

# ITINERARI GEOLÒGIC PER ARTÉS

TREBALL DE RECERCA



**Maria Espinalt**  
Curs 2022-2023

## **AGRAÏMENTS**

Vull agrair a totes aquelles persones que han fet possible el desenvolupament d'aquest treball gràcies al seu suport, ànims i ajuda. El resultat d'aquest treball no hauria estat el mateix sense elles.

Primerament, vull donar les gràcies a la meva tutora que m'ha animat a fer aquest treball des del primer moment, m'ha resolt diferents dubtes que m'han sorgit durant el procediment del projecte i m'ha presentat el Doctor en Geologia i professor de la UPC (Universitat Politècnica de Catalunya).

Seguidament, vull agrair a aquest últim pel seu suport i ajut. Ell em va proporcionar llibres de consulta per a identificar algunes roques de l'itinerari geològic, em va ensenyar a utilitzar *Instamaps* i em va resoldre alguns dubtes relacionats amb l'elaboració de la ruta. I vull destacar els seus amplis coneixements de la geologia de la zona, la seva gran capacitat didàctica i predisposició.

Per últim, també vull donar les gràcies a la meva família pel suport i ànims que m'han donat durant tot aquest temps.

## **RESUMEN**

La geología es una ciencia esencial que nos permite conocer mejor la evolución de la Tierra, obtener recursos minerales y materia prima, entender los desastres naturales y, al mismo tiempo, prevenirnos de ellos, entre muchas otras cosas, pero con el tiempo está perdiendo importancia a nivel social. Es por ello que el presente estudio pretende dar a conocer mejor el entorno geológico de Artés con una ruta geológica circular de las rocas ornamentales que forman parte de las casas del pueblo y de algunos puntos de interés geológico de alrededor del pueblo, creada a partir de la aplicación *Instamaps* y, a la vez, hacer un estudio del impacto de carbono que puede generar el transporte de estas rocas utilizadas en la construcción de fachadas de edificios.

El trabajo se divide en dos partes; una primera parte teórica que pretende dar a conocer los distintos tipos de rocas que existen, la situación geológica del pueblo y las diversas funciones que presenta *Instamaps*, y una segunda parte de tipo práctico de creación de la ruta geológica y cálculo de la huella de carbono.

Una vez efectuado este proceso se concluye que, la identificación de rocas y el conocimiento del entorno geológico del pueblo es difícil si no se dispone de conocimientos previos de geología. Por ello, la ruta creada con *Instamaps* puede ser de gran ayuda, que se puede reducir la contaminación atmosférica de dióxido de carbono, ya que disponemos de suficientes recursos geológicos de proximidad, y finalmente, que la utilización de otras aplicaciones y recursos como *izi.Travel* o poner el proyecto en conocimiento del Ayuntamiento del municipio, pueden llegar a ser también buenos instrumentos para acercar el conocimiento de la geología a la población en general.

## **ABSTRACT**

Geology is an essential science that allows us to understand better the evolution of the Earth, obtain mineral resources and raw materials, understand natural disasters and, at the same time, prevent ourselves from them, among many other things. However, over time it is losing importance on a social level. That is why this study aims to understand better the geological environment of Artés with a circular geological route of ornamental rocks that are part of the town houses and some points of geological interest around the town, created from the *Instamaps* application and, at the same time, carry out a study of the carbon impact that the transport of these rocks used in the construction of building facades can generate.

The work is divided in two parts; a first theoretical part that aims to make the different types of rocks that exist be known, the geological situation of the town and the various functions that *Instamaps* presents, and a second practical part where the geological route is created and the carbon footprint is calculated.

Once this process has been completed, it is concluded that the identification of rocks and the knowledge of the geological environment of the town is difficult if there is no prior knowledge of geology. Therefore, the route created with *Instamaps* can be of great help, that carbon dioxide air pollution can be reduced, since we have enough local geological resources, and finally, that the use of other applications and resources such as *izi.Travel* or bringing the project to the attention of the Municipal Council, can become good instruments to bring knowledge of geology closer to the general population.

# **ÍNDEX**

<b>INTRODUCCIÓ</b>	<b>6</b>
<b>1. MARC TEÒRIC</b>	<b>8</b>
1.1. TIPUS DE ROQUES I CICLE DE LES ROQUES	8
1.1.1. Sedimentàries	11
1.1.2. Metamòrfiques	17
1.1.3. Magmàtiques	19
1.2. USOS DE LES ROQUES	22
1.2.1. Usos roques sedimentàries	22
1.2.2. Usos roques metamòrfiques	23
1.2.3. Usos roques magmàtiques	24
1.3. SITUACIÓ GEOLÒGICA D'ARTÉS	26
<b>2. PART PRÀCTICA</b>	<b>28</b>
2.1. RUTA GEOLÒGICA AMB INSTAMAPS	28
2.2. PETJADA DE CARBONI DEL TRANSPORT DE ROQUES ORNAMENTALS	32
<b>CONCLUSIONS</b>	<b>43</b>
<b>FONTS D'INFORMACIÓ</b>	<b>45</b>
LLIBRES	45
PÀGINES WEB	45
FONTS DE LES FIGURES	50

## **INTRODUCCIÓ**

La geologia és la ciència que estudia l'evolució de la Terra des del seu origen fins a l'actualitat. Així, estudia la seva història, composició i estructura incloent-hi també els recursos naturals. Gràcies a aquesta ciència, s'ha pogut saber que existeixen moviments de convecció a l'interior de la Terra responsables en gran part del moviment de les plaques tectòniques, o s'ha pogut conèixer amb gran detall algunes de les espècies d'animals i plantes que van existir en un passat a partir de fòssils trobats en roques.

La geologia és una ciència bàsica i essencial per a la humanitat, però que cada vegada està perdent més pes, tant al món acadèmic com laboral, tot i ser imprescindible per a la societat. De la geologia depèn la construcció, l'obtenció de recursos minerals o part de la gestió del medi ambient. La seva aplicació permet extreure matèria primera necessària per edificar, construir i fabricar tota mena de materials o objectes, a més de ser un dels actuals pilars de la tecnologia. Un clar exemple són les bateries d'aparells electrònics com venen a ser els telèfons intel·ligents, tauletes o ordinadors portàtils. Les bateries estan compostes principalment de liti, però també contenen més de dos-cents minerals diferents com el coltan, de la família de la columbita, i la tantalita, entre altres.

D'altra banda, els recursos geològics i ambientals també són un factor essencial en l'àmbit del lleure i la cultura. La geologia està molt lligada al turisme perquè la possibilitat de veure i visitar entorns naturals espectaculars, diferents o característics, per exemple zones volcàniques com Islàndia o La Palma, sol ser un dels motius principals pel qual les persones viatgen. Així mateix, aquesta ciència també està associada a la cultura. N'és un exemple la catàstrofe que hi va haver el 24 d'agost del 79 dC a Pompeia, on l'erupció del Vesuvi va deixar la ciutat plena de cendres i va generar milers de morts. Les restes de la ciutat conservades per les cendres volcàniques i que actualment són visitables, han permès conèixer millor l'antiga cultura romana.

A més a més, la geologia també està connectada amb l'esport, ja que, per conèixer la natura, s'ha d'accedir a ella a partir d'aquest. L'activitat física més adequada per fer-ho és el senderisme, tal com s'ha fet en aquest treball per realitzar la primera part de la part pràctica.

Així doncs, les diferents aplicacions que té aquesta disciplina en el nostre dia a dia i les que pot arribar a tenir en un futur han condicionat l'elecció del tema de recerca. Aquest treball, doncs, va néixer durant l'elaboració del Projecte de Recerca de 4t d'ESO fruit de l'interès personal i creixent per la natura, de l'interès per les diverses aplicacions de la geologia en el nostre dia a dia i de la percepció personal de la manca de coneixement geològic que tenen els artesans pel que fa al seu entorn més proper. Amb aquest punt d'inici, el projecte va anar creixent fins a esdevenir el present treball de recerca.

Els objectius de la memòria són tres:

- Crear una ruta geològica circular de les roques ornamentals de les cases d'Artés i d'alguns punts d'interès geològic del voltant del poble a partir de l'aplicació *Instamaps*, que després pugui ser visitada, descarregada i utilitzada pels diferents usuaris.
- Conscienciar a la població de la contaminació que pot arribar a generar el transport d'aquestes roques emprades en la construcció de façanes d'edificis.
- Donar a conèixer la riquesa geològica d'aquest poble de la comarca del Bages i del seu entorn.

Així doncs, es pretén donar resposta a la hipòtesi que sustenta aquest treball; que potser eines tan útils, innovadores i actuals com *Instamaps* poden acostar i facilitar el coneixement de la situació geològica d'Artés i rodalia a la població, fer-la partícip de la seva riquesa i, a la vegada, mostrar com l'ús de roques de proximitat pot ajudar a reduir les emissions de CO<sub>2</sub> i, per tant, la contaminació ambiental.

El projecte es divideix en una part teòrica on s'expliquen els tres tipus de roques que existeixen, els usos d'aquestes i la situació geològica d'Artés, que s'ha anat desenvolupant i perfeccionant fins a l'entrega del treball, i en una part pràctica que consisteix en l'elaboració d'una ruta geològica de roques ornamentals per Artés creada a partir de l'aplicació pública *Instamaps* i en el càlcul de la petjada de carboni produïda pel transport d'aquestes roques. A aquesta segona part se li va donar prioritat, ja que requeria més temps, especialment per transformar els onze punts d'interès poc desplegats del projecte de 4t d'ESO, als vint-i-cinc ben establerts que han acabat sent.

Per acabar, cal destacar que, per realitzar la ruta, vaig comptar amb l'ajuda del Doctor en Geologia i professor de la Universitat Politècnica de Catalunya, que em va facilitar llibres de

consulta especialitzats, em va ensenyar a fer servir *Instamaps* i em va assessorar pel que fa a l'itinerari geològic, les roques i façanes d'interès.

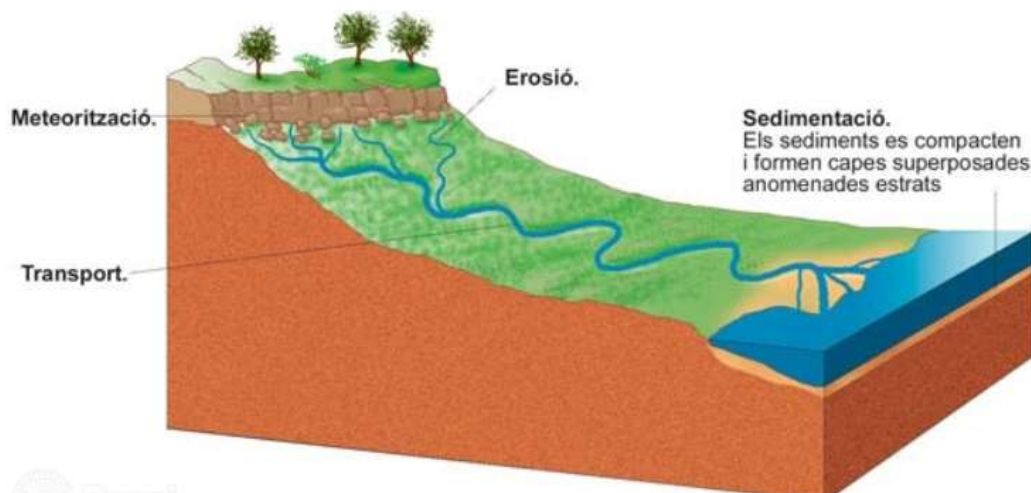


# 1. MARC TEÒRIC

## 1.1. TIPUS DE ROQUES I CICLE DE LES ROQUES

Les roques es classifiquen en tres grans grups segons el seu origen i formació: *sedimentàries, magmàtiques i metamòrfiques*. A partir d'unes i segons les condicions de temperatura i pressió poden acabar formant les altres, s'estableix doncs el *cicle de les roques*.

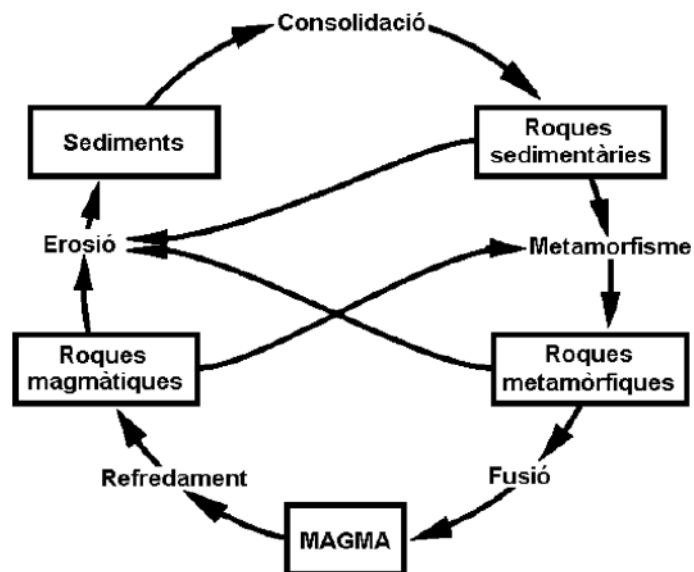
En aquest cicle, les roques magmàtiques que poden acabar formant part del relleu, sorgeixen del refredament del magma dels volcans. Amb el temps i per acció de diferents agents geològics externs aquestes roques ígnies pateixen un procés de meteorització, l'alteració de les roques per acció dels agents atmosfèrics sense que es produeixi transport de materials, ja sigui en un procés físic on les roques es fragmenten per descompressió, gelifracció, termoclastisme, o químic a causa de l'oxidació, dissolució, carbonatació o hidròlisi dels seus minerals. Llavors, aquests fragments de roca acaben transformant-se en sediments que són transportats cap als rius i finalment al mar o bé queden dipositats al sòl on més endavant s'acumulen formant estrats. Al cap d'un temps, els sediments es compacten i se solidifiquen donant lloc a roques sedimentàries que poden tornar a patir un nou procés d'erosió i formar altres roques sedimentàries o un procés de metamorfisme i acabar donant lloc a roques metamòrfiques.



Imatge 1: agents geològics.

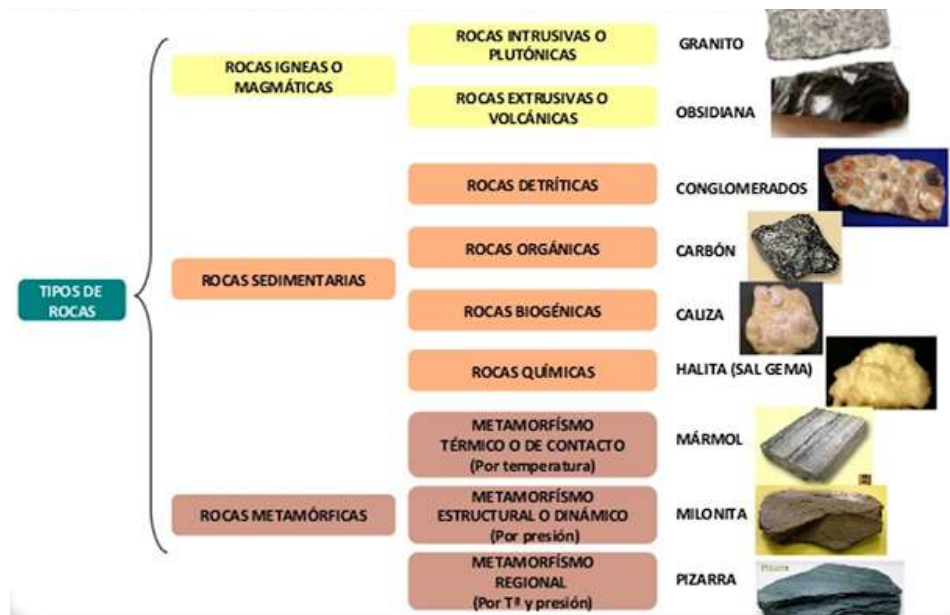
D'altra banda, les roques magmàtiques que es troben a més profunditat i que estan sotmeses a unes condicions de pressió i temperatura suficients també poden acabar formant roques metamòrfiques pel procés de metamorfisme.

Finalment, les roques metamòrfiques es poden fondre i transformar en magma una altra vegada si assoleixen la seva temperatura de fusió i acabar solidificant-se formant així noves roques magmàtiques, o bé es poden erosionar i participar en el procés de sedimentació si es troben a l'escorça exterior. Així doncs, el cicle de les roques és un cicle tancat.



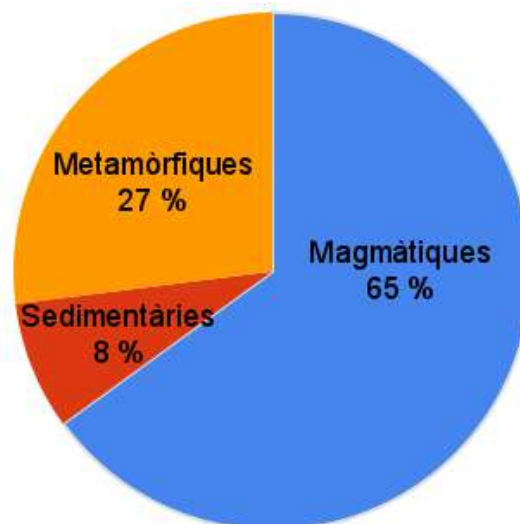
Imatge 2: cicle de les roques.

Les expressions; *roques sedimentàries*, *magmàtiques* i *metamòrfiques* són termes generals de classificació. És cert que dins de cada tipus hi ha roques de característiques semblants, però no són totes idèntiques. Per això, dins d'aquests tres grans grups s'hi distingeixen diferents subgrups:



Imatge 3: Subgrups de cada tipus de roca.

Dels tres grans grups, les més abundants són les roques magmàtiques, que representen un 65% del total de les roques de la Terra. Les metamòrfiques representen un 27% i les sedimentàries un 8%. Aquestes últimes es troben majoritàriament a la superfície terrestre, sobre les roques metamòrfiques i magmàtiques més profundes.



Imatge 4: Percentatge de representació total de les roques.

### 1.1.1. Sedimentàries

Les roques sedimentàries es formen a partir de l'erosió, transport i la sedimentació de partícules o materials procedents d'altres roques o de restes d'éssers vius per l'acció dels agents geodinàmics externs, com ara l'aigua o el vent, sobre l'escorça de la Terra. Normalment, aquests materials, anomenats sediments, es dipositen en capes horitzontals conegudes com a *estrats*.

Segons el procés de formació, es poden classificar en *detrítiques* i *no detrítiques*.

- **Roques detrítiques:** es creen pel transport, l'acumulació i la cimentació de fragments de roques preexistents. Tenen tres components bàsics: els clasts, la matriu i el ciment.

Els clasts o còdols són fraccions de roques de forma arrodonida, que defineixen el tipus de roques detrítiques. Així doncs, segons la grandària d'aquests còdols, les roques poden ser:

Conglomerats formats per grava (< 2 mm):



*Imatge 5: Grava.*



*Imatge 6: Conglomerats.*

Gresos formats per sorra (0,06 - 2 mm):



*Imatge 7: Sorra.*



*Imatge 8: Gresos.*

Lutites formades per llims i argiles (< 0,06 mm):



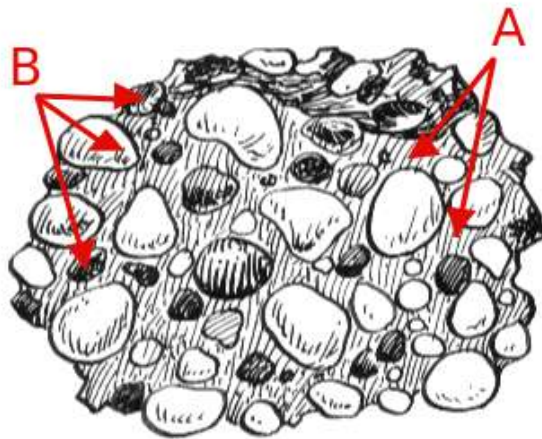
*Imatge 9: Llims i argiles.*



*Imatge 10: Lutites.*

La matriu són els trossets de sediments que cobreixen els espais buits entre els clasts.

El ciment es forma per la precipitació química de les sals i la seva funció és unir la matriu i els clasts. Aquest component condiciona que la roca sigui més fràgil o més dura.



*Imatge 11: A: matriu i ciment; B: clasts.*

- **Roques no detrítiques**: es creen per precipitació de sals dissoltes. La majoria de roques no detrítiques es divideixen segons el seu procés de formació i composició. Si en aquest procés de precipitació de sals no hi intervenen éssers vius, la precipitació és química, però si hi intervenen és orgànica.

**Roques químiques:** S'originen de la precipitació de sals dissoltes en l'aigua. Segons el procés de precipitació i els elements geoquímics que continguin es poden classificar de diverses maneres. Les més comunes són:

Ferruginoses: Estan formades per ferro (Fe) i acostumen a tenir un color vermellós, ja que el ferro s'oxida.



*Imatge 12: Roca ferruginosa.*

Evaporites: Es formen quan s'evapora un volum d'aigua i precipiten les sals que conté dissoltes. Normalment, només tenen un mineral i generalment es creen en zones seques i de molta calor. Així doncs, l'aigua s'evapora ràpidament provocant la precipitació dels minerals dissolts. Es classifiquen segons els minerals que apareixen en la roca i poden acabar formant:

1. Sulfats (combinació de sofre amb un element metàl·lic): es comencen a formar quan l'aigua és reduïda per la concentració de sals fins a una cinquena part. Els principals minerals d'aquests són el guix (mineral compost de sulfat de calci dihidratat [ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ]) i l'anhidrita (mineral format per sulfat de calci anhidre [ $\text{CaSO}_4$ ]).



*Imatge 13: Guix.*



*Imatge 14: Anhidrita.*

2. Clorurs: precipiten quan l'aigua es redueix com a molt fins a una desena part i apareix en minerals com l'halita que forma la sal comuna (NaCl).



*Imatge 15: Halita recobrint una altra roca a la riba del mar Morta.*

3. Carbonats: sorgeixen quan les concentracions de sal disminueixen l'aigua fins a la meitat. Contenen àcid carbònic. Els minerals més comuns d'aquest grup són la calcita (mineral compost de carbonat càlcic  $[CaCO_3]$ ) i la dolomita (mineral format per carbonat de calci i magnesi  $[CaMg(CO_3)_2]$ ).



*Imatge 16: Vidres de calcita.*



*Imatge 17: Dolomita.*

**Roques orgàniques:** Estan formades per restes orgàniques com ara conquilles, troncs, restes vegetals o animals. Segons la provenença d'aquestes restes es poden classificar en:

Carbonoses: Provenen de residus vegetals en condicions d'absència d'oxigen. L'element principal que conté és el carboni que acostuma a tenir un 50% de pes i un 70% de volum total, tot i que el percentatge pot variar segons la roca. El carbó és de color negre o marró fosc i també conté l'aigua del lloc on es trobaven les plantes mortes que es van quedar a dins quan es va crear la roca fa milions d'anys.



*Imatge 18: Carbó.*

Petrolíferes: Provenen de les restes de plantes i animals marins (plàncton) que vivien al fons marí. Al cap d'un milió d'anys, d'estar sotmeses a molta pressió, es forma el petroli, líquid que conté principalment hidrocarbur i alguns compostos orgànics com ara oxigen, nitrogen i sofre. A partir d'ell, més endavant, s'acabaran formant les roques petrolíferes.



*Imatge 19: Taca de petroli d'un vessament marí.*

Tot i haver-hi aquestes dues classificacions principals, dins de les roques no detrítiques hi ha roques que en són una barreja de les dues:

Silícies: Formen part dels dos grups (roques químiques i orgàniques), ja que provenen de la dissolució d'organismes, majoritàriament secretors de silici com ara esponges, diatomees i algues unicel·lulars, i de la seva precipitació posterior. Contenen diòxid de silici ( $\text{SiO}_2$ ) i són dures i compactes. Els minerals més comuns que s'hi poden trobar són els quarsos.





*Imatge 20: Caolí, roca formada principalment per silicat d'alumini hidratat.*



*Imatge 21: Cristalls de quars ( $\text{SiO}_2$ ).*

Carbonàtiques: Estan formades de carbonat de calci ( $\text{CaCO}_3$ ). Principalment, s'originen al mar i comparteixen algunes característiques amb les roques detrítiques. A més a més, entre les roques no detrítiques s'hi poden trobar fragments de roques detrítiques. Componen entre el 25 i 30% de les roques sedimentàries i les més abundants són les calcàries que segons els minerals que la formen les seves característiques varien. Se solen classificar en roques orgàniques, ja que acostumen a provenir d'ossos i closques d'organismes, però també poden formar part de les roques químiques si la matèria amb la qual es creen no prové d'éssers vius.



*Imatge 22: Calcària de gra fi al costat d'una moneda per mostrar les dimensions de la roca (roca química).*



*Imatge 23: Lumaquel·la. Roca formada essencialment per fragments de closques de lamel·libranquis i gasteròpodes, units per ciment de natura variada. (roca orgànica).*

### **1.1.2. Metamòrfiques**

Es formen a partir de roques preexistents, per exemple els esquists i la pissarra a partir d'argiles d'origen sedimentari o el marbre a partir de roca calcària, també d'origen sedimentari, que estan situades a molta profunditat a l'escorça terrestre. Allà experimenten pressions i temperatures elevades que van des dels 200 °C fins a la temperatura de fusió de la roca, que pot ser entre els 650 °C i 1.000 °C. Aquests canvis de condicions transformen els minerals i fan que la roca es modifiqui per un procés anomenat *metamorfisme*.

El metamorfisme és la modificació de la disposició, de la composició dels minerals i, sovint, de la composició química de les roques. Aquests canvis són deguts a les altes pressions i temperatures que experimenten les roques. A causa d'aquest canvi de condicions, els minerals són inestables. Per això fan reaccions entre ells, per poder tornar a l'estabilitat. Així doncs, el metamorfisme pot ser de grau baix, mitjà o alt segons l'increment de temperatura i pressió.

Si la temperatura és prou elevada per a fondre la roca ja no es forma una roca metamòrfica sinó una magmàtica, ja que la roca no es troba en estat sòlid per tal de poder-se duu a terme el metamorfisme.

Segons el tipus de metamorfisme que les ha generat, les roques es classifiquen en:

- **Metamorfisme de contacte**: La temperatura és el principal factor desencadenant dels canvis en les roques. La calor del magma fa que les roques es transformin sense ser necessari que la pressió a la qual estan sotmeses variï. Aquest fet afectarà les característiques dels minerals com ara la seva estructura i la dimensió, ja que, a causa de l'alta temperatura, es recristal·litzaran o bé, també podrà ser que n'apareguin de nous.

Alguns exemples són els que s'originen a partir del metamorfisme de gresos, les quarsites, i els que procedeixen del metamorfisme de roques calcàries, els marbres.



*Imatge 24: Quarsita.*



*Imatge 25: Marbre.*

- **Metamorfisme regional**: Aquest metamorfisme depèn de la profunditat en la qual es trobi la roca, ja que com més profunditat, més altes són les pressions i les temperatures. Es produeix generalment en els límits de plaques convergents on sol haver-hi molta pressió i la temperatura acostuma a ser bastant alta perquè la placa

més densa subdueix sota l'altra. Les roques també es poden metamorfitzar a causa de la pressió que va incrementant lentament a mesura que els sediments es van acumulant al llarg dels anys formant serralades.

A causa de l'augment de temperatura i pressió, les roques adquireixen una característica peculiar, una estructura foliada. A més a més, els cristalls minerals es fan més grans i, depenent de l'activitat química de la roca inicial, es poden arribar a crear diferents associacions minerals. Cada tipus de roca inicial pot contenir associacions determinades en diverses zones de la roca. Aquest fet permet reconèixer les zones metamòrfiques que es poden distingir entre elles segons els minerals que presenti el terreny.

Una sèrie metamòrfica és quan, a partir d'una roca inicial, es poden formar diferents roques metamòrfiques. Una de les sèries més comunes en el metamorfisme regional és la sèrie argilosa, on a través de l'argila, la qual va incrementant la seva temperatura i pressió a poc a poc, es formen d'altres tipus de roques. Així doncs, les principals roques de la sèrie argilosa serien respectivament:

Argila - Pissarra - Fil·lita - Esquist - Gneis

Per tant, com més cap a la dreta de la seqüència ens situem, les roques assoleixen una temperatura i pressió cada cop més altes i, en conseqüència, la mida dels cristalls dels minerals es fa més gran. Si l'increment de temperatura i pressió arriba al punt de fusió de la roca, es pot acabar fonent la roca de forma parcial o bé, total. Aquest fet se'l denomina *anatèxia* i dona lloc a una barreja entre roques ígnies i metamòrfiques.

### **1.1.3. Magmàtiques**

Aquestes roques també es poden anomenar ígnies atès que *ignis* vol dir foc en llatí. Les roques magmàtiques es formen quan el magma, roca parcialment o completament fosa a l'interior de la terra a causa de les elevades temperatures, ascendeix cap a la superfície terrestre, ja que la seva densitat, comparada amb les roques en les quals encaixa, és més baixa. Un cop a l'exterior es refreda i se solidifica.

Segons les circumstàncies amb les quals el magma es refreda com ara la zona, la velocitat a la qual ho fa i el procés de cristal·lització, les roques es classifiquen en:

- **Intrusives**: roques que cristal·litzen i es refreden a l'interior de la Terra. Existeixen dos tipus principals:

Roques plutòniques: Són roques primàries, ja que a partir d'elles poden sorgir altres roques. S'originen quan el magma es refreda lentament a l'interior de l'escorça o a les cambres magmàtiques. Per la lentitud de refredament, els minerals tenen temps a cristal·litzar-se bé, tenen forma granular arrodonida i, per tant, majoritàriament es veuen a simple vista. Estan formades principalment per silicats, un dels minerals més importants i abundants del planeta compostos per silici i oxigen ( $\text{SiO}_4$ ).

Hi ha molta varietat de roques plutòniques gràcies a la composició química del magma que les compon, però totes solen ser compactes, sense orificis i tenen una textura aspra. En són exemples el granit, el gabre, la peridotita, la sienita o la diorita.

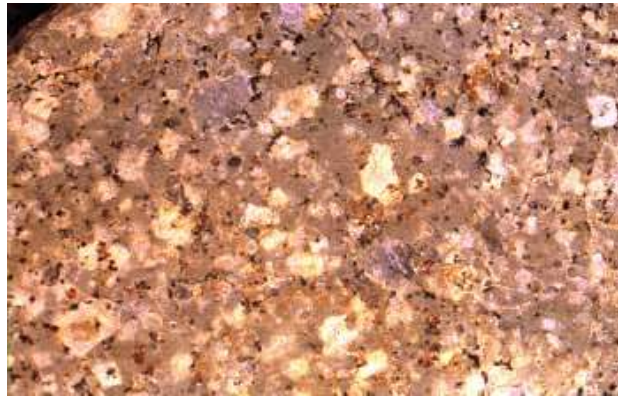


*Imatge 26: Granit, gabre i sienita.*

Roques Hipoabissals o filonianes: El magma se solidifica a les esquerdes del terreny, a poca fondària de l'interior de la Terra, de manera que les roques filonianes es refreden més lent que les volcàniques però més ràpid que les plutòniques. Es creen quan els elements químics de l'aigua i els gasos residuals que transporta el magma es consoliden. La velocitat de refredament és irregular segons si té fàcil accés a la superfície terrestre.

Les roques són de gra mitjà i acostumen a tenir uns minerals que cristal·litzen en cristalls grans embolcallats per uns altres que en cristal·litzen de més petits, la

matriu. Per tant, tenen una textura porfírica, alguns cristalls grans i alguns de petits. Alguns exemples són el pòfir granític i el pòfir sienític.



*Imatge 27: Pòfir granític.*

- **Extrusives o volcàniques:** Es formen pel refredament ràpid del magma a l'exterior. En tenir una solidificació tan ràpida, els elements que componen la lava no solen tenir temps a cristal·litzar-se i formar minerals. Per això formen una estructura amorfa, o bé alguns cristal·litzen creant minerals i la resta formen masses amb formes irregulars. Per exemple: la pumicita, el basalt o l'obsidiana.



*Imatge 28: Basalt.*

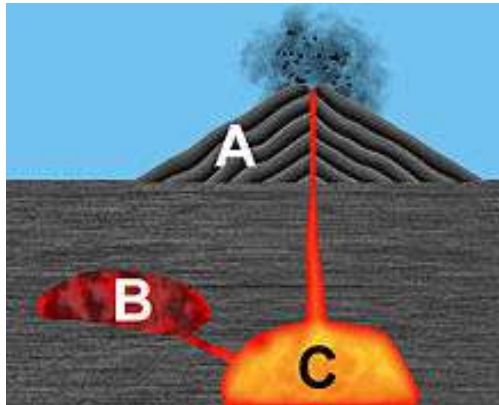


*Imatge 29: Roca obsidiana.*

Així doncs, segons la velocitat de cristal·lització es formarà un tipus de roca o una altra. Les roques plutòniques ens indiquen que el seu refredament és el més lent, ja que són de textura granular i els seus cristalls són grans. Les roques filonians van a una velocitat mitjana perquè la seva textura és porfírica, té cristalls grans i la resta petits. Finalment, hi ha les roques volcàniques que aquestes, en situar-se ja a l'exterior i estar tan allunyades de les elevades temperatures, es refreden ràpidament i no tenen temps a cristal·litzar-se formant

així cristalls petits o bé, no formant-ne cap degut el temps escàs que tenen per fer-ho. Per tant, la velocitat de refredament és:

Roques plutòniques < Roques filonianes < Roques volcàniques



*Imatge 30: A) roques ígnies extrusives; B) roques ígnies intrusives; C) cambra magmàtica.*

## 1.2. USOS DE LES ROQUES

### **1.2.1. Usos roques sedimentàries**

Les roques sedimentàries no són dures ni resistents comparades amb les roques metamòrfiques o magmàtiques, però de totes maneres, es fan servir per a la construcció.

Per exemple:

- Sorres i graves: són roques detrítiques que es diferencien per la seva grandària (grava < 2 mm i sorra 0,06 - 2 mm). Aquestes s'utilitzen especialment per aplanar les carreteres abans de posar l'asfalt o bé, per fer una mescla amb el ciment que formarà morter que servirà d'encaix entre maó i maó.
- Argiles: si se'ls hi afegeix aigua, es converteixen en fang que es pot fer servir, per exemple, per impossibilitar que l'aigua penetri el terreny. Si només estan humides, es poden fer servir per crear figures com gerros, maons i teules que cal fornejar per tal que s'eixuguin, es fixin les partícules de la roca i impedir que es desmuntin.
- Materials aglomerants: s'utilitzen per a la construcció després d'haver-los amarat amb aigua. Els exemples més rellevants per la seva utilitat avui dia són:

- Guix: És fi i tou. Per això es fa servir per donar un bon acabat a les parets i els sostres dels habitatges. Per poder solidificar el guix, s'ha de posar en un forn especial per poder-li treure part de l'aigua que conté. Seguidament, se li torna a afegir aigua que, al cap de poca estona, s'endureix.
  - Ciment: És el material més usat per a la construcció. Aquest aglomerant, barrejat amb aigua i sorra, crea el morter que fan servir els paletes per unir maons o altres materials de construcció. A més a més, si se li afegeix grava, es forma el formigó que s'empra per fer les bases de la construcció d'edificis, ja que és un material que resisteix molt bé els esforços de compressió. Acostuma a estar associat a l'acer, pel fet que el formigó protegeix a l'acer de la seva possible oxidació i a més, aquest últim té molta resistència de tracció, característica que manca el formigó. Si també se'ls hi inclou una xarxa de filferros, se'n diu formigó armat.
- Carbó i petroli: El carbó que formen les roques carboníferes i el petroli que forma les petrolíferes s'utilitzen per obtenir energia a través de la seva combustió. Són molt importants perquè gràcies a l'energia que se n'aconsegueix, funcionen els vehicles, la calefacció, etc. A més, pot transformar-se en electricitat un cop arriba a les centrals termoelèctriques.
  - Sal: s'aconsegueix a partir de l'halita, mineral format per clorur de sodi que es troba en els estrats sedimentaris. Per poder fer servir la sal comuna per a la nostra alimentació com a condiment i com a conservant, l'halita ha d'haver estat triturada, molta i purificada.

### **1.2.2. Usos roques metamòrfiques**

Principalment, aquest tipus de roca s'utilitza per a la construcció i l'escultura com a pedra decorativa de jardineria o per a fer estàtues.

Per exemple:

- Pissarra: és una roca foliada de gra fi i impermeable molt emprada pel revestiment de cases i teulades. Un altre ús, no tan rellevant avui dia, és per la construcció de pissarres d'escriure.



- Marbre: es fa servir per a la construcció i estructures decoratives. Aquestes roques no requereixen gaire manteniment, són duradores i tenen la capacitat de mantenir les seves propietats tot i estar a temperatures elevades. A més, hi ha una gran varietat de marbres de diferents tons dels quals se'n pot escollir el més indicat per donar bellesa a allò que es demana com ara decoració d'interiors o exteriors, especialment taulells de cuina, elements d'art funerari o d'estructura.
- Esquists: se sol portar d'amulet o com a objecte decoratiu, ja que és una pedra brillant i considerada molt bonica. No s'acostuma a utilitzar per a la construcció perquè els seus grans de mica i la seva esquistositat fan que la roca tingui poca resistència. Un dels problemes habituals si es fa servir l'esquist per edificar és que quan hi ha precipitacions, l'aigua pot entrar als buits de la roca, debilitar-la i estovar-la provocant el seu enfonsament.
- Gneis: és considerat prou resistent per a poder-lo fer servir per a la construcció i pavimentació després de ser tallat en blocs o lloses. A més a més, si el tipus de gneis és prou brillant i atractiu, pot ser utilitzat per a la construcció d'interiors com ara els esglaons de les escales i rajoles, com a roca decorativa, per a monuments en cementiris un cop el gneis està polit o bé, per crear estructures històriques, ja que aquest fa que es conservin correctament, entre altres.

### **1.2.3. Usos roques magmàtiques**

En general són utilitzades per a la construcció d'estàtues i edificis perquè són resistents als agents atmosfèrics.

Per exemple:

- Granit: són les roques més abundants del món i són molt apreciades per a la construcció, ja que, a causa del seu procés lent de solidificació del magma i les elevades pressions a les quals estan sotmeses aquests tipus de roques, són resistents, dures i impermeables, cosa que les fa idònies per a la construcció tant d'interiors; taulell de cuina, rajoles o lloses d'interior, làpides, entre altres construccions decoratives i ornamentals, com d'exteriors; paviments com ara voreres o accessos a l'habitatge, ponts, fonts, dics de ports, embassaments, edificis, monuments commemoratius i històrics, entre altres.

- Pòrfir: era utilitzat per a la construcció de monuments i sarcòfags durant les civilitzacions assiri-babilònica, romana i egípcia, ja que era la roca més dura coneguda d'aquell moment. Actualment són resistents i dures davant la meteorització i la seva peculiaritat de no lliscar, fa que el pòrfir sigui emprat per a rampes i paviments en desnivell, murs i pisos. També es pot fer servir en àrids per a formigons i per a la decoració de columnes i estructures gràcies a la varietat de pòfirs que existeixen.
- Basalt: és la més comuna de les roques ígnies extrusives. Sempre se n'ha fet ús per a la construcció. Actualment, es troba en els paviments i formant part dels ferrocarrils i de les bases i llast de carreteres. A més a més, avui dia les estructures de formigó són enfortides per unes fibres artificials de basalt. També s'acostuma a fer servir per a la decoració del jardí gràcies a la seva forma arrodonida i suau. Per altra banda, tot i ser impermeable, no s'usa per a construccions hidràuliques perquè se sol fracturar fàcilment.
- Riolita: ha passat a utilitzar-se com a ganivets i fletxes per a la caça a utilitzar-se pel revestiment de construccions de l'enginyeria civil i com a amulet. Gràcies a la seva resistència, també es fa servir com a material per aixecar columnes i estructures pesants i per a la pavimentació.

Així doncs, de manera general les roques més utilitzades com a materials ornamentals, sobretot per a façanes, són les metamòrfiques i magmàtiques, ja que la majoria de les sedimentàries no són resistents, no solen ser impermeables i no tenen l'atractiu dels altres dos tipus de roca. Les principals roques que s'usen com a revestiment són el marbre, la pissarra i el granit gràcies a la resistència davant a les altes temperatures i a la gran varietat de tons que poden presentar dels quals se'n pot escollir el que més agrada.

### 1.3. SITUACIÓ GEOLÒGICA D'ARTÉS

Artés és un municipi que es troba a la comarca del Bages, Catalunya. Està delimitat per Avinyó, Sallent i Calders. El terme ocupa 17,90 km<sup>2</sup> i se situa a 316 metres sobre el nivell del mar.



*imatge 31: localització d'Artés*

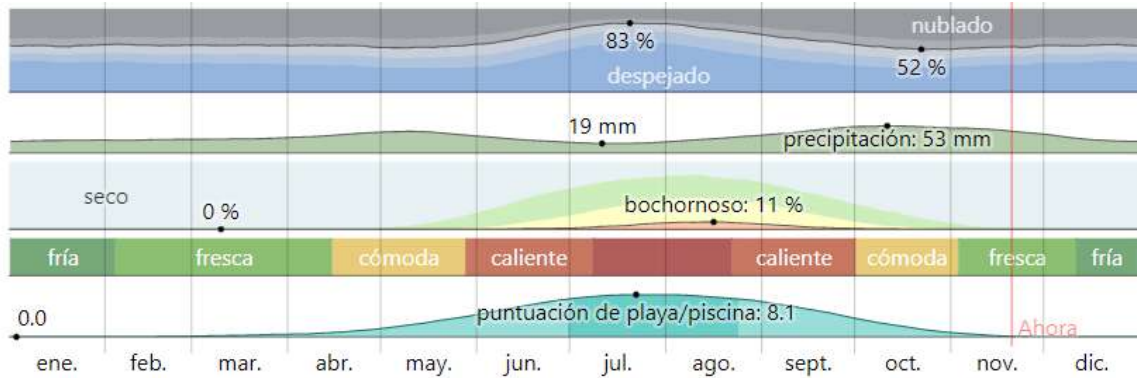


*imatge 32: vista d'Artés*

El poble destina 90 hectàrees al conreu de regadiu com cereals, llegums, hortalisses, alfals, pereres, presseguers i patates. També dedica 1000 hectàrees del terme a secà, sobretot de cereals, oliveres, vinyes i farratges i només 200 hectàrees són de bosc: alzinars i pinedes.

Artés és conegut per la seva quantitat i varietat de vins i caves. Així doncs, l'economia del poble és extreta principalment d'aquestes dues begudes i del sector secundari tot i que hi ha força superfície de conreu.

Segons el Servei Meteorològic de Catalunya es considera clima mediterrani continental subhumit. Com a la majoria de llocs de clima interior, els estius són secs i calorosos, on les temperatures poden arribar als 40 °C, i a l'hivern fa bastant fred, mínimes de fins a -5 °C. Per tant, hi ha una gran amplitud tèrmica. Pel que fa a la pluja, l'estiu és l'estació més seca de l'any i la primavera i especialment la tardor són èpoques de màximes precipitacions.



Imatge 33: Mitjana del temps per mes a Artés al llarg dels anys.

Respecte a la situació geològica, fa uns 65 milions d'anys el que ara és territori artesenc era un mar. La part sud d'Artés es trobava a grans profunditats marines i, per això, ara és una zona rica en lutites, roques sedimentàries de tons grisos-blavosos i groguencs. Aquestes són les roques més antigues a la zona d'Artés. Es van formar fa aproximadament 40 milions d'anys en l'època geològica Bartoniana, i registren un ambient de sedimentació marí-costaner deltaic. En canvi, les roques situades al nord són més joves, ja que es van formar sobre el nivell del mar fa uns 36 milions d'anys en l'època Priaboniana, i són d'un color roig intens degut a la seva riquesa en òxid de ferro. Es van formar en un ambient continental fluvial, on el mar ja s'havia retirat. En aquest moment el mar s'anava evaporant i tancant per la zona atlàntica i alguns rius ja començaven a abocar en aquest mar-llac.

Així doncs, les roques més profundes, argiles i gresos, pertanyen a zones de desbordament dels rius, les d'entremig són conglomerats, és a dir, procedents de la sedimentació a lleres dels rius i les roques de color vermell registren el pas dels rius.

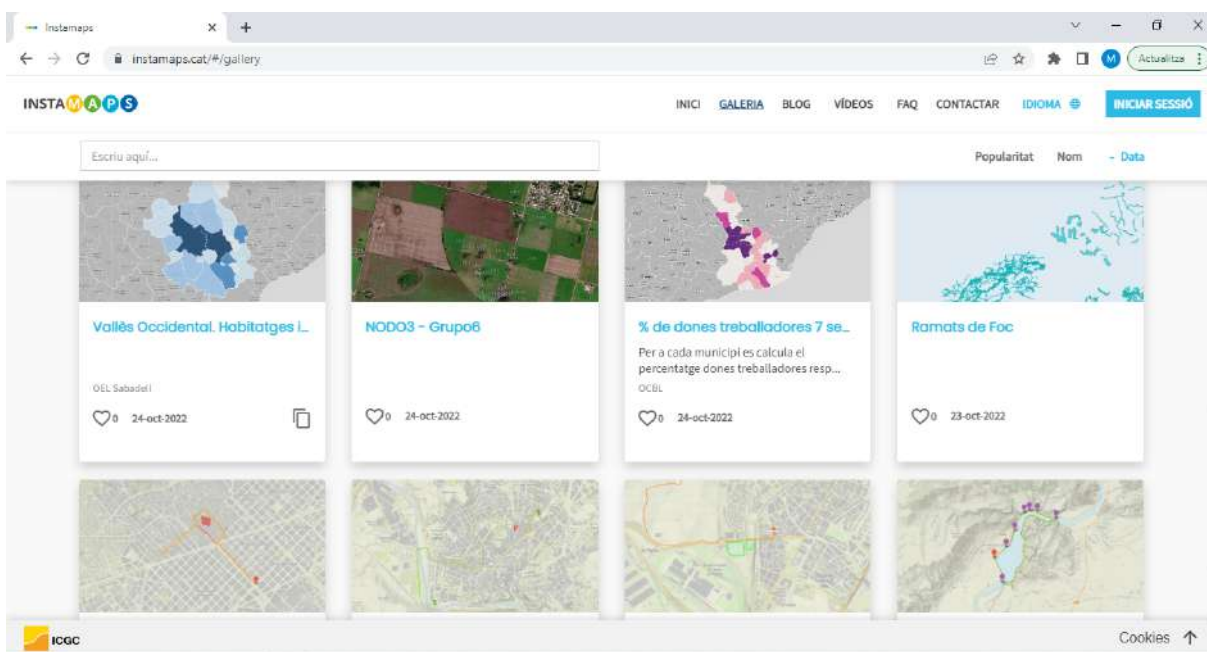
Els minerals més abundants dins la formació són la malaquita i l'atzurita que es distingeixen dels altres minerals pel seu tipus de mineralització anomenat "red-bed" cuprífer on els ions de coure es dissolen en aigua, un procés anomenat lixiviació (barreja d'un dissolvent líquid amb un de sòlid triturat per tal de poder separar els components del sòlid), on acaben precipitant-se en forma de sulfurs. Finalment, a partir de la carbonatació dels sulfurs, s'acaben formant els dos tipus de minerals de carbonat de coure que s'observen avui dia la formació d'Artés: la malaquita i l'atzurita. Les tonalitats verdoses d'aquests minerals són degudes a la presència de matèria orgànica procedent dels paleocanals on les restes de vegetals omplen els porus de les roques.

## 2. PART PRÀCTICA

### 2.1. RUTA GEOLÒGICA AMB INSTAMAPS

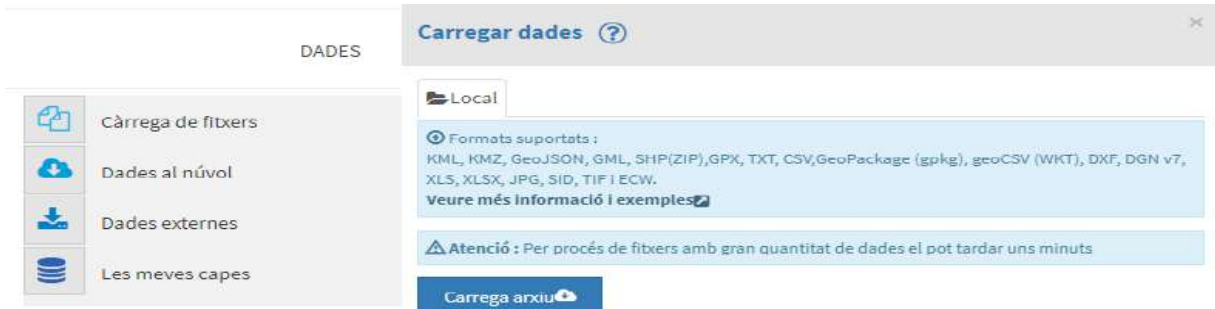
Per crear la ruta geològica de les roques ornamentals de la zona urbana i altres tipus de roques dels afores d'Artés s'ha utilitzat l'aplicació *Instamaps*.

*Instamaps* és una pàgina web pública que permet crear i compartir mapes a internet. D'aquesta plataforma se'n pot extreure informació geològica com ara: mapes topogràfics, mapes turístics, mapes històrics, rutes excursionistes de monuments, informació sobre roques, colònies tèxtils o ruïnes, entre altres. L'usuari pot fer servir aquesta informació o afegir-ne de nova. És lliure d'escollir i personalitzar la manera d'afegir la informació associada i de penjar-la a internet per poder-la compartir amb la resta de població. La ciutadania se la pot descarregar a una galeria que conté la plataforma.



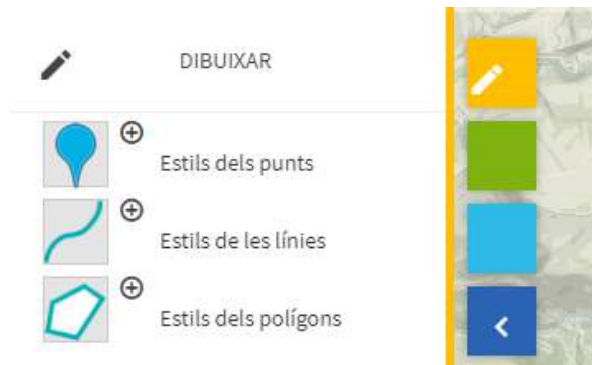
*imatge 34: Captura de la galeria d'Instamaps. FONT: pròpia.*

L'aplicació va ser creada per l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC) i el seu objectiu és que la comunitat pugui tenir un coneixement de geologia més ampli. Aquesta App permet carregar diferents tipus de fitxers com ara fitxers locals, dades del núvol d'*Instamaps* o dades de fonts externes.

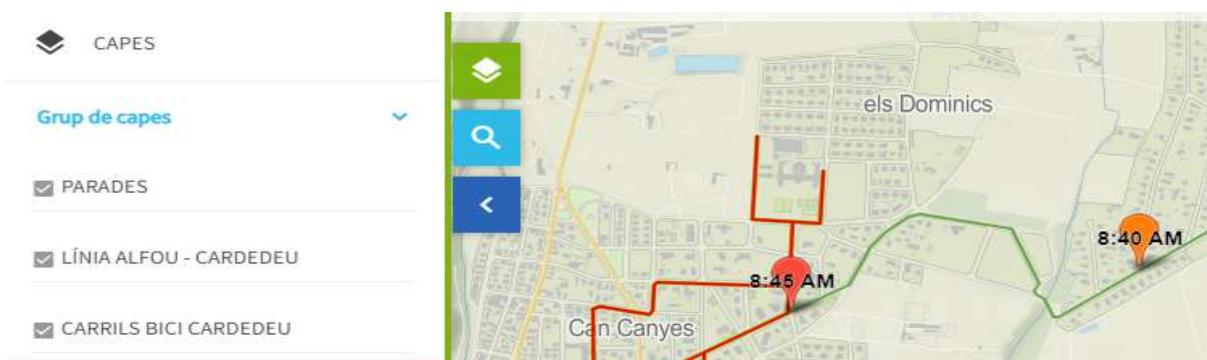


Imatge 35: Dades d'Instamaps. FONT: pròpia.

L'estil del mapa serà diferent segons la informació que es vulgui representar. Cada usuari pot crear el mapa al seu gust, és a dir, pot escollir el fons que més li agradi, dibuixar rectes per unir els punts o dibuixar geometries al mapa i canviar-ne el color, dividir el mapa per capes, entre altres opcions.



Imatge 36: Secció dibuixar d'Instamaps. FONT: Elaboració pròpia.



Imatge 37: Exemple mapa d'Instamaps per mostrar les diferents capes.

En últim lloc, l'usuari pot fer col·laboratiu el mapa entre diferents usuaris o bé, pot publicar-lo a la galeria després d'escollir-ne el nivell de privadesa, la llegenda (si és que en té), els paràmetres, l'aspecte del visor, entre d'altres. Aquesta publicació permetrà que els

visualitzadors puguin compartir-lo a les xarxes socials com ara Facebook, correu electrònic o Twitter.

Imatge 38: Passos previs per escollir el nivell de privadesa abans de publicar el mapa. FONT: pròpia.

Així, per crear la ruta s'han seguit els passos següents:

1. Observar i buscar pel poble façanes fetes de roques ornamentals rellevant i zones d'interès geològic als afores.
2. Fotografiar les façanes i les estructures geològiques més destacades.
3. Cercar informació de cada tipus de roca (nom de la roca, descripció, composició, possibles fòssils i les coordenades) i classificar-la en un document Excel de l'App Drive.
4. Convertir cada imatge en un enllaç aplicable al programa *Instamaps*.
5. Transformar l'arxiu en un CSV per poder-lo arrossegar a *Instamaps*.
6. Passar la informació a *Instamaps*.
7. Comprovar que la ruta ha estat creada i tota la informació que conté és correcta.

En un inici, havien d'haver-hi un màxim de vint punts d'interès però, en sortir a explorar, es va observar que hi havia més de vint roques interessants per incloure. Per això, la ruta geològica ha acabat contenint vint-i-cinc punts d'interès en total dels quals vint són roques de façanes d'edificacions d'Artés, quatre són roques del voltant del poble i n'hi ha un que conté roques dels dos tipus, ja que s'hi explica les roques del terra de la Plaça Vella i de la formació geològica d'Artés.

Respecte a la selecció que es va fer, no es va tenir en compte quantes roques s'escollien de cada tipus (sedimentàries, metamòrfiques i ígnies), perquè les roques només van ser seleccionades segons si tenien algun tret destacable. A més, es va decidir fer una ruta

circular des d'un inici per facilitar que l'usuari pugui seguir la ruta sense deixar-se cap dels punts senyalitzats.



*Imatge 39: Geòleg mostrant-me gresos d'Artés. FONT: pròpia.*

El resultat ha estat una ruta geològica circular pública que es pot visitar o descarregar per qualsevol ciutadà. Per poder accedir a la ruta, es necessita l'enllaç següent:

[https://www.instagram.com/instavisor/d7b624156a8d03e967cf0ccfb9ce48c7/Itinerari\\_geologic\\_de\\_les\\_roques\\_ornamentals\\_d\\_Artés.html](https://www.instagram.com/instavisor/d7b624156a8d03e967cf0ccfb9ce48c7/Itinerari_geologic_de_les_roques_ornamentals_d_Artés.html)

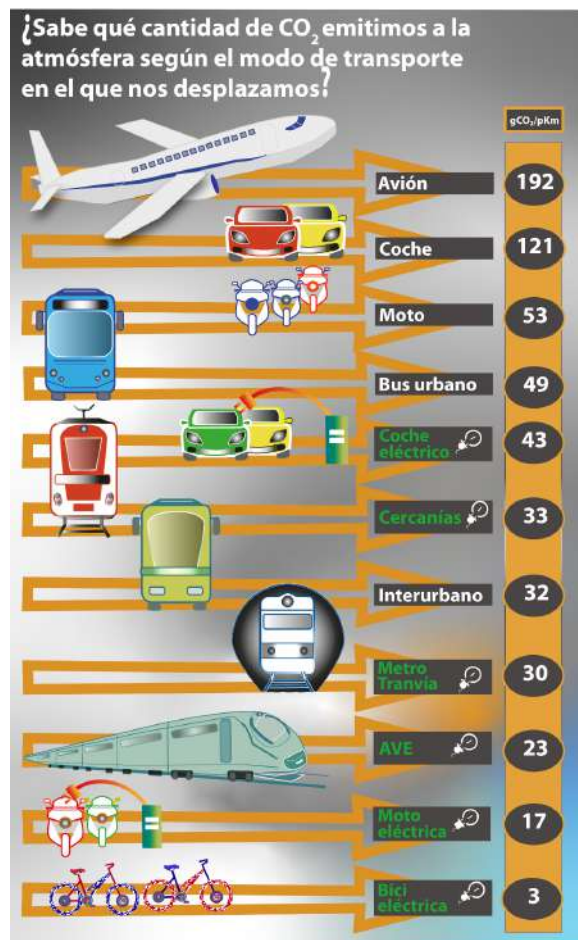


## 2.2. PETJADA DE CARBONI DEL TRANSPORT DE ROQUES ORNAMENTALS

El transport de les roques per construir les façanes o altres estructures genera una petjada de carboni en forma de CO<sub>2</sub> emès.

Per això, la segona part de la pràctica consisteix a calcular tot el CO<sub>2</sub> generat en el transport de les roques de la ruta geològica i comparar els resultats amb els del CO<sub>2</sub> que s'hauria expulsat si s'haguessin utilitzat roques locals idèntiques o similars.

A partir de la web d'Emissions de CO<sub>2</sub> (<https://www.movilidad-idae.es/destacados/emisiones-de-co2-por-modos-de-transporte-motorizado>), i segons el transport motoritzat, s'ha pogut calcular la contaminació aproximada de la mobilització de cada roca.



IMATGE 40: Emissions de CO<sub>2</sub> segons el tipus de transport.

Per calcular la petjada ecològica de carboni es van seguir els passos següents:

1. Investigar la procedència de cada roca a partir de llibres i informació extreta d'internet.
2. Utilitzar l'App Google Maps per calcular la distància del lloc d'origen de la roca fins a Artés.
3. Consultar les emissions de CO<sub>2</sub> generades segons el mètode de transport motoritzat emprat.
4. Determinar el consum de CO<sub>2</sub> dels vehicles fets servir pel transport de cada tipus de roca.
5. Calcular l'emissió de CO<sub>2</sub> produïda en el viatge d'anada del transport de cada matèria.
6. Calcular la contaminació total per CO<sub>2</sub>.
7. Repetir el mateix procediment per calcular la possible contaminació de CO<sub>2</sub> si el punt d'extracció de les roques fos més proper a Artés.
8. Comparar els dos resultats obtinguts.

- **Emissions de CO<sub>2</sub> produïdes en el transport de les roques ornamentals:**

**PUNT 1:**

Roca: Diversos tipus de roca  
Origen: Artés  
Destí: Artés  
Distància: 0 km  
Transport: Carro (L'església es va construir al llarg del segle XII)  
**Consum CO<sub>2</sub> : 0 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 2:**

**Roca 1:** Calcària de tipus travertí  
Origen: Almeria  
Destí: Artés  
Distància: 669 km  
Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)  
Consum CO<sub>2</sub>: 669 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 100.350 gCO<sub>2</sub>.

**Roca 2:** Marbre Blanc Macael

Origen: Almeria

Destí: Artés

Distància: 669 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

Consum CO<sub>2</sub>: 669 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 100.350 gCO<sub>2</sub>

**Consum total PUNT 2: 200.700 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 3:**

Roca: Gresos

Origen: Manresa

Destí: Artés

Distància: 15 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Consum CO<sub>2</sub>: 15 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 2.250 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 4:**

Roca: Esquist

Origen: Procedència desconeguda

Destí: Artés

**PUNT 5:**

Roca: Calcària

Origen: País Basc

Destí: Artés

Distància: 400 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Consum CO<sub>2</sub>: 400 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 60.000 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 6:**

Roca: Pissarra  
Origen: Procedència desconeguda  
Destí: Artés

**PUNT 7:**

Roca: Gneis  
Origen: Brasil  
Destí: Artés  
Distància: 8.300 km (avió) + 53 km (camió)  
Transport: Avió (190 gCO<sub>2</sub> / km) + Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)  
Consum CO<sub>2</sub> : 8.600 km x 190 gCO<sub>2</sub> / km = 1.634.000 gCO<sub>2</sub> (avió) i 53 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 7.950 gCO<sub>2</sub>  
**Consum total: 1.641.950 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 8 i 20:**

Roca: Granit Rosa Porriño  
Origen: Galícia  
Destí: Artés  
Distància: 840 km  
Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)  
**Consum CO<sub>2</sub> : 840 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 126.000 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 9:**

Roca: Granit Rapakivi  
Origen: Lappeenranta, Finlàndia  
Destí: Artés  
Distància: 2.800 km (avió) i 53 km (camió)  
Transport: Avió (190 gCO<sub>2</sub> / km) + Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)  
Consum CO<sub>2</sub> : 2.800 km x 190 gCO<sub>2</sub> / km = 532.000 gCO<sub>2</sub> (avió) i 53 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 7.950 gCO<sub>2</sub>

**Consum total: 539.950 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 10:**

Roca: Gres

Origen: Catalunya central

Destí: Artés

Distància mitjana: 30 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Consum CO<sub>2</sub> : 30 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 4.500 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 11:**

Roca: Conglomerat

Origen: Catalunya central

Destí: Artés

Distància mitjana: 30 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Consum CO<sub>2</sub> : 30 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 4.500 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 12:**

Roca: Pissarra

Possible origen: Galícia

Destí: Artés

Distància: 840 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Consum CO<sub>2</sub> : 840 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 126.000 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 17:**

Roca: Calcària argilosa

Origen: Procedència desconeguda

Destí: Artés

**PUNT 18:**

Roca: Esquist  
Origen: Pirineus  
Destí: Artés  
Distància: 140 km  
Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)  
**Consum CO<sub>2</sub>** : 140 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = **21.000 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 19:**

Roca: Calcària  
Origen. Procedència desconeguda  
Destí: Artés

**PUNT 21:**

Roca: Gres  
Origen: Procedència desconeguda  
Destí: Artés

**PUNT 22:**

Roca: Calcària  
Origen: Catalunya central  
Destí: Artés  
Distància mitjana: 30 km  
Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)  
**Consum CO<sub>2</sub>** : 30 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = **4.500 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 23:**

Roca: Quarsita de Begur

Origen: Begur  
Destí: Artés  
Distància: 100 km  
Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)  
**Consum CO<sub>2</sub> : 100 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 15.000 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 24:**

Roca: Travertí  
Origen: Procedència desconeguda  
Destí: Artés

**PUNT 25:**

Roca: Marbre Crema Jaspe  
Origen: València  
Destí: Artés  
Distància: 400 km  
Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)  
**Consum CO<sub>2</sub> : 400 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 60.000 gCO<sub>2</sub>**

**Emissions totals de CO<sub>2</sub>:**

Els resultats obtinguts són 2.932.350 gCO<sub>2</sub> = 2.932,35 kg CO<sub>2</sub>.

- **Emissions de CO<sub>2</sub> produïdes en el transport de roques ornamentals similars però extretes de llocs més propers al seu destí:**

**PUNT 2:**

Roca 1: Calcària de tipus travertí  
Possible origen: Catalunya central  
Destí: Artés  
Distància: 30 km  
Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)  
**Consum CO<sub>2</sub>: 30 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 4.500 gCO<sub>2</sub>**

Roca 2: Marbre Blanc Macael o similar

Possible origen: Vallès occidental

Destí: Artés

Distància: 45 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

Consum CO<sub>2</sub>: 45 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 6.750 gCO<sub>2</sub>

**Possible consum total PUNT 2: 11.250 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 3 i 10:**

Roca: Gresos

Origen: Artés

Destí: Artés

Distància: 0 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Possible consum CO<sub>2</sub>: 0 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 0 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 4 i 18:**

Roca: Esquist

Origen: Cap de creus

Destí: Artés

Distància: 130 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Consum CO<sub>2</sub>: 130 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 19.500 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 5, 17, 19 i 22:**

Roca: Calcària

Possible origen: Catalunya central



Destí: Artés

Distància: 30 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Possible consum CO<sub>2</sub> : 30 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km) = 4.500 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 6 i 12:**

Roca: Pissarra

Possible origen: Pirineus

Destí: Artés

Distància: 140 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Possible consum CO<sub>2</sub> : 140 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 21.000 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 7:**

Roca: Gneis

Possible origen: Pirineus

Destí: Artés

Distància: 140 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Possible consum CO<sub>2</sub> : 140 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 21.000 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 8 i 20:**

Roca: Granit Rosa Porriño

Possible origen: Àvila

Destí: Artés

Distància: 570 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Possible consum CO<sub>2</sub> : 570 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 85.500 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 9:**

Roca: Granit Rapakivi

Possible origen: Àvila

Destí: Artés

Distància: 570 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Possible consum CO<sub>2</sub> : 570 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 85.500 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 11:**

Roca: Conglomerat

Possible origen: Artés

Destí: Artés

Distància mitjana: 0 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Possible consum CO<sub>2</sub> : 0 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 0 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 21:**

Roca: Gresos

Possible origen: Comarca del Bages

Destí: Artés

Distància: 20 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Possible consum CO<sub>2</sub> : 20 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 3.000 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 23:**

Roca: Quarsita similar

Possible origen: Andorra

Destí: Artés

Distància: 80 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Possible consum CO<sub>2</sub> : 80 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 12.000 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 24:**

Roca 1: Travertí

Possible origen: Catalunya central

Destí: Artés

Distància: 30 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Possible consum CO<sub>2</sub> : 30 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 4.500 gCO<sub>2</sub>**

**PUNT 25:**

Roca: Marbre Crema Jaspe o similar

Posible origen: Vallès Occidental

Destí: Artés

Distància: 45 km

Transport: Camió (150 gCO<sub>2</sub> / km)

**Possible consum CO<sub>2</sub> : 45 km x 150 gCO<sub>2</sub> / km = 6.750 gCO<sub>2</sub>**

**Emissions totals de CO<sub>2</sub> amb roques de proximitat:**

Els resultats obtinguts són 414.000 gCO<sub>2</sub> = 414 kg CO<sub>2</sub>.

Per tant, de la comparació de les emissions de CO<sub>2</sub> produïdes en els dos casos s'obté una diferència de 2.518,35 kg de CO<sub>2</sub>.

**2.932,35 kg CO<sub>2</sub> - 414 kg CO<sub>2</sub> = 2.518,35 kg CO<sub>2</sub>**

## **CONCLUSIONS**

Aquest treball s'ha realitzat amb l'objectiu de crear una ruta geològica per Artés i voltants a partir de l'aplicació *Instamaps*, i així, donar a conèixer a la població en general la seva riquesa geològica, a més de deixar constància de la contaminació que genera el transport de roques ornamentals que no són de proximitat.

Així, els continguts d'aquest estudi s'han desenvolupat a partir de la idea de base del projecte de recerca de 4t d'ESO. Això, ha facilitat el procés d'elaboració de l'itinerari perquè ja s'havia utilitzat l'aplicació *Instamaps* prèviament. No obstant això, durant la seva creació van sorgir algunes dificultats a l'hora d'identificar determinades roques i localitzar el seu origen. El suport del geòleg va ser clau per a poder-ho resoldre.

Pel que fa a la petjada de carboni, va ser una idea proposada pel mateix geòleg que vaig trobar molt interessant de plasmar perquè actualment una de les principals causes de contaminació atmosfèrica són les emissions generades pels mitjans de transport com ara cotxes, camions o avions. En aquest cas, la difusió de CO<sub>2</sub> del transport de les roques ornamentals, siguin de proximitat o no, s'ha considerat generada especialment per camions i avions com a principals vehicles de transport d'aquestes roques, i només s'ha tingut en compte el viatge d'anada al lloc de destí, ja que s'ha valorat que en el de tornada el vehicle no anava buit sinó que aprofitava per a fer un altre transport de material.

Respecte a la part teòrica, cal dir que és una part imprescindible del treball per a poder disposar d'informació necessària per a identificar les diferents roques de les façanes de les cases d'Artés i els seus usos, i comprendre l'evolució geològica del municipi que ha propiciat la seva diversificació rocosa.

Amb els resultats obtinguts un cop finalitzada la part pràctica, es pot constatar que els propòsits de l'inici s'han assolit amb èxit. En el cas de l'itinerari geològic, es pot confirmar que *Instamaps* és una bona eina per a usuaris que no tenen experiència en la creació de rutes perquè és una aplicació senzilla de fer servir. A més, que la població d'Artés pugui disposar de rutes geològiques com la d'aquest treball és una manera més d'enriquir els coneixements dels seus usuaris i de donar a conèixer amb més profunditat el seu entorn. Durant el procés de creació de la ruta, amics i família propera van realitzar part de l'itinerari i

tots van coincidir a dir que havien après alguna cosa nova relacionada amb l'entorn geològic del poble. També els va semblar curiós que, dels carrers pels quals passen cada dia, mai s'haguessin fixat en els diferents colors, fòssils i textures que poden presentar les façanes.

Pel que fa als resultats obtinguts de les emissions de CO<sub>2</sub> en el transport de les roques ornamentals són de 2.932,35 kg CO<sub>2</sub>, atès que hi ha sis punts dels quals no sabem la seva procedència i que les dels punts tretze al setze pertanyen a la zona rural d'Artés i rodalia i, per tant, no comptabilitzen en els càlculs d'emissions totals de CO<sub>2</sub>. Gran part d'aquestes emissions de CO<sub>2</sub> es podrien estalviar utilitzant el mateix tipus de roca o similar però procedents de punts d'extracció més propers al seu destí. Si fos així, i tenint en compte que les roques d'alguns punts ja són prou a prop del municipi, la petjada de CO<sub>2</sub> en aquest cas seria de 414 kg CO<sub>2</sub>.

Comparant aquests dos resultats, s'observa que el CO<sub>2</sub> emès es podria reduir fins uns 2.518,35 kg CO<sub>2</sub> fent servir materials de proximitat. D'aquesta manera, es pot concloure que, com que es disposa de recursos pròxims al municipi, es podria haver reduït gran part del trajecte de transport, es podria haver estalviat part del seu cost econòmic i, a la vegada, es podria haver reduït la contaminació de l'atmosfera.

Per acabar, aquest treball de recerca deixa la porta oberta a noves possibilitats de millora per continuar apropant la geologia a la població. Algunes opcions interessants podrien ser la creació d'una audioguia de la ruta amb *izi.Travel*. Aquesta aplicació permetria escoltar la informació de la ruta a través del dispositiu mòbil només passant-hi a prop, així persones amb deficiència visual també podrien gaudir i enriquir-se dels coneixements de la geologia que ens ofereix Artés i el seu entorn. També es podria proposar a l'Ajuntament del municipi i a algunes entitats de penjar l'enllaç de la ruta a la seva pàgina web per a apropar i facilitar el seu coneixement a tots els vilatans o a altra població interessada. Finalment, també es podrien crear noves rutes amb la plataforma, es podria ampliar aquesta o fer-ne de diferents, per exemple, de monuments o fòssils o es podria estendre el càlcul de la petjada de carboni a altres processos i situacions d'interès pel poble i saber així quin impacte té la seva activitat sobre la contaminació de la zona.

## **FONTS D'INFORMACIÓ**

### **LLIBRES**

Instituto Tecnológico GeoMinero de España. "Granitos de España" (1991)

Instituto Tecnológico GeoMinero de España. "Mármoles de España" (1991)

Roc Maquina. "Piedras naturales" (1997)

### **PÀGINES WEB**

Àgora. (13.06.2018) "Museu de geologia | Institut Caterina Albert." Eliasqb, Josue. [data de consulta: 3 de novembre del 2022] Disponible a

<https://agora.xtec.cat/inscaterinaalbert/categoria/blogs/museu-de-geologia/>

Ambientum. (15.02.2022) "El Petróleo - Enciclopedia Medioambiental." [data de consulta: 23 d'agost del 2022] Disponible a

[https://www.ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/energia/el\\_petroleo.asp](https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/el_petroleo.asp)

AndroidAyuda. (24.06.2020) "Curiositats: De què està fet un cel·lular?" Isaac. [data de consulta: 23 de setembre del 2022] Disponible a

<https://androidayuda.com/ca/de-que-esta-hecho-celular/#Chips>

Bloc de camp. (12.09.2014) "Mineralització tipus red-bed cuprífer a Coll d'Oriol (Baix Llobregat)." Camps, Isaac. [data de consulta: 28 de novembre del 2022] Disponible a

<http://www.blocdecamp.cat/2014/09/mineralitzacio-tipus-red-bed-cuprifer.html>

Blog gencat. (25.03.2015) "Instamaps, una eina de visualització de geoinformació – blog gencat." [data de consulta: 29 d'octubre del 2022] Disponible a

<https://generalitat.blog.gencat.cat/2015/03/25/instamaps-una-eina-de-visualitzacio-de-geoinformacio-2-2/>

COSMOLINUX. (16.11.2021) “Unitat 5 El metamorfisme. Les roques metamòrfiques més importants.” [data de consulta: 26 de novembre del 2022] Disponible a

<http://cosmolinux.no-ip.org/temesBG/unitat5.pdf>

Cupa Stone. (04.12.2018) “Granito, exclusividad y resistencia para construcción y arquitectura.” [data de consulta: 4 de desembre del 2018] Disponible a

<https://www.cupastone.es/granito-arquitectura-construccion/>

Differbetween. (07.07. 2021) “¿Cuál es la diferencia entre gneis y granito?” Lozano, Lorena. [data de consulta: 23 de setembre del 2022] Disponible a

[https://es.differbetween.com/article/what\\_is\\_the\\_difference\\_between\\_gneiss\\_and\\_granite](https://es.differbetween.com/article/what_is_the_difference_between_gneiss_and_granite)

Edafología Universidad Granada. (01.06.2020) “Evaporitas.” [data de consulta: 26 de novembre del 2022] Disponible a

[http://edafologia.ugr.es/programas\\_suelos/practgen/factform5/evaporitas.htm](http://edafologia.ugr.es/programas_suelos/practgen/factform5/evaporitas.htm)

Els minerals i les roques. bioigeo1.eso. (28.04.2018) “Les roques plutòniques o intrusives. Les roques magmàtiques.” [data de consulta: 2 de setembre del 2022]. Disponible a

<http://nou-projecteeso.text-lagalera.cat/pagina/E-1-B-CA01-SE05-PG02/sessio/E-1-B-CA01-SE05/capsula/E-1-B-CA01/llibre/demo-e/1/b.html>

Geologiaweb. (26.02.2021) “▷ Gneis roca [ PROPIEDADES ] Características y Usos.” Maldonado, Yandry. [data de consulta: 31 d'octubre del 2022] Disponible a

[https://geologiaweb.com/rocas/gneis/#Usos\\_del\\_gneis](https://geologiaweb.com/rocas/gneis/#Usos_del_gneis)

Google Maps. (14.02.2005) “Ver Google Maps.” [data de consulta: 16 d'octubre del 2022] Disponible a <https://www.google.es/maps/?hl=es>

Google Sites. (27.06. 2018) “Classificació de les roques - Biologia i geologia - 4t ESO.” [data de consulta: 9 de juliol del 2022] Disponible a

<https://sites.google.com/site/4biogeo/roques/classificacio>

Hiperpedras. (21.02.2020) “Pórfidos : Usos y Aplicaciones.” [data de consulta: 31 d’octubre del 2022] Disponible a <https://hiperpedras.com/porfidos-usos-y-aplicaciones/>

Historia National Geographic. (19.09.2022) “Vídeo: Así fue la catastrófica erupción del Vesubio que acabó con Pompeya.” Mayans, Carne. [data de consulta: 2 de novembre del 2022] Disponible a

[https://historia.nationalgeographic.com.es/a/video-asi-fue-catastrofica-erupcion-vesubio-que-acabo-pompeya\\_12979](https://historia.nationalgeographic.com.es/a/video-asi-fue-catastrofica-erupcion-vesubio-que-acabo-pompeya_12979)

ICGC. (15.01.2015) “Instamaps.” [data de consulta: 20 de novembre del 2022] Disponible a

<https://www.instamaps.cat/#/>

ICGC. (26.05.2018) “Roques ígnies. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.” [data de consulta: 27 d’agost del 2022] Disponible a

<https://www.icgc.cat/Ciutada/Explora-Catalunya/Atles/Atles-geologic-de-Catalunya/Els-tipus-litologics/Roques-ignies>

ICGC. (26.05.2018) “Roques metamòrfiques. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.” [data de consulta: 10 d’agost del 2022] Disponible a

<https://www.icgc.cat/Ciutada/Explora-Catalunya/Atles/Atles-geologic-de-Catalunya/Els-tipus-litologics/Roques-metamorifiques>



ICGC. (26.05.2018) “Roques sedimentàries. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya.”

[data de consulta: 25 de juliol del 2022] Disponible a

<https://www.icgc.cat/Ciutada/Explora-Catalunya/Atles/Atles-geologic-de-Catalunya/Els-tipus-litologics/Roques-sedimentaries>

MappingGIS. (21.02.2019) “Instamaps: aplicació web para crear mapas online.” Vallejo,

Paulino. [data de consulta: 3 de novembre del 2022] Disponible a

<https://mappinggis.com/2018/11/instamaps-aplicacion-mapas-online/>

Meteorologia en red. (19.09.2017) “Característiques, usos, origen i tipus de roques plutòniques”. Portillo, Germàn. [data de consulta: 22 d'agost del 2022] Disponible a

<https://www.meteorologiaenred.com/ca/rocas-plutonicas.html>

Myubi.tv. (29.11.2020) “per a què serveixen les roques metamòrfiques.” [data de consulta: 11 d'octubre del 2022] Disponible a

<https://ca.myubi.tv/7201-what-are-metamorphic-rocks-used-for>

Myubi.tv. (05.12.2020) “Quins són els usos de les roques ígnies.” [data de consulta: 8 d'octubre del 2022] Disponible a

<https://ca.myubi.tv/914-what-are-some-uses-for-igneous-rocks#>

Rocas y Minerales. (17.08. 2016) “Basalto | Características, usos y propiedades, curiosidades | Piedra, roca.” Alessandro, Manuel. [data de consulta: 1 de novembre del 2022] Disponible a <https://www.rocasyminales.net/basalto/>

Viquipèdia. (18.03.2018) “Carbó.” [data de consulta: 23 d'agost del 2022] Disponible a

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Carb%C3%B3>

Viquipèdia. (última modificació 07.11.2022) “Esquist.” [data de consulta: 19 de setembre del 2022] Disponible a <https://ca.wikipedia.org/wiki/Esquist>

Viquipèdia. (última modificació 24.10.2022) “Magma.” [data de consulta: 9 d’agost del 2022] Disponible a <https://ca.wikipedia.org/wiki/Magma>

Viquipèdia. (última modificació 14.05.2022) “Metamorfisme.” [data de consulta: 26 de novembre del 2022] Disponible a <https://ca.wikipedia.org/wiki/Metamorfisme>

Viquipèdia. (última modificació 31.10.2022) “Minerals silicats.” [data de consulta: 16 d’agost del 2022] Disponible a [https://ca.wikipedia.org/wiki/Minerals\\_silicats](https://ca.wikipedia.org/wiki/Minerals_silicats)

Viquipèdia. (última modificació 07.01.2022) “Recristal·lització.” [data de consulta: 26 de juliol del 2022] Disponible a <https://ca.wikipedia.org/wiki/Recristal%C2%B7litzaci%C3%B3>

Viquipèdia. (última modificació 22.10.2022) “Roca sedimentària.” [data de consulta: 9 de juliol del 2022] Disponible a [https://ca.wikipedia.org/wiki/Roca\\_sediment%C3%A0ria](https://ca.wikipedia.org/wiki/Roca_sediment%C3%A0ria)

Wikipedia. (última modificació 26.05.2020) “Evaporita.” [data de consulta: 26 de novembre del 2022] Disponible a <https://es.wikipedia.org/wiki/Evaporita>

Wikipedia. (última modificació 23.11. 2019) “Formación de Artés.” [data de consulta: 14 de juliol del 2022] Disponible a [https://es.wikipedia.org/wiki/Formaci%C3%B3n\\_de\\_Art%C3%A9s](https://es.wikipedia.org/wiki/Formaci%C3%B3n_de_Art%C3%A9s)

Wikipedia. (última modificació 07.09.2022) “Pórfido.” [data de consulta: 7 de setembre del 2022] Disponible a <https://es.wikipedia.org/wiki/P%C3%B3rfido>

XTEC. (03.03.2020) "06 LES ROQUES." [data de consulta: 4 d'octubre del 2022] Disponible a <http://www.xtec.cat/~ajimeno/cn1eso/06roques/06lesroques.htm>

XTEC. (30.01.2019) "Roques sedimentàries." Farrús, Núria. Solé, Elisabet. Bentoldrà, Irene. [data de consulta: 20 de juny del 2022] Disponible a <http://www.xtec.cat/ceipalber/ciencia/mineroca/sedimentaries.htm>

## FONTS DE LES FIGURES

Figura 1:

[https://prezi.com/6qhfqzkz8mu\\_/meteoritzacio-erosio-transport-i-sedimetacio/](https://prezi.com/6qhfqzkz8mu_/meteoritzacio-erosio-transport-i-sedimetacio/)

Figura 2:

<https://sites.google.com/view/ciencies1eso/la-geosfera/el-cicle-de-les-roques>

Figura 3:

<http://elblogdeluisabiologiaygeologia4eso.blogspot.com/2015/10/concepte-de-roca-la-classificacio-de.html>

Figura 4:

<https://sites.google.com/site/4biogeo/roques/magmatiques>

Figura 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11:

<https://sites.google.com/site/4biogeo/roques/sedimentaries/tipus>

Figura 12:

<http://nou-projecteeso.text-lagalera.cat/pagina/E-1-B-CA01-SE04-PG05/sessio/E-1-B-CA01-SE04/capsula/E-1-B-CA01/lilibre/demo-e/1/b.html>

Figura 13:

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Guix>

Figura 14:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Anhidrita>

Figura 15:

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Evaporita>

Figura 16:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Calcita>

Figura 17:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Dolomita>

Figura 18:

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Carb%C3%B3>

Figura 19:

[http://nou-projecteeso.text-lagalera.cat/pagina/E-1-B-CA01-SE04-PG06/sessio/E-1-B-CA01-SE04/cap\\_sula/E-1-B-CA01/lilibre/demo-e/1/b.html](http://nou-projecteeso.text-lagalera.cat/pagina/E-1-B-CA01-SE04-PG06/sessio/E-1-B-CA01-SE04/cap_sula/E-1-B-CA01/lilibre/demo-e/1/b.html)

Figura 20:

[http://nou-projecteeso.text-lagalera.cat/pagina/E-1-B-CA01-SE04-PG05/sessio/E-1-B-CA01-SE04/cap\\_sula/E-1-B-CA01/lilibre/demo-e/1/b.html](http://nou-projecteeso.text-lagalera.cat/pagina/E-1-B-CA01-SE04-PG05/sessio/E-1-B-CA01-SE04/cap_sula/E-1-B-CA01/lilibre/demo-e/1/b.html)

Figura 21:

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Quars>

Figura 22:

<https://www.icgc.cat/Ciutada/Explora-Catalunya/Atles/Atles-geologic-de-Catalunya/Els-tipus-litologics/Roques-sedimentaries>

Figura 23:

<https://sites.google.com/site/4biogeo/roques/sedimentaries/tipus>

Figura 24:

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Quarsita>

Figura 25:

<https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1rmol>

Figura 26:

[http://nou-projecteeso.text-lagalera.cat/pagina/E-1-B-CA01-SE05-PG02/sessio/E-1-B-CA01-SE05/caps\\_ula/E-1-B-CA01/lilibre/demo-e/1/b.html](http://nou-projecteeso.text-lagalera.cat/pagina/E-1-B-CA01-SE05-PG02/sessio/E-1-B-CA01-SE05/caps_ula/E-1-B-CA01/lilibre/demo-e/1/b.html)

Figura 27:

<http://www.xtec.cat/~ajimeno/cn1eso/06roques/06lesroques.htm>

Figura 28:

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Basalt>

Figura 29:

<http://www.ub.edu/clasfroc/ca/content/roques-%C3%ADgnies/classificaci%C3%B3-basada-en-la-textura>

Figura 30:

[https://ca.wikipedia.org/wiki/Roca\\_%C3%ADgnia](https://ca.wikipedia.org/wiki/Roca_%C3%ADgnia)

Figura 31, 32:

<https://ca.wikipedia.org/wiki/Art%C3%A9s>

Figura 33:

<https://es.weatherspark.com/y/45921/Clima-promedio-en-Art%C3%A9s-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o#Figures-Summary>

Figura 37:

[https://www.instagram.com/p/d1e822061d1ae219f850beed569/BICIBUS\\_SANT\\_JULIA\\_D\\_ALFOU\\_-\\_CARDEDEU.html#15/41.6438/2.3718](https://www.instagram.com/p/d1e822061d1ae219f850beed569/BICIBUS_SANT_JULIA_D_ALFOU_-_CARDEDEU.html#15/41.6438/2.3718)

Figura 40:

<https://www.movilidad-idaa.es/destacados/emisiones-de-co2-por-modos-de-transporte-motorizado>