:** Capes del paràmetre de qualitat de la geometria 3D.
- **Figura 37:** Capes del paràmetre de qualitat d'imatge de textura.
- **Figura 38:** Capes del paràmetre de qualitat d'imatge d'escala.
- **Figura 39:** Capes del paràmetre de qualitat d'imatge espectral.

## **3. PRODUCCIÓ I LLIURAMENT**

Aquest apartat de la planificació del projecte incorpora les consideracions finals abans de la digitalització, la documentació de dades, molt important durant la digitalització, i les tasques de producció posterior a la digitalització necessàries per al lliurament final.

- Producció – Gestió de dades
- Resultats i informes
- Producció

### 3.1. PRODUCCIÓ – GESTIÓ DE DADES

Un cop s'ha acordat la precisió requerida i el mètode i l'equip de digitalització corresponents adequats, cal confirmar les solucions de captura de dades i complir les convencions. A l'hora de decidir els formats de fitxers de dades, és important mantenir la integritat total de la digitalització, així com la flexibilitat dels usuaris per veure el model 3D. Com a resultat, es recomana tenir en compte tant els fitxers de dades no comprimits disponibles per als professionals a petició, com els formats de dades de fitxers optimitzats per permetre que els vostres models 3D siguin difosos i visualitzats per un perfil ampli d'usuaris finals en una gran varietat de plataformes (prestant especial atenció a la compatibilitat dels visors 3D i la sostenibilitat).

#### PRODUCCIÓ - GESTIÓ DE DADES

|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| Solució de captura de dades confirmada            |
| Consideració / toleràncies de captura de dades    |
| Mètode de documentació de dades                   |
| Convencions de nomenclatura de fitxers            |
| Convencions de tipus de fitxer                    |
| Format de fitxer no propietari: control/conversió |
| Documentació de metadades                         |
| Documentació de paradades                         |

La **secció 4** de l'Estudi VIGIE detalla els **estàndards i els formats** de dades de digitalització 3D. Això inclou:

**Secció 4.1:** Tipus de dades (Dades de propietat / Dades obertes).

**Secció 4.2:** Formats de dades.

**Secció 4.3:** Esquemes de metadades per a estructures 3D.

**Secció 4.4:** Identificació de buits, formats addicionals, estàndards.

**Documentació de metadades:** els models de metadades descriuen els derivats digitals. És probable que l'entrada de metadades es processí un cop s'hagi

completat el procés de digitalització, però es pot fer amb antelació en un full de càlcul separat o en un sistema DAM preparat per a la importació/enllaç als models 3D publicats. Les metadades, en ser basades en text, són essencials per a la cerca dels vostres models a través dels motors de cerca. Tant si els vostres models 3D es col·loquen en grans plataformes agregades com en petites plataformes locals, la informació rellevant que afegiu a les metadades millorarà la descoberta mitjançant la cerca directa, les cerques filtrades o la cerca de dades construïdes. A més, les metadades de preservació són dades semàntiques fonamentals que donen suport a la preservació a llarg termini dels registres d'objectes digitals. És un pas crucial per a les parts interessades de patrimoni cultural que inverteixen en la digitalització i s'ha convertit en un element comú en la documentació de col·leccions. Els majors reptes en la preservació de metadades són desenvolupar un marc uniforme, inclosa la informació semàntica necessària, així com el format en què s'han de modelar els objectes.

La **secció 4.3** de l'estudi VIGIE descriu els esquemes de metadades per a estructures 3D.

**Documentació de parades:** la importància de documentar parades, és a dir, la informació sobre el procés d'adquisició de dades, és molt reconeguda entre la comunitat científica. La documentació de parades s'iniciarà amb la planificació del projecte i continuarà durant l'adquisició digital. Exemples de parades poden ser el personal que va dur a terme la digitalització, l'equipament utilitzat, la il·luminació i les condicions ambientals presents en el moment de la digitalització. Tota la informació de complexitat prevista en l'etapa de planificació tindrà un valor de parades corresponent durant l'adquisició digital.

La captura i el lliurament de parades proporciona informació clau que pot ser de fonamental per a alguns usuaris. Tot i que hi ha diferents iniciatives i esforços centrats en la descripció de parades, el patrimoni cultural no té un model d'esquema formal per expressar-los; a més, és evident que la documentació i el manteniment d'una gamma completa de parades pot ser un esforç per a algunes institucions de patrimoni cultural, especialment pel que fa a l'entrada de dades administratives detallades, juntament amb possibles actualitzacions. L'equip o altres eines poden ajudar documentant automàticament algunes parades, però és important assegurar-se que es fan els millors esforços per documentar els detalls del procés de digitalització.

## 3.2. RESULTATS I INFORMES

La secció de resultats i informes cobreix les tasques administratives. Hi ha requisits que cal acordar per endavant, confirmant que el projecte oferirà un resultat especificat. El nombre d'elements, en els formats acordats, amb les dades acordades. Quan es lliura el projecte, això s'ha de verificar juntament amb la data de finalització, amb la signatura del client.

### RESULTATS I INFORMES

Requisits de lliurament (inclosos l'informe tècnic/especificacions, metadades i dades)

Data d'acabament

Tancament del client

## 3.3. PRODUCCIÓ

La producció implica el processament dels fitxers de dades que han estat capturats i lliurats pels equips de digitalització. Les dades RAW produïdes a partir de la digitalització s'han d'arxivar primer i després netejar-se/processar prèviament per crear un model 3D que s'adapti al propòsit i compleixi les expectatives de les parts interessades. La producció requereix professionals multidisciplinaris formats; i els nivells de complexitat del procés de producció reflecteixen els de la digitalització, és a dir, els petits objectes mòbils en entorns controlats són els menys complexos, mentre que els llocs complets i les estructures multi-arquitectòniques detallades que consisteixen en interconnectar aspectes interiors i exteriors seran molt complexos de processar amb precisió i requereixen personal altament qualificat.

### PRODUCCIÓ

Gestió de la producció

Resum tècnic i de producció

Mètode de producció confirmat

Etaques de producció i dates de control confirmades

Revisions i aprovacions de producció condicionals

Tancaments

Lliurament

## 4. ARXIU

La part final del Pla de Projecte és una còpia de seguretat i disposa d'un pla de gestió de l'arxiu. És fonamental mantenir la integritat de les vostres dades al llarg del vostre projecte i per a l'emmagatzematge permanent un cop finalitzat. Feu una estimació generosa de l'emmagatzematge de dades que necessiteu durant l'adquisició digital, juntament amb els requisits de postprocessament i l'arxiu. Les consideracions inclouen on es guarda l'emmagatzematge, a l'organització/al núvol, el proveïdor d'emmagatzematge i el cost del manteniment/preservació a llarg termini de les vostres dades.

### CÒPIA DE SEGURETAT I ARXIU

Procediments de còpia de seguretat

Mètode d'arxiu de dades del projecte

La digitalització 3D produeix molts fitxers que consumeixen grans quantitats d'emmagatzematge digital. La integritat d'aquestes dades està més en risc mentre el projecte està en procés i la còpia de seguretat de les dades a mesura que es creen i es processen s'ha de garantir per evitar la re-digitalització, que serà costosa i generarà retards.

Un cop finalitzat, totes les dades del vostre projecte s'han d'arxivar. Això inclou fitxers de dades, metadades, paradades: fitxers de treball, models 3D de màxima qualitat completats i dades associades, model 3D de qualitat optimitzat completat per a una difusió flexible. És molt recomanable conservar una còpia completa en una matriu d'emmagatzematge fora de línia amb finalitats de còpia de seguretat.

Una preocupació addicional és l'arxiu de dades personals o privades. Les persones s'han d'informar i oferir el consentiment signat quan emmagatzemeu dades personals.

## Publicació i difusió

### Apunts sobre l'ús i la reutilització d'objectes de patrimoni cultural en 3D

Els objectes digitals 3D ofereixen més detalls, escala i possibilitats d'interacció en profunditat que els equivalents 2D. Això té diversos impactes, però sobretot les experiències en 3D poden proporcionar maneres més immersives

d'explorar el patrimoni cultural. Els objectes en 3D són recursos útils per a l'aprenentatge, l'educació i la investigació, per explorar, preservar i controlar llocs i monuments patrimonials i per ajudar a reconstruir el patrimoni. Els models 3D d'objectes de museu, monuments i llocs patrimonials es poden reutilitzar en experiències de Realitat Virtual (VR) i Realitat Mixta/Ampliada (MR, XR) o metavers, com ara visites virtuals o formació virtual, i en aplicacions de Realitat Augmentada (RA) per a educació, turisme i visites per ciutats/museus. A més, a partir dels models 3D és possible produir models impresos (prototipat ràpid), útils per a la participació dels nens, manipulació i ensenyament sobre artefactes, experiències sensorials i d'accessibilitat per oferir als visitants amb discapacitat, i altres reutilitzacions creatives aprofitant la impressió 3D i visites atractives a llocs i institucions culturals.

Finalment, però no menys important, un altre domini important que es beneficia molt de la digitalització en 3D és la investigació. Això és especialment rellevant per als llocs patrimonials, monuments i objectes que es consideren en risc. La digitalització 3D permet l'anàlisi i el seguiment detallats de monuments i llocs i objectes de patrimoni cultural, ja siguin interiors, exteriors o subaquàtics, incloent-hi el mesurament, l'observació de detalls no visibles a simple vista o en una simple documentació en 2D, la comparació dels detalls d'objectes relacionats de tipus similar, o el seguiment de l'impacte de factors específics en objectes al llarg del temps (com ara el vent, la contaminació, el trànsit de visitants, l'erosió).

Finalment, l'escaneig 3D d'objectes és fonamental en la lluita contra el tràfic il·lícit de béns culturals: la presència de models 3D a les bases de dades d'obres robades, utilitzades per les forces policials i duaneres, permet guanyar en rapidesa i eficiència en la identificació in situ d'aquests objectes.

Les diferents parts interessades i categories d'usuaris dels models 3D poden tenir necessitats i requisits diferents; però el punt de partida per permetre l'ús i la reutilització dels models 3D és la descoberta. A més de publicar i difondre la col·lecció 3D al lloc web de la institució, plataformes paneuropees com Europeana, l'European common data space for cultural heritage (el proper núvol col·laboratiu europeu per al patrimoni cultural) i les infraestructures i repositoris electrònics dedicats a les diferents comunitats de recerca ofereixen oportunitats per compartir i connectar conjunts de dades sobre el patrimoni cultural 3D a un públic més ampli.

#### **Publicació d'un objecte 3D en línia: reptes tècnics**

Molt sovint, el processament de dades 3D en línia es fa des del costat del client, de manera que el dispositiu real utilitzat per l'usuari té un paper clau i s'ha de tenir en

compte a l'hora de dissenyar experiències 3D, que es veuen afectades per les limitacions de la xarxa, la memòria de l'ordinador o la capacitat de processament.

La indústria 3D ha evolucionat molt al llarg dels anys, però encara no té el nivell d'estandardització que té el contingut 2D. Aquesta manca d'estàndards per a l'ús de dades 3D fa que sigui un repte decidir un format 3D universal.

No hi ha una alineació completa entre el programari 3D per processar dades en 3D i el programari per visualitzar o oferir experiències en 3D als usuaris. En aquest cas, alguns proveïdors de contingut poden utilitzar un format per a l'arxiu de dades en 3D, però és possible que aquesta no sigui la millor opció per a la visualització o el lliurament als usuaris finals. Per exemple, OBJ és un format àmpliament conegut, acceptat habitualment pel programari 3D i les biblioteques de visualització 3D, però és menys eficient en espai per a les dades, per la qual cosa és una mala elecció si les dades que s'envien a través d'una xarxa són massa grans. Aquests casos es poden beneficiar d'un format binari com ara PLY. Alguns algorismes i formats 3D se centren en la relació de compressió, mentre que altres se centren en el rendiment.

Sol ser una compensació: la compressió fa un ús més eficient de l'espai (afavorint, per exemple, l'emmagatzematge o la transferència d'un fitxer), però augmenta l'esforç de processament (tant per comprimir com per descomprimir les dades). Aquests no són problemes intrínsecs per al 3D, ja que el contingut 2D també els pateix, però són més destacats en 3D perquè el 3D és de naturalesa més complexa i el contingut 3D requereix quantitats d'espai molt més grans que el contingut en 2D, cosa que afecta el seu emmagatzematge, processament i transferència a través d'una xarxa.

Per tant, es recomana considerar la creació del model 3D en diferents versions i formats, per adaptar-se als diferents requisits dels usuaris (per exemple, els usuaris professionals poden necessitar un model de resolució més gran disponible per a la descàrrega i la fructificació fora de línia de dades en brut, mentre que per a finalitats de difusió una versió comprimida compartida amb un visor incrustable podria ser suficient perquè l'usuari gaudeixi del contingut.

## Apunts sobre l'etiquetatge dels drets

Els objectes 3D poden generar un escenari complex sobre els drets a adjuntar al model un cop publicat. En termes generals, per tal de donar suport al major ús i reutilització dels models 3D, es recomana considerar un enfocament d'accés obert. Sobretot quan el model 3D és una representació fidel d'un objecte del món real, no s'espera que s'imposin drets addicionals (la qual cosa significa que si l'objecte es troba al domini públic, la seva representació digital ja sigui en 2D o en 3D hauria de ser també de domini públic). No obstant això, pot haver-hi limitacions que impedeixin adoptar aquest enfocament, com ara les legislacions nacionals, els acords contractuals o els mètodes utilitzats per crear el model. Per exemple, molts titulars de col·leccions no tenen experiència ni equipament per dur a terme la digitalització 3D internament i, per tant, la tasca s'externalitza sovint a proveïdors de serveis contractats per dur a terme l'escaneig i generar els models. A més, segons els mètodes utilitzats per modelar l'objecte 3D, l'objecte pot ser el resultat del treball

de diverses persones i, en cas que s'utilitzi un mètode creatiu, la propietat intel·lectual de l'artista. Això també pot significar que un mateix objecte físic pugui tenir diferents reproduccions en 3D amb diferents característiques, que poden tenir drets diferents (per exemple, una digitalització fidel de les ruïnes arqueològiques vs la seva reconstrucció virtual acolorida de manera creativa). Per tant, és de la màxima importància aclarir els drets del contracte o acord de servei amb el proveïdor de serveis, per tal de permetre al titular del contingut conservar la màxima llibertat per compartir el model amb una llicència de reutilització.

## Llista de verificació: digitalització 3D pas a pas

**Abans de començar:** aquestes són les preguntes principals que hauríeu de poder respondre per a un projecte de digitalització 3D.

Elabora un pla de projecte i mesura els nivells de complexitat d'acord amb els passos següents.

### Planificació de projectes

1. Identifica què estàs digitalitzant. Per què és important?
2. Quins són els requisits dels grups d'interès. Expectatives, informes i terminis.
3. Identifiqueu i construïu el vostre equip – Personal intern? Proveïdors externs? Nivell d'expertesa?
4. Resoleu problemes legals i altres barreres per a l'èxit del projecte. Per exemple, accés al lloc patrimonial, contractes i qüestions legals, permisos, DPI i copyright.
5. Creeu una descripció detallada del projecte amb objectius i terminis de desenvolupament amb l'aportació dels vostres grups d'interès/client.
6. Realitzeu una visita al lloc i una avaluació d'objectes, mesurant la complexitat meteorològica i ambiental potencial i els reptes que caldria resoldre, sempre que sigui possible.
7. Estimeu la complexitat dels objectes/llocs de digitalització utilitzant els gràfics radials proposats. Com a resultat, torneu a avaluar els terminis, l'equip, l'experiència i el cost.
8. Acordeu mètodes de documentació (equipaments) adequats per al vostre projecte i amb el nivell de precisió/resolució acordat requerit pels vostres grups d'interès.
9. Confirmeu solucions de captura de dades: convencions de dades

10. Tingueu en compte l'emmagatzematge de dades necessari durant l'adquisició digital i el postprocessament, incloses les còpies de seguretat per garantir la integritat durant aquesta fase d'alt risc, així com els costos de sostenibilitat (emmagatzematge/en línia) del manteniment dels models 3D produïts al vostre projecte.

## **Documentació i treball in situ**

11. Documenteu les parades detallades durant l'adquisició digital. Torneu a introduir els valors exactes de qualsevol mesura de paràmetre estimada prèviament. A més, afegiu qualsevol altra informació per descriure el procés de digitalització.
12. Documenteu metadades (els detalls descriptius de l'objecte en si, inclouen metadades de preservació)
13. Avalueu/valideu la precisió de la resolució i l'error de la sortida de fitxers de dades Raw en comparació amb els requisits de les parts interessades i l'ús previst abans del tancament.

## **Producció i lliurament**

14. Processeu les vostres dades de fitxer en brut en un model 3D viable. Recordeu que és probable que necessiteu un model 3D de resolució completa i fitxers associats emmagatzemats fora de línia per lliurar-los als professionals, a petició. A més, podeu necessitar també un model 3D optimitzat flexible, per mostrar-se en una àmplia gamma de plataformes (visors 3D).

## **Arxivar i conservar**

15. Creeu una còpia de seguretat de totes les vostres dades finalitzades. Recordeu obtenir el consentiment si emmagatzemeu dades personals.
16. Assigneu l'etiquetatge de drets als vostres models 3D segons els permisos dels grups d'interès rellevants.
17. Publiqueu els vostres models 3D incloent totes les metadades i parades.
18. Difoneu el vostre projecte als vostres grups d'interès objectius.

## SOCIS EUREKA3D I EUREKA3D-XR

---



## MITJÀ OFICIAL ASSOCIAT

---





**Co-funded by  
the European Union**

El projecte EUreka3D està cofinançat pel Programa Europa Digital  
de la Unió Europea, GA n. 101100685

**[www.eureka3d.eu](http://www.eureka3d.eu)**



**@eureka\_3d**



**@eureka3d\_**



**@EUreka\_3D**



**@EUreka3D**