



# Repte de Pràctiques

## Processament d'Imatges Biomèdiques

Profs. Christian Mata i Joan F. Alonso

Grau en  
Enginyeria  
Biomèdica  
2024/25

## Índex

<b>1 Introducció i Objectius</b>	<b>1</b>
1.1 Context . . . . .	1
1.2 Punts Importants . . . . .	1
<b>2 Planificació de Tasques</b>	<b>2</b>
2.1 Proposta de planificació . . . . .	2
2.2 Fase 1: Recerca sobre Mètodes de Segmentació . . . . .	2
2.3 Fase 2: Resolució del Repte . . . . .	2
2.4 Fase 3: Informe i Presentació . . . . .	6
<b>3 Entregables</b>	<b>7</b>
3.1 Descripció . . . . .	7
3.2 Informe Final . . . . .	7
3.2.1 Contingut . . . . .	7
3.2.2 Lliurament . . . . .	8
3.3 Presentació en Vídeo . . . . .	9
3.3.1 Contingut . . . . .	9
3.3.2 Lliurament . . . . .	9
3.4 Avaluació . . . . .	10
<b>4 Col·laboració i Expectatives</b>	<b>11</b>
<b>A Exemples d'Inclusió de Codi amb <math>\LaTeX</math> i Minted</b>	<b>12</b>
A.1 Exemple de Codi MATLAB . . . . .	12
A.2 Exemple de Codi Python . . . . .	13
<b>B Rúbrica d'Avaluació de l'Informe</b>	<b>15</b>
<b>C Rúbrica d'Avaluació de la Presentació en Vídeo</b>	<b>17</b>

# 1 Introducció i Objectius

## 1.1 Context

Les últimes sessions de laboratori estaran destinades a resoldre un repte sobre processament d'imatges biomèdiques reals. Treballarem amb imatges mamogràfiques amb diferents categories de densitat, soroll, imperfeccions, i els procediments desenvolupats haurien de funcionar de la manera més automàtica possible amb totes les categories d'imatges.

Prèviament a la resolució del repte, us demanem que investigueu pel vostre compte sobre les modalitats de segmentació d'imatges més habituals. Fruit d'aquesta recerca, heu de triar tres algorismes i aplicar-los a imatges mèdiques. Poden ser mètodes disponibles a MATLAB/Python o qualsevol altre que trobeu que ja estigui implementat i del qual pugueu aprofitar-ne el codi.

Els objectius del repte són els següents:

1. **Preprocessament:** Llegir les imatges i fer les operacions de preprocessament que considereu necessàries. Heu de decidir quines operacions de filtratge són més adients.
2. **Segmentació:** Cal eliminar elements com les etiquetes que apareixen a les imatges, el fons, la musculatura pectoral, etc. Heu de provar les diferents tècniques de segmentació que heu utilitzat anteriorment i justificar quina és la més adient.
3. **Màscara:** Finalment, s'ha d'obtenir una màscara corresponent a la segmentació obtinguda.
4. **Informe de resultats:** Ha de ser concís, però suficient per justificar els motius pels quals s'han aplicat les diferents estratègies i presentant els resultats obtinguts tot analitzant-los de forma crítica.
5. **Vídeo de resultats:** Es tracta de fer una narració de tots els procediments i resultats obtinguts, en format de vídeo curt, per avaluar també la competència que té associada l'assignatura (expressió oral i escrita). En l'entorn científic i tècnic cada vegada es demanen més *videoabstracts* per fer difusió de la recerca, i per tant és un exercici de síntesi molt interessant.
6. **Entrega:** Cada grup haurà d'entregar l'informe, el codi, i les imatges corresponents (imatge filtrada, segmentada, i màscara) a cada imatge original. L'informe ha de contenir l'enllaç de descàrrega o de visualització del vídeo (segurament excedirà el màxim permès a ATENEA i haureu de penjar-lo en algun lloc, sigui WeTransfer, YouTube, Vimeo o similars).

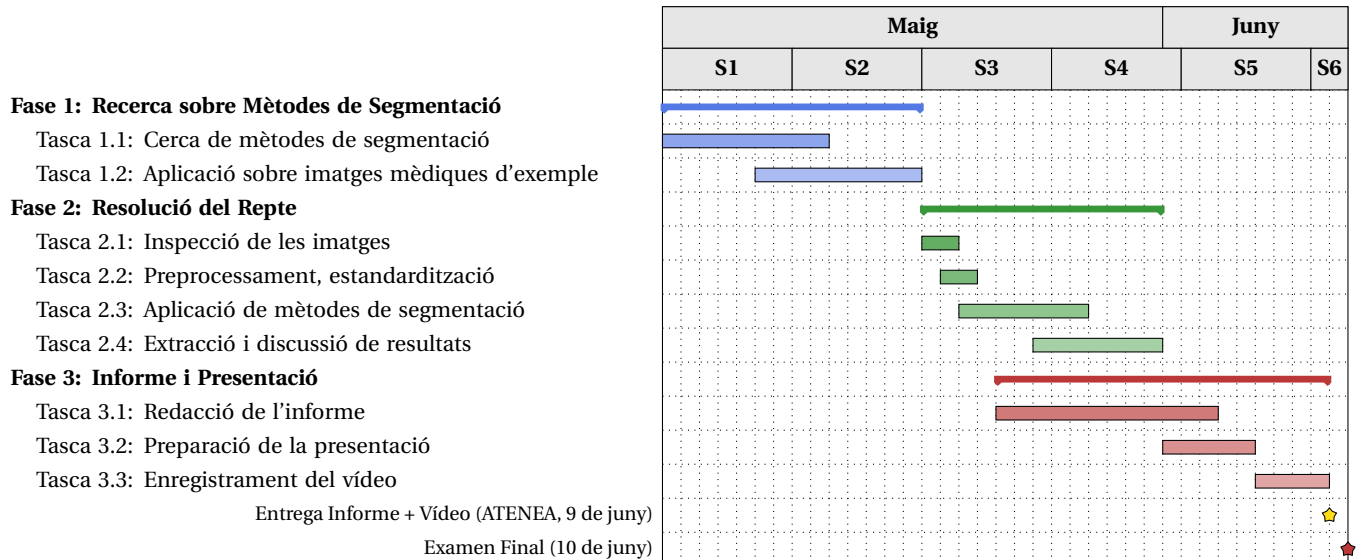
## 1.2 Punts Importants

- **Objectiu principal del repte:** Aprendre i aplicar tècniques de segmentació d'imatges. Utilitzar el que s'ha après en imatges mamogràfiques.
- **Data d'entrega:** Abans de les 23:55 del **9 de juny de 2025**.
- **Grups de treball:** Podeu treballar en grups de 3 o 4 persones, és a dir, si heu anat fent les pràctiques per parelles podeu fer grup amb una altra parella.
- **Avaluació:** 50 % Informe, 50 % Presentació en vídeo. Els detalls de cadascun d'aquests entregables els podeu trobar a la **Secció 3** (concretament a les seccions **3.2** i **3.3**). L'avaluació de cadascun d'aquests entregables es basarà en les rúbriques que podeu trobar als annexos **B** i **C**.

## 2 Planificació de Tasques

### 2.1 Proposta de planificació

El diagrama següent us pot ajudar a planificar les tasques que s'han de realitzar per completar el repte, considerant una duració lleugerament superior a 5 setmanes des del dia 5 de maig fins a la data de l'examen final.



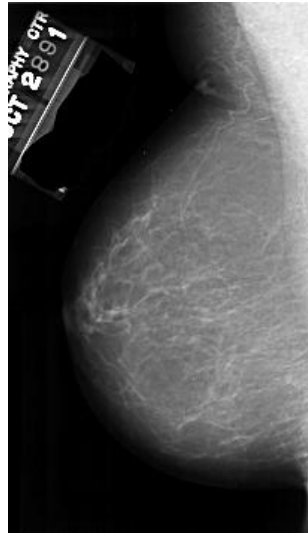
### 2.2 Fase 1: Recerca sobre Mètodes de Segmentació

- **Objectiu:** Conèixer i aplicar diferents mètodes de segmentació que puguin ésser útils per resoldre el repte.
- **Tasques:**
  - **Cerca de mètodes de segmentació:** Feu una revisió literària dels diferents mètodes de segmentació existents. Podeu considerar des dels mètodes més senzill basats en binarització (Otsu) i contorns (Prewitt, Canny, *active contours*, *snake*) fins a tècniques algorísmiques més complexes com ara *watershed*, *region growing* i *K-means*. Disposeu de [dos exemples de segmentació a ATENEA](#), una basada en binarització i l'altra en watershed. També teniu disponible [la documentació de MATLAB](#) i per descomptat qualsevol altra eina de cerca d'informació (ja siguin les bases de dades d'articles científics de les Biblioteques de la UPC, els cercadors clàssics d'internet, o els assistents d'intel·ligència artificial). **Recordeu-vos de referenciar sempre la font de la informació que feu servir.** Citeu correctament les fonts del codi, ja sigui THE MATHWORKS, GITHUB, un article científic o els exemples proporcionats.
  - **Aplicació dels algorismes de segmentació:** Escolliu tres algorismes dels que hagueu trobat en la tasca de cerca i apliqueu-los a imatges mèdiques (podeu fer servir altres imatges d'exemple, però l'aplicació s'ha de veure obligatòriament sobre una imatge mèdica).
- **Comentaris:** El treball d'aquesta fase s'inclourà a la metodologia de l'informe que s'ha d'entregar.

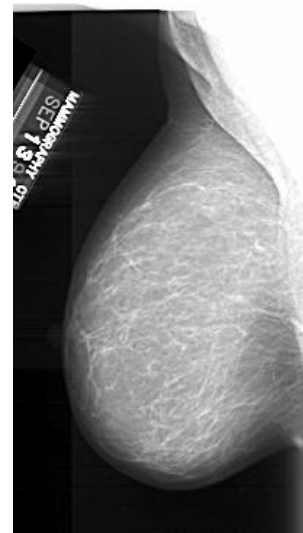
### 2.3 Fase 2: Resolució del Repte

- **Objectiu:** Segmentar 4 mamografies amb diferents nivells de densitat. Hi ha 8 conjunts d'imatges, el vostre professor us indicarà quin és el que us correspon.
- **Tasques:**
  - **Inspecció de les imatges:** La pràctica clínica utilitza un sistema estàndard per descriure les troballes i els resultats de les mamografies. Aquest sistema, anomenat *Breast Imaging Reporting and Data*

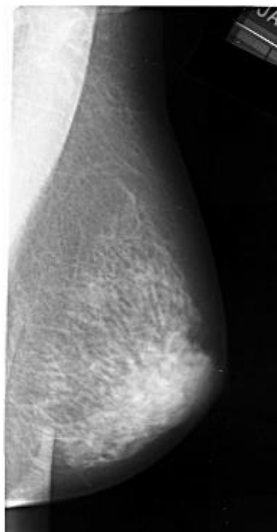
System o *BIRADS*, permet utilitzar un llenguatge comú per descriure les mamografies, facilitant la comunicació sobre els resultats i el seguiment de les proves. La densitat mamària avalua la quantitat de teixit fibrós i glandular del pit, en comparació amb el teixit adipós. Una major densitat dificulta observar possibles anomalies a la mamografia, a més d'augmentar el risc de patir un càncer de mama. Existeixen quatre categories de densitat, que van des de mames principalment adiposes fins a teixit extremadament dens amb poc greix. El radiòleg és qui decideix quina de les quatre categories descriu millor aquesta densitat:



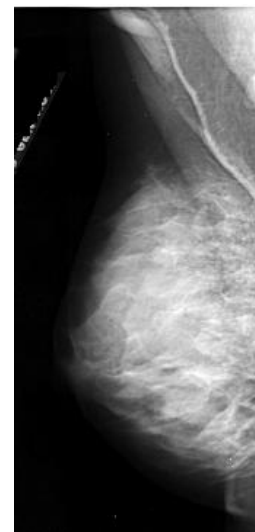
**(a) BIRADS 1.** Pit format majoritàriament per teixit adipós.



**(b) BIRADS 2.** Pit amb algunes àrees de teixit glandular i fibrós.

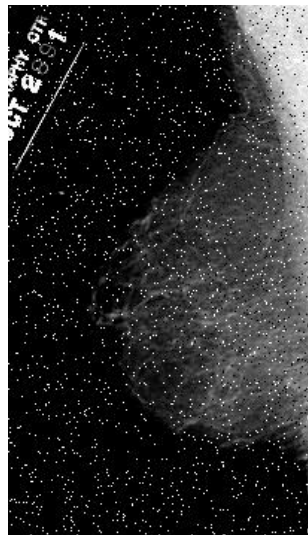


**(c) BIRADS 3.** La major part de la mama està formada per teixit glandular dens i teixit fibrós (descriu com a heterogèniament dens). Això pot dificultar la detecció de petits tumors en el teixit dens o al seu voltant.

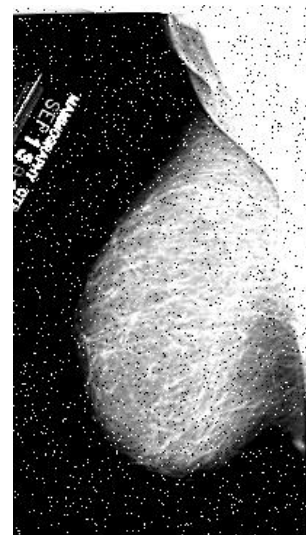


**(d) BIRADS 4.** Mama extremadament densa, fet que dificulta detectar tumors als teixits i, per consegüent, detectar càncer en aquest tipus de pacients. Normalment són casos irreversibles i sense solució mèdica.

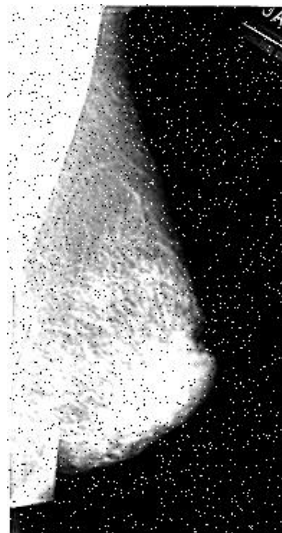
**Figura 1:** Mamografies d'exemple dels quatre nivells definits per BIRADS.



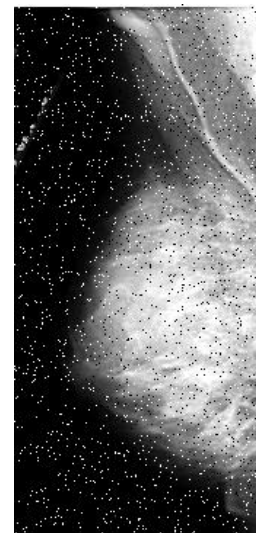
(a) BIRADS 1.



(b) BIRADS 2.



(c) BIRADS 3.



(d) BIRADS 4.

**Figura 2:** Mamografies afectades per soroll de sal i pebre.

- **Preprocessament i Estandardització:** Ja hem comentat a l'inici d'aquest document que l'objectiu principal d'aquest repte se centra a analitzar imatges mamogràfiques. Quan obtenim aquest tipus de modalitat d'imatge, depenent de la màquina i el procés d'adquisició, ens trobem amb imperfeccions, imatges de mala qualitat, amb soroll, borroses i que requereixen un primer preprocessament. Recordeu que tot allò après en aquesta assignatura (filtres espacials, filtres estadístics, filtres morfològics, etc.) són importants per millorar la qualitat de la imatge. És un pas fonamental per buscar regions d'interès i després el procés de segmentació.

Com es pot observar als quatre exemples de la **Figura 1**, les mamografies contenen etiquetes superposades al fons, així com altres teixits que no són d'interès (principalment el pectoral). A més, podem veure que no totes les imatges estan orientades de la mateixa manera, i a més les dimensions poden variar. Per tant, cal tenir en compte tots aquests detalls a l'hora de dissenyar un mètode automàtic per segmentar les mames. És a dir, podem detectar la orientació del pit (dreta o esquerra) i girar les imatges que corresponguin perquè el nostre algorisme pugui treballar sempre en les mateixes condicions. També cal tenir en compte que si definim àrees o zones d'interès, cal que siguin relatives a les dimensions de la imatge.

Adicionalment, les imatges que us proporcionarem estan contaminades per soroll de sal i pebre

(veure [Figura 2](#)) que caldrà filtrar abans de començar amb tot el procés de segmentació.

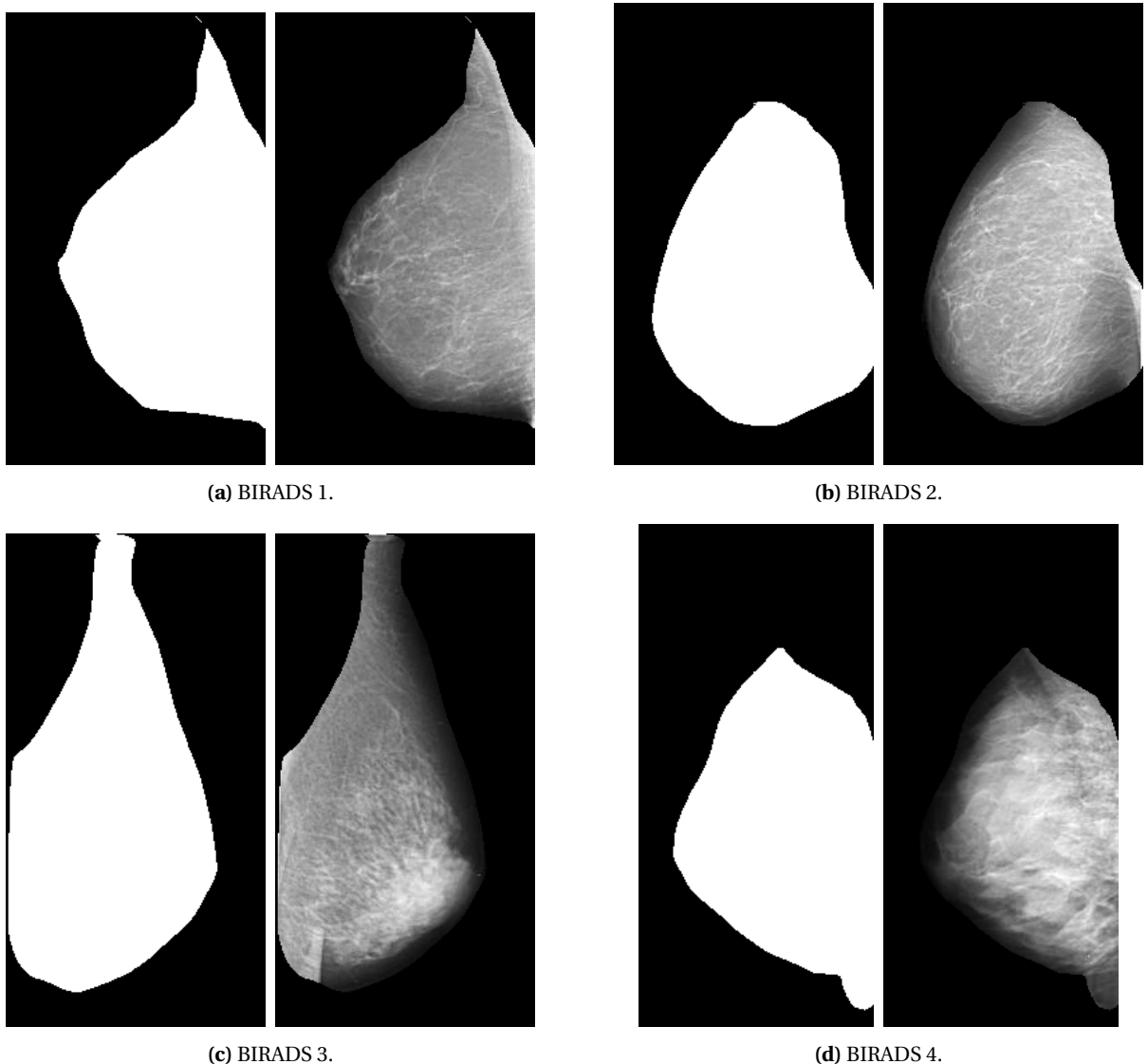
- **Aplicació de Mètodes de Segmentació:** Un cop les imatges estan preprocessades (filtratge de soroll, possible estandardització d'orientació/mida), heu d'aplicar els mètodes de segmentació investigats a la Fase 1, i possiblement altres que considereu adients, per tal d'aïllar la regió del pit eliminant el fons, les etiquetes i el múscul pectoral.

Justifiqueu l'elecció del mètode (o combinació de mètodes) que finalment utilitzeu per obtenir els resultats finals, comparant-ne possiblement el rendiment entre diferents enfocaments o per a diferents tipus d'imatges BIRADS. Recordeu que podeu aplicar tot allò après en aquesta assignatura (filtres espacials, estadístics, morfològics, tècniques de binarització, etc.) com a part del procés de segmentació o per refinar-ne els resultats.

- **Extracció i Discussió de Resultats:** Un cop aplicat el vostre mètode de segmentació final, heu de generar i presentar els resultats clau per a cada una de les 4 imatges assignades. Com a mínim, heu de mostrar:

- \* La màscara binària resultant que representa la regió del pit segmentada.
  - \* La imatge mamogràfica original amb només la regió segmentada visible (aplicant la màscara).
- Vegeu la [Figura 3](#) com a exemple del format esperat.

A l'informe, discutiu la qualitat de les segmentacions obtingudes, assenyalant possibles errors o àrees de millora, i com varia el rendiment del vostre mètode segons la categoria BIRADS de la imatge.



**Figura 3:** Màscares i mamografies segmentades.

## 2.4 Fase 3: Informe i Presentació

- **Objectiu:** Documentar de manera clara i estructurada la recerca realitzada (Fase 1) i el procés de resolució del repte (Fase 2), i comunicar els resultats i conclusions a través d'un informe escrit i una presentació en format vídeo.
- **Tasques:**
  - **Redacció de l'informe:** Elaborar l'informe final seguint les directrius detallades a la [Secció 3.2](#). Aquest document ha d'incloure una introducció al problema, la descripció de les dades (imatges mamogràfiques), la metodologia emprada (explicant la recerca sobre mètodes de segmentació de la Fase 1 i justificant els mètodes aplicats al repte), la presentació dels resultats obtinguts a la Fase 2 (preprocesament, segmentacions, màscares), una discussió crítica d'aquests resultats i les conclusions finals. Cal incloure també les referències utilitzades i els annexos necessaris (com l'enllaç al vídeo).
  - **Preparació de la presentació (vídeo):** Dissenyar i crear el material visual (diapositives, figures clau, etc.) que servirà de suport per a la presentació en vídeo. Aquest material ha de resumir de manera efectiva el treball realitzat: el context, els objectius, els mètodes clau (tant investigats com aplicats), els resultats més rellevants de la segmentació i les conclusions principals. Vegeu la [Secció 3.3](#) per a més detalls sobre el contingut esperat del vídeo.
  - **Enregistrament del vídeo:** Gravar la presentació en format vídeo, utilitzant el material preparat. La narració ha de ser clara i concisa, explicant el projecte dins del temps estipulat (5-10 minuts). Es valorarà la participació de tots els membres del grup en la presentació (visualment o en la narració).
- **Comentaris:** Aquesta fase culmina amb la generació dels dos entregables principals: l'informe final (que inclou el codi i l'enllaç al vídeo) i el vídeo de presentació en si mateix. Tots dos són fonamentals per a l'avaluació del repte.



## 3 Entregables

### 3.1 Descripció

Aquest repte s'espera que produeixi tres resultats principals, agrupats en dos lliuraments:

- **Informe Final (PDF + ZIP):** Inclou el document PDF de l'informe (que ha d'incloure el codi, bé inserit a cada secció per explicar que s'ha fet, o bé com a annex) i un fitxer ZIP amb:
  - Les imatges resultants generades pel codi (filtrades, segmentades, màscares) per a cada imatge original.
  - Qualsevol altre fitxer necessari per executar el codi o entendre l'informe (p. ex., fitxers `.mlx`, `.ipynb` que no s'han pogut inserir al PDF).
- **Presentació en Vídeo:** Un vídeo (durada 5-10 minuts) que resumeixi els procediments i resultats de segmentació obtinguts. L'enllaç per visualitzar o descarregar aquest vídeo s'ha d'incloure dins de l'informe final (PDF).

Els detalls sobre el contingut i format de l'informe i del vídeo es descriuen a les seccions 3.2 i 3.3, respectivament.

### 3.2 Informe Final

#### 3.2.1 Contingut

El vostre informe final ha de ser un document clar, concís i ben estructurat que detalli el vostre projecte de segmentació d'imatges mamogràfiques. Si us plau, assegureu-vos que inclou les seccions següents:

- **Introducció:**
  - Indiqueu clarament el problema que s'aborda, explicant la motivació i la importància de l'anàlisi (context clínic, dificultats).
  - Definiu els objectius específics del vostre repte.
  - Esbosseu breument l'estructura de l'informe.
- **Descripció de les dades:**
  - Descriviu breument les imatges mamogràfiques proporcionades (format, característiques generals, categories BIRADS).
  - Detalleu tots els passos de preprocessament aplicats (neteja de soroll, eliminació d'etiquetes/pectoral, estandardització d'orientació/mida si s'escau) i justifiqueu per què van ser necessaris.
- **Metodologia:**
  - Descriviu les tècniques de segmentació investigades a la Fase 1.
  - Detalleu i justifiqueu l'elecció del mètode (o combinació de mètodes) de segmentació finalment aplicat al repte, basant-vos en els objectius i les característiques de les imatges.
  - Mencioneu el programari (MATLAB/Python), llibreries o funcions clau utilitzades.
- **Resultats:**
  - Presenteu els vostres principals resultats de manera objectiva per a cada imatge assignada.
  - **Important:** Incloeu **figures significatives** (com a mínim, les màscares binàries i les imatges segmentades, similar a **Figura 3**) que estiguin clarament etiquetades (títols/peus de foto, eixos si escau) i tinguin peus de foto descriptius que expliquin què mostren.



- Feu referència a totes les figures i taules (si n'hi ha) dins del text.
- Proporcioneu **comentaris** que expliquin les idees clau derivades de cada figura/resultat. No us limiteu a presentar elements visuals sense explicació.
- **Discussió i conclusions:**
  - **Interpreteu** els resultats de la segmentació: analitzeu-ne la qualitat, comenteu l'efectivitat del mètode per a diferents categories BIRADS, identifiqueu possibles errors o limitacions.
  - Relacioneu els vostres resultats amb els objectius inicials (s'ha aconseguit segmentar correctament?).
  - Discutiu qualsevol limitació de les vostres dades o metodologia (p. ex., dificultats amb certes imatges, paràmetres sensibles).
  - Considereu possibles millores futures o aplicacions potencials.
  - Finalitzeu amb unes conclusions clares que resumeixin els assoliments principals del treball.
- **Referències:**
  - Enumereu totes les fonts citades (articles, llocs web, documentació de programari, codi reutilitzat) utilitzant un estil de citació coherent.
- **Annexos:**
  - **El primer annex ha de contenir les instruccions i l'enllaç** per poder veure el vídeo de presentació del repte.
  - Incloeu material suplementari (p. ex., fragments de codi particularment rellevants, gràfics addicionals de proves intermèdies) si dóna suport a l'informe principal però és massa detallat per al cos del document. Altres fitxers de codi i les imatges resultants aniran al fitxer ZIP.

**Expectativa general:** L'informe ha de demostrar una comprensió clara del problema de segmentació, una aplicació reflexiva de les tècniques de processament d'imatges, i la capacitat de derivar i comunicar conclusions significatives recolzades per proves ben presentades (figures clares, codi funcional i comentaris pertinents).

### 3.2.2 Lliurament

- L'informe (PDF) i el fitxer ZIP associat (imatges resultants, i codi, si cal) s'han de lliurar **via ATENEA** **abans de les 23:55 del 9 de juny de 2025**.
- El document de l'informe ha de ser **un únic document PDF. No s'avaluaran entregues en un altre format**.
- Els fitxers addicionals (codi, imatges resultants, fitxers .mlx o .ipynb) s'han d'agrupar en un **únic fitxer .zip**.
- La **mida màxima permesa** per a cada fitxer (PDF i ZIP) és de **200 MB**.
- Sigueu curosos amb la qualitat de les imatges inserides al document. S'han de poder veure amb una mida adequada, sense artefactes ni pixelacions.
- **No inclogueu codi com a captures de pantalla o imatges dins l'informe PDF, el codi ha de ser text.**
- L'ús de  $\text{\LaTeX}$  és molt recomanable per a l'informe. Teniu exemples de com incloure codi amb ressaltat de sintaxi automàtic a l'**Annex A**. Podeu utilitzar aquest mateix document com a model per a l'informe; el codi font de  $\text{\LaTeX}$  està disponible [aquí](#).



**Figura 4:** “Al costat fosc, un Jedi es passa, hmmm, cada vegada que una captura de pantalla de codi a un document enganxes, sí.” — Mestre Yoda

### 3.3 Presentació en Vídeo

#### 3.3.1 Contingut

La vostra presentació en vídeo ha de ser una narració clara, concisa i ben estructurada que resumeixi el vostre projecte de segmentació. Ha de servir per comunicar eficaçment el treball realitzat i els resultats obtinguts a una audiència tècnica (els professors).

- **Estructura suggerida (flexible):** Introducció (context, objectius), Metodologia (mètodes clau investigats i aplicats), Resultats (visualització dels resultats de segmentació més importants), Discussió/Conclusions (interpretació, limitacions, conclusions principals).
- **Format:** Vídeo amb una duració **entre 5 i 10 minuts**.
- **Eines:** Podeu utilitzar eines com [Microsoft Powerpoint](#) (funció d'enregistrar presentació), OBS Studio, o altres eines d'edició de vídeo que domineu.
- **Contingut Visual:** Les diapositives i els elements visuals han de ser clars, llegibles i complementar la narració. Mostreu els resultats clau de la segmentació (imatges originals, preprocessades, màscares, segmentades).
- **Narració:** L'explicació ha de ser clara, ben organitzada i fàcil de seguir. Ajusteu el ritme per adaptar-vos al temps límit.
- **Participació del Grup:** Es valorarà que **tots els membres del grup participin** en la presentació, ja sigui apareixent en càmera (p. ex., finestra del presentador) o participant en la narració/veu en off. L'objectiu és mostrar l'esforç col·lectiu. No es requereixen efectes especials complexos.

L'objectiu és similar al d'un *videoabstract* científic: sintetitzar el treball i comunicar els aspectes més rellevants de forma atractiva i entenedora.

#### 3.3.2 Lliurament

- El vídeo **no** s'ha de pujar directament a ATENEA (probablement excedirà la mida límit).

- Heu d'incloure **l'enllaç** per visualitzar o descarregar el vídeo **dins del document PDF de l'informe final**, preferiblement a l'Annex A.
- Assegureu-vos que l'enllaç sigui funcional i no requereixi permisos especials per accedir-hi (p. ex., vídeo no llistat a YouTube, enllaç de WeTransfer/Drive amb accés públic).
- L'informe final (amb l'enllaç) s'ha de lliurar abans de la data límit del **9 de juny de 2025**. No hi ha un lliurament separat per al vídeo ni una presentació en directe programada.

### 3.4 Avaluació

La puntuació final del repte (que contribueix a la nota de pràctiques) es calcularà com una mitjana ponderada dels dos components principals:

- **Informe Final (50 %):** Inclou l'avaluació del document PDF (estructura, claredat, contingut tècnic, resultats, discussió) i del codi annexat al document o inclòs en un ZIP) (claredat, funcionalitat, documentació). Vegeu la rúbrica detallada a l'**Annex B**.
- **Presentació en Vídeo (50 %):** Avalua la qualitat del vídeo com a eina de comunicació (estructura, claredat del contingut i la narració, qualitat visual, gestió del temps, participació de l'equip). Vegeu la rúbrica detallada a l'**Annex C**.

Consulteu els criteris detallats utilitzats per avaluar cada part als annexos corresponents.

## 4 Col·laboració i Expectatives

Aquest projecte depèn en gran mesura del treball en equip efectiu i l'esforç col·laboratiu de tots els implicats. Per fomentar un entorn de treball positiu i productiu, si us plau, assegureu-vos que prioritzeu:

- **Comunicació clara i oberta:** Escolteu activament i expresseu les idees amb respecte, assegurant que la veu de tothom pugui ser escoltada.
- **Distribució equitativa de tasques:** Compartiu les responsabilitats de manera justa entre tots els membres de l'equip, considerant les fortaleeses individuals i els objectius de desenvolupament quan s'escaigui. Acordeu els rols i les tasques col·lectivament.
- **Reunions d'equip regulars:** Planifiqueu i assistiu a reunions periòdiques per discutir el progrés, abordar qualsevol desafiament i avançar per resoldre el repte com a grup.

### Tingueu en compte que:

- S'espera que tots els individus del grup facin contribucions significatives durant totes les fases del projecte. La participació activa de tots és essencial per a l'èxit.
- Us animem fermament a explorar diferents vies, experimentar amb tècniques i aplicar el pensament creatiu al vostre enfocament, basant sempre les vostres decisions tècniques en principis sòlids d'anàlisi d'imatges i processament de senyals.
- L'ús d'eines d'IA està permès com a ajuda; no obstant això, es requereix **transparència**. Si feu servir aquestes eines (alguns grups ja ho van fer durant les sessions de laboratori), si us plau, incloeu detalls exhaustius sobre on, quan i com van ajudar en el desenvolupament del projecte (similar a l'exemple proporcionat a [Figura 5](#)).

Que la força us acompanyi!



**Figura 5:** Generada utilitzant [Gemini 2.0 Pro](#) i la petició:

*A group of four cartoon students, in the style of Futurama, are sitting around a table with laptops, actively brainstorming and collaborating on a project.*

*They are smiling and engaged. One of the laptops displays the text 'PIB'.*

L'equip docent de PIB  
Barcelona, 4 de maig de 2025

## Annex A Exemples d'Inclusió de Codi amb L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X i Minted

Aquest annex mostra com incloure blocs de codi font directament des de fitxers externs utilitzant el paquet minted. Aquest paquet proporciona ressaltat de sintaxi automàtic per a molts llenguatges.

**Nota important:** Perquè el paquet minted funcioni correctament, has de compilar el teu document LaTeX amb l'opció -shell-escape activada. Per exemple, des de la línia de comandes:

```
pdflatex -shell-escape Project.tex
```

També necessites tenir instal·lada la llibreria de Python Pygments.

### A.1 Exemple de Codi MATLAB

A continuació es mostra un exemple senzill de codi MATLAB carregat des d'un fitxer extern. El codi carrega una imatge, aplica un filtre Gauss i mostra els resultats.

```
————— Exemple de codi MATLAB per carregar, filtrar i mostrar una imatge —————
1 %% Exemple MATLAB: Carregar, Filtrar i Mostrar Imatge
2 % Aquest script carrega una imatge d'exemple, aplica un filtre
3 % de suavitzat Gauss i mostra l'original i la filtrada.
4
5 % Neteja de l'entorn (bona pràctica)
6 clearvars; close all; clc;
7
8 % Carregar una imatge d'exemple estàndard de MATLAB
9 try
10     originalImage = imread('cameraman.tif');
11     disp('Imatge "cameraman.tif" carregada correctament.');
```

```

41 axis off; % Amaga els eixos
42
43 % --- Consideracions per a l'informe ---
44 % Per a un informe LaTeX, normalment no mostrem figures directament des
45 % del codi MATLAB amb 'figure' o 'imshow' durant la compilació.
46 % És millor desar les imatges resultants com a fitxers (p.ex., PNG)
47 % i després incloure-les a LaTeX amb \includegraphics.
48 % Exemple de com desar:
49 % imwrite(originalImageGray, 'original_gray.png');
50 % imwrite(filteredImage, 'filtered_gaussian.png');
51 % Després, a LaTeX: \includegraphics{figures/filtered_gaussian.png}

```

---

## A.2 Exemple de Codi Python

De manera similar, aquí teniu un exemple de codi Python que realitza una tasca equivalent utilitzant les llibreries `scikit-image` i `matplotlib`.

```

_____ Exemple de codi Python per carregar, filtrar i mostrar una imatge style _____
1  """
2  Exemple Python: Carregar, Filtrar i Mostrar Imatge
3  Aquest script utilitza scikit-image i matplotlib per carregar
4  una imatge d'exemple, aplicar un filtre de suavitzat Gauss
5  i mostrar l'original i la filtrada.
6
7  Necessita tenir instal·lat: matplotlib, scikit-image, numpy
8  Pots instal·lar-los amb pip:
9  pip install matplotlib scikit-image numpy
10 """
11
12 import matplotlib.pyplot as plt
13 from skimage import data, filters
14 import numpy as np
15 # Importem io per si fos necessari carregar des de fitxer:
16 # from skimage import io
17
18 # Carregar una imatge d'exemple de skimage
19 try:
20     original_image = data.camera()
21     print("Imatge 'camera()' de skimage carregada correctament.")
22 except Exception as e:
23     print(f"No s'ha pogut carregar 'camera()' de skimage ({e}). Utilitzant imatge generada aleatòriament.")
24     original_image = (np.random.rand(200, 200) * 255).astype(np.uint8)
25
26 # Assegurar que la imatge sigui en escala de grisos (camera() ja ho és)
27 # Si carreguéssim una imatge en color des d'un fitxer:
28 # from skimage import color
29 # img_color = io.imread('la_meva_imatge.jpg')
30 # if img_color.ndim == 3:
31 #     original_image_gray = color.rgb2gray(img_color)
32 #     # Convertir a uint8 si cal
33 #     original_image_gray = (original_image_gray * 255).astype(np.uint8)
34 # else:
35 #     original_image_gray = img_color
36 original_image_gray = original_image # camera() ja és uint8 gris
37
38 # Aplicar un filtre Gauss (suavitzat)
39 # El segon argument és la desviació estàndard (sigma)
40 sigma = 2.0

```

```

41 # preserve_range=True manté el rang original (uint8 -> uint8)
42 filtered_image = filters.gaussian(original_image_gray, sigma=sigma, preserve_range=True)
43 # Si preserve_range fos False (per defecte per a imatges uint), la sortida seria float [0,1]
44
45 # Mostrar les imatges
46 fig, axes = plt.subplots(nrows=1, ncols=2, figsize=(10, 5)) # Figura amb 1 fila, 2 columnes
47
48 ax = axes.ravel() # Converteix la matriu d'eixos (1x2) en un array pla [ax0, ax1]
49
50 ax[0].imshow(original_image_gray, cmap='gray')
51 ax[0].set_title('Imatge Original')
52 ax[0].axis('off') # Amaga els eixos
53
54 ax[1].imshow(filtered_image, cmap='gray')
55 ax[1].set_title(f'Imatge Filtrada (Gauss,  $\sigma={sigma}$ )') # Podem usar LaTeX a matplotlib
56 ax[1].axis('off')
57
58 plt.tight_layout() # Ajusta l'espaiat per evitar solapaments
59
60 # --- Consideracions per a l'informe ---
61 # Igual que amb MATLAB, per a informes LaTeX és preferible desar la figura:
62 # fig.savefig('python_filtered_comparison.png', dpi=300)
63 # I després incloure-la amb \includegraphics{figures/python_filtered_comparison.png}
64 # plt.show() només serveix per a execució interactiva, no per a la generació de l'informe.
65 plt.show() # Mostra la finestra (comentari: treure per a ús no interactiu)
66
67 print("Figura mostrada amb plt.show(). Tanca la finestra per finalitzar l'script.")

```

---



## Annex B Rúbrica d'Avaluació de l'Informe

**Taula 1:** Rúbrica d'Avaluació de l'Informe

Aspecte a Avaluar	Nivell 4 Excel·lent	Nivell 3 Notable	Nivell 2 Suficient	Nivell 1 Insuficient	Nivell 0 Sense Evidència	Pes
<b>1</b> <b>Introducció i Descripció del Problema</b>	Presenta una introducció completa i perspicaç, definint clarament el problema de segmentació, una forta motivació, objectius precisos i un esquema clar de l'informe. El context està excepcionalment ben establert.	Presenta una introducció clara, definint el problema, la motivació, els objectius i l'esquema de l'informe. El context està ben establert.	Presenta una introducció bàsica, esbossant el problema, la motivació, els objectius i l'estructura de l'informe. Alguns elements poden manca de detall o claredat. El context pot faltar parcialment.	La introducció és poc clara, incompleta o significativament errònia. El problema, la motivació, els objectius o l'estructura estan mal definits o falten.	No es proporciona introducció ni descripció del problema.	10%
<b>2</b> <b>Estructura, Format i Llenguatge</b>	Informe excepcionalment ben organitzat seguint totes les seccions requerides. Format professional, excel·lent integració de figures/taules. El llenguatge és precís, clar, concís i sense errors (català acadèmic).	Informe ben organitzat seguint l'estructura. Bon format i integració dels elements visuals. El llenguatge és clar, majoritàriament concís i utilitza un català acadèmic apropiat amb errors mínims.	Informe generalment organitzat, la majoria de seccions presents. El format és adequat però pot tenir inconsistències. El llenguatge és comprensible però pot manca de concisió o contenir diversos errors.	Mal organitzat, falten seccions o són il·lògiques. El format és inconsistent o poc professional. El llenguatge és poc clar, verbós o conté errors significatius.	L'estructura/format de l'informe el fa il·legible o inavaluable.	15%
<b>3</b> <b>Metodologia i Ús d'Eines (MATLAB/Python)</b>	Descripció detallada, clara i ben justificada de tots els passos (descripció dades, preprocessament, recerca/elecció mètodes segmentació). Ús excel·lent i apropiat de MATLAB/Python demostrat per a les tasques de processament d'imatge.	Descripció clara i justificació de la majoria dels passos metodològics (preprocessament, elecció mètodes). Ús apropiat de MATLAB/Python per a les tasques requerides demostrat.	Descripció bàsica de la metodologia, algunes justificacions poden ser febles o faltar. Ús adequat de MATLAB/Python, però potser no totalment aprofitat o amb problemes menors.	La metodologia està mal descrita, és il·lògica o inadequada per al problema. Les eines (MATLAB/Python) s'utilitzen incorrectament o insuficientment per a la segmentació.	No es descriu cap metodologia ni es mostra l'ús d'eines.	15%
<b>4</b> <b>Resultats: Qualitat Visual i Avaluació</b>	Presenta resultats visuals (imatges filtrades, màscares, segmentades) complets i perspicaçes. Les figures/taules són excepcionalment clares, ben etiquetades, informatives, perfectament integrades i explicades expertament al text. Avaluació (qualitativa/quantitativa) de la segmentació molt rellevant.	Presenta resultats visuals clars. Les figures/taules són clares, ben etiquetades, adequadament integrades i ben explicades al text. Avaluació de la segmentació apropiada.	Presenta resultats visuals bàsics. Les figures/taules estan presents però poden manca de claredat, etiquetes o explicació/integració suficient al text. Avaluació bàsica o absent.	Els resultats visuals són poc clars, irrelevants o mal presentats. Les figures/taules són confuses, mal etiquetades o absents. Avaluació inadequada o absent.	No es presenten resultats.	15%
<b>5</b> <b>Discussió i Interpretació Crítica</b>	Proporciona una interpretació profunda i perspicaç dels resultats de segmentació, analitzant críticament punts forts/febles del mètode. Relaciona eficaçment les troballes amb els objectius i el context mamogràfic. Discuteix implicacions i limitacions a fons.	Proporciona una interpretació clara dels resultats, analitzant punts forts/febles. Relaciona bé les troballes amb els objectius i el context. Discuteix adequadament implicacions i limitacions.	Proporciona una interpretació bàsica dels resultats. Alguna anàlisi de punts forts/febles present. La connexió amb objectius/context es fa però pot ser superficial. Discussió bàsica de limitacions.	La interpretació és mínima, incorrecta o superficial. Poca o cap anàlisi de punts forts/febles o connexió amb objectius/context.	No es proporciona discussió ni interpretació.	15%

Continuació a la pàgina següent

**Taula 1:** Rúbrica d'Avaluació de l'Informe (Continuació)

Aspecte a Avaluar	Nivell 4 Excel·lent	Nivell 3 Notable	Nivell 2 Suficient	Nivell 1 Insuficient	Nivell 0 Sense Evidència	Pes
<b>6</b>  <b>Conclusions i Originalitat</b>	Extreu conclusions fortes i ben recolzades que aborden directament tots els objectius. Ofereix aportacions originals significatives, enfocaments nous o reflexions crítiques més enllà dels requisits bàsics.	Extreu conclusions clares que aborden els objectius principals. Pot oferir algunes aportacions originals o reflexions meditates sobre el procés o els resultats.	Extreu conclusions bàsiques relacionades amb els objectius, però poden manca de profunditat o suport complet dels resultats. Evidència limitada de pensament original o reflexió.	Les conclusions són febles, no recolzades, irrelevantes o falten. Cap evidència d'originalitat o reflexió crítica.	No es proporcionen conclusions.	15%
<b>7</b>  <b>Codi: Claredat, Comentaris i Funcionalitat</b>	El codi és excepcionalment clar, ben estructurat, escrit eficientment i documentat a fons (comentaris, README si escau). S'executa sense errors i reproduïx els resultats descrits. Se segueixen les millors pràctiques.	El codi és clar, raonablement estructurat i documentat adequadament. S'executa correctament i reproduïx els resultats principals. Se segueixen generalment bones pràctiques.	El codi és generalment comprensible però pot manca d'estructura o documentació suficient. S'executa però pot requerir correccions menors o aclariments per reproduir resultats. Se segueixen pràctiques bàsiques de codificació.	El codi és difícil d'entendre, mal estructurat o manca de documentació. Falla en executar-se correctament o reproduir resultats sense esforç significatiu.	No s'ha lliurat codi, o el codi és completament no funcional.	15%

## Annex C Rúbrica d'Avaluació de la Presentació en Vídeo

**Taula 2:** Rúbrica d'Avaluació de la Presentació en Vídeo

Aspecte a Avaluar	Nivell 4 Excel·lent	Nivell 3 Notable	Nivell 2 Suficient	Nivell 1 Insuficient	Nivell 0 Sense Evidència	Pes
<b>1</b> <b>Organització i Estructura</b>	Flux excepcionalment clar i lògic dins del vídeo. La introducció estableix perfectament l'escenari (context, objectius), i la conclusió proporciona un resum fort i perspicaç. Les transicions són impecables.	Flux clar i lògic. La introducció presenta eficaçment context i objectius. La conclusió resumeix bé els punts clau. Les transicions són suaus.	Flux generalment lògic, però algunes parts poden estar lleugerament desorganitzades. Introducció i conclusió cobreixen punts bàsics però podrien ser més clares o impactants. Transicions adequades.	Flux desorganitzat, difícil de seguir. Introducció o conclusió són febles, falten elements clau o són poc clares. Transicions abruptes o confuses.	Cap organització o estructura discernible.	15%
<b>2</b> <b>Claredat i Profunditat del Contingut</b>	Les explicacions del problema, mètodes, resultats i significat són excepcionalment clares, precises i demostren una comprensió profunda. Es fan connexions perspicaces.	Les explicacions són clares, precises i demostren una bona comprensió dels conceptes i detalls del projecte.	Les explicacions són generalment comprensibles però poden manca de certa claredat o profunditat. Es demostra una comprensió bàsica.	Les explicacions són poc clares, imprecises o superficials. Demostra una comprensió deficient del contingut del projecte.	El contingut és irrellevant o incomprendible.	25%
<b>3</b> <b>Ajuts Visuals i Narració</b>	Els ajuts visuals (diapositives, imatges) són altament professionals, informatius i donen suport perfectament a la narració. La narració és atractiva, clara, ben ritmada i demostra confiança. Excel·lent ús del llenguatge.	Els ajuts visuals són clars, rellevants i utilitzats eficaçment. La narració és clara, ben ritmada i confiada. Bon ús del llenguatge.	Els ajuts visuals són adequats però poden tenir problemes menors (p. ex., desordre, rellevància). La narració és generalment clara però pot manca d'atractiu o tenir defectes menors (ritme, claredat).	Els ajuts visuals són de baixa qualitat, confusos o utilitzats ineficaçment. La narració és poc clara, vacil·lant, mal ritmada o manca d'atractiu.	No s'utilitzen ajuts visuals, o la narració impedeix la comprensió.	20%
<b>4</b> <b>Participació Equip i Gestió del Temps</b>	Excel·lent coordinació visible en la presentació (si diversos membres narren/apareixen). Participació clarament equilibrada de tots els membres requerits. El vídeo s'ajusta perfectament al temps assignat (5-10 min).	Bona coordinació i participació equilibrada dels membres. El vídeo s'adhereix bé al límit de temps.	Coordinació i participació adequades, encara que pot existir algun desequilibri. Generalment s'adhereix al límit de temps, pot estar lleugerament per sobre/sota.	Coordinació deficient, participació significativament desequilibrada o incompleta. Mala adherència als límits de temps (significativament per sobre/sota).	Cap evidència de participació de l'equip requerida, o la gestió del temps dificulta greument el vídeo.	10%
<b>5</b> <b>Impacte General i Síntesi</b>	El vídeo sintetitza el projecte de manera excepcionalment eficaç, comunicant els aspectes clau amb gran claredat i impacte. Demostra una excel·lent capacitat de síntesi i comunicació.	El vídeo sintetitza bé el projecte, comunicant els aspectes clau de manera clara i efectiva. Bona capacitat de síntesi.	El vídeo resumeix els aspectes bàsics del projecte, però pot manca d'impacte o claredat en la síntesi. Capacitat de síntesi adequada.	El vídeo falla en sintetitzar el projecte de manera efectiva. La comunicació dels aspectes clau és confusa o incompleta. Síntesi deficient.	El vídeo no comunica el projecte o és impossible d'avaluar.	30%