

GUIA PER A LA REDACCIÓ DE L'ESTUDI DE SOSTENIBILITAT A INCLOURE EN ELS TREBALLS DE FI DE GRAU

Grau de Matemàtiques · UPC

D'acord amb la normativa actual de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), es recomana que tots els Treballs de Fi d'estudis (TFE) incloguin a la seva memòria final una secció amb un estudi i informe de sostenibilitat. Aquest document pretén ser una guia per a la redacció d'aquesta secció en el cas específic dels TFE del grau de Matemàtiques de la UPC i proporciona un conjunt de recomanacions per als estudiants.

1. Introducció

El TFG/TFM és l'acte en què l'estudiantat demostra que ha adquirit les competències necessàries per a l'exercici de l'especialitat que ha cursat. I entre aquestes competències han d'estar les d'avaluar i reflexionar sobre els impactes ambientals, socials i econòmics de la seva especialitat i saber enfrontar-se a les problemàtiques ètiques que se'n deriven. Entre els coneixements, habilitats i competències de cada grau estan les de tenir la capacitat d'analitzar i valorar l'impacte social i ambiental de les solucions tècniques que es proposin i la de comprendre la responsabilitat ètica associada a l'especialitat. L'informe de sostenibilitat és un requisit comú —gairebé una obligació— per a les empreses i els seus projectes avui en dia. Dintre d'aquest context es demana que tots els Treballs Fi de Grau (TFG) del grau en Matemàtiques incloguin en la memòria final un secció que contingui una anàlisi de sostenibilitat i implicacions ètiques. Aquesta anàlisi consisteix en una valoració dels impactes ambientals, socials i econòmics, i les possibles implicacions ètiques que ha comportat la realització del TFG. En el cas que el TFG plantegi un producte, servei, sistema, edifici, etc, que en aquest document anomenem projecte, i que podria arribar a implementar-se, l'anàlisi també ha de realitzar-se sobre els impactes que tindria la proposta en la seva execució durant les diferents etapes del seu cicle de vida. En aquest document es donen algunes pautes per elaborar aquesta anàlisi de sostenibilitat i d'implicacions ètiques i correspondrà a l'autor o autora del treball fer l'anàlisi més específica i adaptada al seu projecte.

Degut a la natura dels estudis en Matemàtiques, és habitual trobar treballs de fi de grau amb poc impacte a nivell ambiental, econòmic o social, o que aquest sigui menyspreable. Tanmateix, cada cop es defensen més treballs de caire transversal, amb possibles aplicacions en ciències experimentals, o amb implicacions econòmiques, socials o tecnològiques. Aquesta document pretén ser una guia per orientar els estudiants en la preparació d'aquesta secció.

2. La matriu de sostenibilitat

L'informe de sostenibilitat que cal incloure en la memòria escrita del TFG pot estar basat en l'aplicació de la **matriu de sostenibilitat** que es descriu a continuació. Aquesta és una matriu aplicable a qualsevol projecte professional i que recull en les seves files les tres dimensions de la sostenibilitat: ambiental, econòmica i social. Dins de cada dimensió, l'anàlisi de la sostenibilitat es divideix en les tres parts descrites en les columnes de la matriu:

1. **Desenvolupament:** inclou la planificació, l'elaboració i la implantació del projecte. Aquesta part sempre haurà d'estar present en la secció de sostenibilitat, sigui del tema que sigui.
2. **Vida útil / execució del projecte:** des que s'implanta fins que acaba amb el seu desmantellament.

3. **Riscos i limitacions** inherents al projecte durant tota la seva execució, vida útil i desmantellament.

Punt de vista	Desenvolupament del TFG	Execució del projecte	Riscos / limitacions
<i>ambiental</i>	Impacte ambiental	Impacte ambiental	Riscos / limitacions ambientals
<i>econòmic</i>	Factura	Pla de viabilitat	Riscos / limitacions econòmics
<i>social</i>	Impacte personal	Impacte social	Riscos/ limitacions socials

Els **riscos** fan referència a factors que es poden identificar i preveure, però no controlar, tot i que podrien influir en l'èxit o el fracàs d'un projecte. Un exemple de risc: es dissenya una aplicació mòbil per a la venda en línia, però un rival decideix copiar la nostra idea amb una iniciativa semblant. Un exemple d'esdeveniment inesperat: sense avís previ, una llei estatal prohibeix les vendes per Internet a partir de la setmana vinent. Els esdeveniments inesperats no es poden preveure i no cal considerar-los en l'informe. Si els mitjans ja han parlat sobre la possible aprovació d'una llei d'aquest tipus, aleshores es tracta d'un risc més que no pas d'un esdeveniment inesperat.

Com a **limitacions** hem de tenir en compte totes aquelles que han fet que tant el treball com el projecte no estiguin més desenvolupats. Les principals limitacions tenen a veure amb el fet que el temps i els recursos dedicats als TFG són, evidentment, limitats.

El significat de cada fila de la matriu és el següent:

Fila Ambiental

- ✓ **Desenvolupament del TFG:** representa l'impacte produït en el medi ambient durant l'elaboració del TFG (consum energètic, ús de material, generació de residus, etc.). En la majoria dels treballs és suficient calcular i comentar breument la petjada de carboni que es pot mesurar en emissions de CO₂e¹.
- ✓ **Execució del projecte:** representa l'impacte ambiental que tindrà (o tindria) el projecte proposat durant tota la seva vida útil. Es poden utilitzar indicadors o paràmetres diversos, com la petjada de carboni o d'altres específics dels vectors ambientals afectats (territori, energia, aigua, residus, etc.).
- ✓ **Riscos i limitacions:** representa totes les eventualitats que poden fer que l'impacte ambiental del projecte sigui més negatiu del que es preveia a la memòria del projecte. Ha d'incloure també les limitacions detectades per fer les estimacions dels càlculs tant del treball com del possible projecte.

Fila Econòmica

- ✓ **Desenvolupament del TFG:** representa el consum de recursos (materials i humans) durant tot el TFG i el cost d'aquests recursos. Seria l'equivalent a la factura que s'enviaria a un client potencial i **requereix una planificació detallada del calendari del TFG**. Penseu si fos un treball professional, quant haurien costat les hores dedicades i els materials utilitzats.

¹ <https://www.electricitymap.org/zone/ES?solar=false&remote=true&wind=false>

- ✓ **Execució del projecte:** representa el pla de viabilitat del projecte. En el cas dels TFGs, aquest pla es pot exposar de manera molt simplificada.
- ✓ **Riscos i limitacions:** representa totes les eventualitats que poden fer que el projecte trigui més del previst a ser viable o potser no arribi mai a ser rendible i les limitacions que es tenen en les previsions i càlculs efectuats.

Fila Social

- ✓ **Desenvolupament del TFG:** representa l'impacte que ha tingut la realització del TFG en les persones que hi han treballat (com a mínim l'estudiant o estudianta i director o directora). Pot incloure, per exemple, la presa de consciència de situacions que abans es desconeixien, i una reflexió sobre qui ha estat involucrat en el desenvolupament del treball i qui considerem que ha faltat.
- ✓ **Execució del projecte:** representa l'impacte que tindria la posada en marxa del projecte en els diferents col·lectius que podrien estar relacionats directament o indirectament. Els col·lectius relacionats amb el projecte poden ser propietaris/gestors, treballadors, proveïdors, consumidors (usuaris directes) o altres (usuaris indirectes o passius). Les repercussions socials poden ser molt diverses, i en general són difícils de preveure i quantificar. Es pot observar l'enorme diversitat dels indicadors reals de sostenibilitat social en els estàndards de la GRI².
- ✓ **Riscos i limitacions:** representa totes les eventualitats que poden fer que el projecte tingui un impacte social més negatiu en algun dels col·lectius relacionats i les limitacions que hi ha en aquestes estimacions.

3. Preguntes guia per elaborar l'informe

Per elaborar l'anàlisi de sostenibilitat, l'estudiant pot fer-se una sèrie de preguntes. Les respostes constituïran l'anàlisi de sostenibilitat en la secció corresponent de la memòria del TFG. La taula següent mostra, a títol orientatiu, algunes preguntes possibles. A banda d'aquestes preguntes, se'n poden buscar d'altres que s'adeqüin al treball.

IMPORTANT

- En general, reflexionar en profunditat sobre la sostenibilitat del vostre TFG pot revelar efectes tant positius com negatius. En aquesta reflexió i en la redacció de la secció és important ser objectius i crítics. **En cap cas** els efectes negatius sobre la sostenibilitat del vostre projecte han de comportar una avaluació negativa de la vostra anàlisi de sostenibilitat o del vostre TFG.
- Encara que el treball consisteixi en l'estudi d'un problema de recerca bàsica i la seva motivació no vingui donada per aplicacions ambientals, econòmiques o socials, plantegeu-vos si pot tenir implicacions en aquests aspectes. El desenvolupament *per se* del treball té segur uns impactes que encara que siguin molt petits és necessari saber identificar. Cal deixar per escrit de manera justificada les reflexions que se'n facin al respecte.
- Dependent de la temàtica del TFG, pot ser que no totes les cel·les de la matriu de sostenibilitat siguin aplicables. Per exemple, si el treball no contempla la realització d'un projecte industrial o empresarial, probablement alguns dels aspectes contemplats en les 2a i 3a columnes de la matriu no siguin aplicables. En aquest cas, és recomanable deixar-ho per escrit.

² <https://www.globalreporting.org/standards/download-the-standards/>

Punt de vista	Desenvolupament del TFG	Execució del projecte	Riscos i limitacions
ambiental	Quantifiquen l'impacte ambiental del treball.	Quins recursos estimeu que es faran servir per posar en marxa el projecte i durant la seva vida útil? Quin serà l'impacte ambiental d'aquests recursos?	Si es preveu una petjada ambiental del projecte, podria presentar-se un escenari que augmentés aquesta petjada?
		El projecte reduirà l'ús d'altres recursos? En general, l'execució del projecte millorarà o empitjorarà la petjada ambiental?	Si tornéssiu a fer el projecte, el podríeu fer amb menys recursos o materials reutilitzats?
econòmic	Quantifiquen el cost, recursos humans i materials utilitzats en la realització del treball.	Quin és el cost estimat del projecte durant el seu cicle de vida? Es podria reduir aquest cost per fer el projecte més factible?	Podria presentar-se un escenari que dificultés la viabilitat del projecte?
		Podria algun altre projecte beneficiar-se dels resultats d'aquest?	
social	El treball inclou reflexions significatives sobre els estàndards personals, professionals o ètics? S'ha fet un ús inclusiu i no sexista del llenguatge?	Qui es beneficia de l'ús del projecte? Hi ha cap col·lectiu que es pugui veure afectat negativament pel projecte? Si és que sí, fins a quin punt?	Quines han estat les principals limitacions de l'anàlisi social de la vostra proposta? Podria presentar-se cap escenari que faci que el projecte resulti perjudicial per a algun segment concret de la població?
		El projecte guarda relació amb alguna problemàtica social?	Quines han estat les limitacions de l'anàlisi social?
		El projecte evita biaixos, estereotips de gènere? Heu tingut en compte la usabilitat del vostre treball per o per a persones amb necessitats diverses (edat, gènere, sexe, diversitat funcional, diversitat cultural, etc.)?	

4. Implicacions de caire ètic

Cal que el treball respecti els principis rectors del [Codi ètic](#) de la UPC, i, en el cas que sigui un treball de recerca, també del [Codi d'integritat de la recerca de la UPC](#).

Tal com s'ha detallat en les taules anteriors, en l'activitat professional hi ha impactes ambientals, socials i econòmics que poden generar problemes ètics que cal identificar, analitzar i respondre.

Si el treball estudia un problema abstracte sense aplicacions o implicacions ètiques serà suficient deixar-ho per escrit de manera justificada. Tanmateix, és recomanable que es plantegin les següents qüestions sobre la dimensió ètica del TFG:

- *El treball respon a alguna necessitat concreta? Qui ha definit aquestes necessitats? (exemples de necessitats poden ser augmentar el coneixement teòric en algun problema de recerca bàsica, respondre a un objectiu de Desenvolupament Sostenible (ODS) concret (vegeu la secció següent), etc.*
- *Es preveu alguna conseqüència del TFG més enllà dels seus objectius directes o la seva motivació?*
- *En cas que existeixi un codi deontològic associat a una professió, el treball té en compte els seus punts?*

5. Relació amb els objectius de desenvolupament sostenible

És recomanable indicar de manera justificada si el TFG contribueix o guarda relació amb algun a de les metes dels *Objectius de Desenvolupament Sostenibles* (ODS) aprovats per Nacions Unides l'any 2015 (també coneguts com a Agenda 2030. Per a més informació aquí: <https://sdgs.un.org/goals>. Els ODS tenen 17 objectius que es poden revisar en la taula que trobareu a l'annex 1. La [llista completa](#) de fites i indicadors dels ODS ofereix una visió completa de tots aquests objectius

Si el treball estudia un problema sense cap relació amb aquests objectius serà suficient dir de manera justificada que el treball no guarda relació amb els objectius de desenvolupament sostenible.

6. Proposta d'estructura de la secció de sostenibilitat del TFG

A títol orientatiu, la secció del TFG amb l'informe de sostenibilitat pot tenir la següent estructura, tot i que es pot variar si es considereu oportú, sempre que contingui tota la informació necessària:

Secció xxx.– Informe de sostenibilitat

xxx.1.- Matriu de sostenibilitat

xxx.1.1.- Impacte ambiental (“desenvolupament”, “execució” i “riscos i limitacions”)

xxx.1.2.- Impacte econòmic (“desenvolupament”, “execució” i “riscos i limitacions”):

Si s'escau, feu aquí un anàlisi complet del pressupost amb les despeses previstes, nombre total d'hores de treball per tasca, calendari de les tasques, cost per hora, despeses de funcionament -electricitat, ...-, despeses de material -ordinadors, ...-, subcontractació, impostos, etc.

xxx.1.3.- *Impacte social (“desenvolupament”, “execució” i “riscos i limitacions”)*
Si s’escau, feu aquí les consideracions oportunes sobre la igualtat de gènere i com el vostre treball ha contribuït.

xxx.2.- *Implicacions de caire ètic*

xxx.3.- *Relació amb els objectius de desenvolupament sostenible*

7. Material addicional de referència

Exemples:

- [Impact of engineering physics](#): Treball d’anàlisi dels estudiants del grau d’Enginyeria Física de la UPC.
- [Exemple de càlcul d'impacte ambiental d'un TFE](#)

Vídeos explicatius:

https://www.youtube.com/playlist?list=PLkgord6_YlwRMC8lt6gNJTO96cknfx1P1

ANNEX 1: OBJECTIUS DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE



1	Fi de la Pobresa	Erradicar la pobresa a tot el món i en totes les seves formes
2	Fam zero	Posar fi a la fam, assolir la seguretat alimentària i la millora de la nutrició, i promoure l'agricultura sostenible
3	Salut i Benestar	Garantir una vida sana i promoure el benestar per a totes les persones a totes les edats
4	Educació de Qualitat	Garantir una educació inclusiva, equitativa i de qualitat i promoure oportunitats d'aprenentatge durant tota la vida per a tothom
5	Igualtat de Gènere	Aconseguir la igualtat de gènere i empoderar totes les dones i nenes
6	Aigua Neta i Sanejament	Garantir la disponibilitat i una gestió sostenible de l'aigua i el sanejament per a totes les persones
7	Energia Assequible i No Contaminant	Garantir l'accés a una energia assequible, segura, sostenible i moderna per a totes les persones
8	Treball Decent i Creixement Econòmic	Promoure el creixement econòmic sostingut, inclusiu i sostenible, l'ocupació plena i productiva i el treball digne per a tothom
9	Indústria, Innovació i Infraestructura	Construir infraestructures resilients, promoure la industrialització inclusiva i sostenible i fomentar la innovació
10	Reducció de les Desigualtats	Reduir la desigualtat en i entre els països
11	Ciutats i Comunitats Sostenibles	Aconseguir que les ciutats i els assentaments humans siguin inclusius, segurs, resilents i sostenibles
12	Producció i Consum Responsables	Garantir modalitats de consum i producció sostenibles
13	Acció pel Clima	Adoptar mesures urgents per a combatre el canvi climàtic i els efectes d'aquest
14	Vida Submarina	Conservar i utilitzar de forma sostenible els oceans, els mars i els recursos marins per al desenvolupament sostenible
15	Vida d'Ecosistemes Terrestres	Protegir, restaurar i promoure l'ús sostenible dels ecosistemes terrestres, gestionar els boscos de manera sostenible, combatre la desertificació, aturar i revertir la degradació del sòl, i aturar la pèrdua de la biodiversitat
16	Pau, Justícia i Institucions Sòlides	Promoure societats pacífiques i inclusives per tal d'aconseguir un desenvolupament sostenible, proporcionar accés a la justícia per a totes les persones i desenvolupar institucions eficaces, responsables i inclusives a tots els nivells
17	Aliança per a Aconseguir els Objectius	Enfortir els mitjans per a implementar i revitalitzar l'Aliança Mundial per al Desenvolupament Sostenible