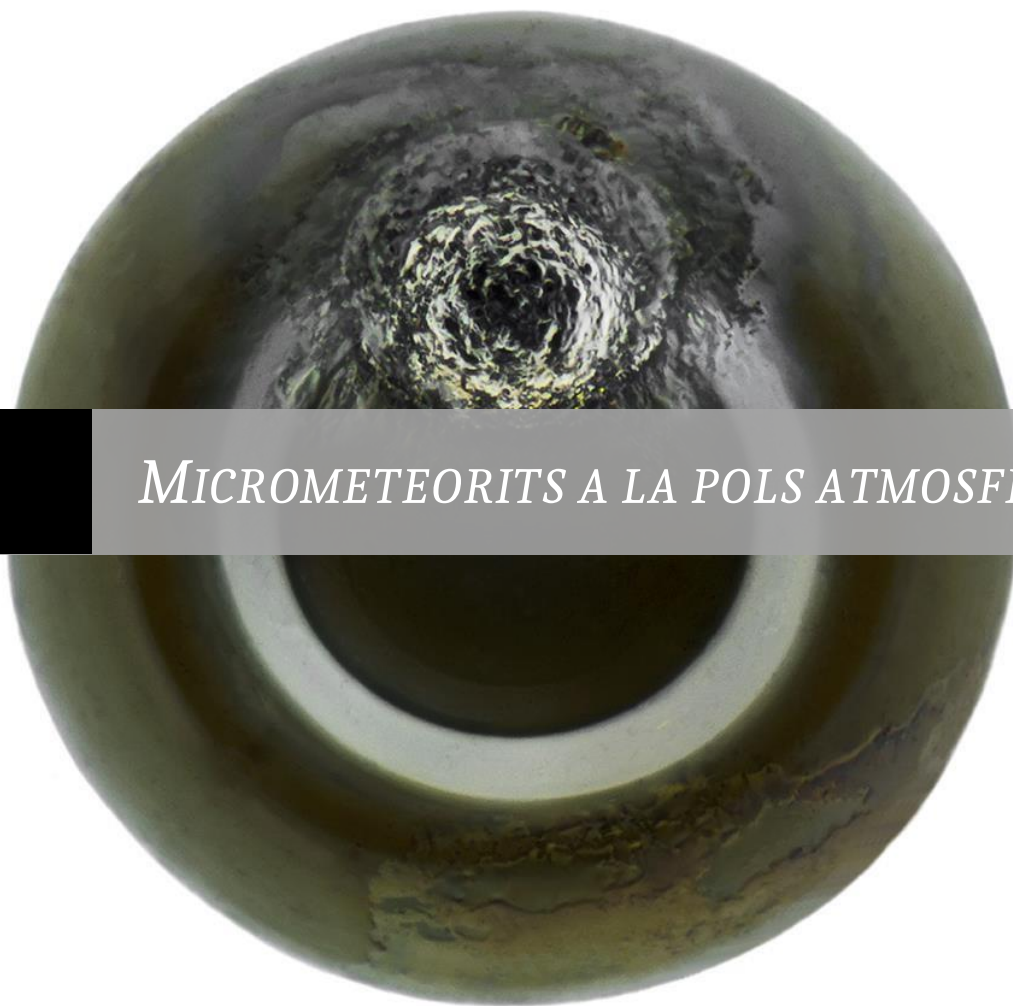




MICROMETEORITS A LA POLS ATMOSFÈRICA ?

ÍNDIX

Part teòrica

1. INTRODUCCIÓ	2
2. L'ATMOSFERA	6
2.1. Origen i composició	7
3.1 La Troposfera	10
3.2. Processos meteorològics.....	11
3.3. Contaminants atmosfèrics : gasos i partícules en suspensió de la troposfera.....	15
3.3.1 Contaminants primaris	16
3.3.2. Contaminants secundaris.....	21
5. L'EFECTE HIVERNACLE	24
6. CANVI CLIMÀTIC.....	27
7. PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA I FORMULACIÓ DE LA HIPÒTESI.....	29
8. MATERIAL I METODOLOGIA.....	30
8.1 Material	30
8.2 Metodologia.....	35
9. RESULTATS I ANALISI DE DADES	37
9.1 Anàlisis de resultats : Mostra universitat.....	37
9.2. Diari de treball	42
10. CONCLUSIONS	61
13. BIBLIOGRAFIA	67

1. INTRODUCCIÓ

La contaminació atmosfèrica, ha augmentat considerablement en els últims anys, degut sobretot a un ascens del sector industrial, i a l'ús d'energies no renovables com el petroli i el carbó. Aquests esdeveniments han provocat que la contaminació atmosfèrica per metalls pesants augmenti considerablement en les zones urbanes. La contaminació atmosfèrica, pot provocar i augmentar el risc de produir malalties respiratòries agudes com la pneumònia, el càncer de pulmó i malalties cardiovasculars.



Fig 1. Gran quantitat de vehicles circulant. Aquests produeixen la gran quantitat de contaminants a les àrees urbanes.

Concretament el tràfic és el major contaminant en aquestes àrees ja que els vehicles són els grans generadors i els que més aportacions de metalls pesants i hidrocarburs emeten cap a la atmosfera. Generalment els majors contribuents en són els vehicles particulars com cotxes i motos, en especial els que generen major fonts d'emissions de partícules són els motors dièsel. A part d'emetre partícules a través del tub d'escapament. També s'emeten d'altres maneres, com la combustió mitjançant el desgast dels pneumàtics, el desgast dels frens, el deteriorament de la carrosseria dels vehicles i el desgast de les carreteres.

L'objectiu principal del treball serà analitzar la pols terrestre i per tant apropar-se al món de la composició química i mineral de les micropartícules sòlides de l'aire que ens envolta, a partir de l'observació i anàlisi de la pols que es diposita al terra. Per tant es presenta una aproximació d'un concepte geoquímic a la vida quotidiana. Com a objectiu secundari potser trobem algun micrometeorit: cossos metàl·lics provinents d'asteroides que tenen una mida més petita que un gra de sorra.

La part pràctica del treball, tracta d'analitzar i comparar la composició atmosfèrica, entre les regions de Catalunya i el País Basc, dues de les comunitats més interessants per analitzar degut a que compten amb una llarga tradició industrial. El País Basc compta amb una gran quantitat d'indústries metal·lúrgiques i constructores navals. Per altra banda Barcelona compta amb molta indústria de l'automòbil, i una elevada població d'uns 7.609.499 habitants que per tant implica una elevada mobilitat, amb un total de 293.942 vehicles matriculats el passat 2019. Tot això sota la hipòtesis principal del treball : Potser la pols atmosfèrica es compon de silicats i micrometeorits?

Matriculación de vehículos, 2019 (p) Por tipos. Provincias					
	Barcelona	Girona	Lleida	Tarragona	Cataluña
Turismos	163.567	16.583	8.920	17.597	212.167
Autobuses	593	78	25	39	735
Motocicletas	37.069	4.186	1.099	3.355	45.709
Camiones y furgonetas	23.955	2.533	2.022	2.420	30.930
Tractores industriales	874	332	503	253	1.962
Otros	1.852	262	75	242	2.431
Total	232.910	24.374	12.644	24.014	293.942

Fig 2. Taula estadística vehicles matriculats a Catalunya. Podem veure el total de vehicles matriculats a Catalunya al 2019.

Finalment agrair la col·laboració del projecte forces. El projecte forces ha sigut un projecte provinent de la universitat de geologia. Com s'ha esmentat anteriorment els objectius d'aquest projecte han estat fer un anàlisi del pols atmosfèric i de forma secundaria la possible troballa de micrometeorits. El projecte forces ha estat un liderat pels professors de la universitat de geologia Elisabet Playà i Telm Bover que ens han ajudat amb tot el que han pogut, oferint material per poder realitzar el treball de recerca de la millor manera possible. D'altra banda hem tingut un tercer representat del projecte forces, aquest ha estat Guillem. En Guillem és un alumne de la facultat de geologia de Barcelona el qual estava fent el seu treball de final de grau sobre els treballs de recerca d'alumnes de 2n de Batxillerat. La seva funció ha estat ser un intermediari entre la Universitat i nosaltres, també ha estat a la nostra disposició durant tot el treball i ens a resolt dubtes a més d'oferir-nos material com vídeos, fotografies i documents científics relacionats amb el treball de recerca.

Per últim cal esmentar la presència del Raúl i la Maria, dos alumnes de 2n de Batxillerat els quals també han realitzat el treball de recerca amb el projecte. Que hi fóssim tres persones realitzant el treball de recerca sobre el mateix tema ha estat molt enriquidor per al projecte, ja que cadascú a orientat el tema d'una manera diferent, però seguint la mateixa base del treball. A més hem pogut comparar resultats de les mostres obtingudes i així obtenir diferents punts de vista i conclusions.



Fig 3. Logotip projecte forces de la Universitat de Barcelona.

2. L'ATMOSFERA

Primerament per poder entendre gran quantitat del contingut que hi trobarem al treball a partir d'aquest moment, cal tindre un concepte molt clar. La Terra, és un sistema format per la biosfera, la hidrosfera, l'atmosfera i la geosfera. Qualsevol modificació, alteració o variació d'alguna variable dins d'aquests, provoca canvis que afecten al sistema complert, es a dir, a la Terra. L'atmosfera és una capa fluïda d'uns 10000 km de gruix que envolta la terra. Està formada per gasos, líquids i sòlids en suspensió. El 95% de la massa de l'atmosfera es troba en els primers 15km, a la capa anomenada Troposfera en la qual ens fixarem especialment.

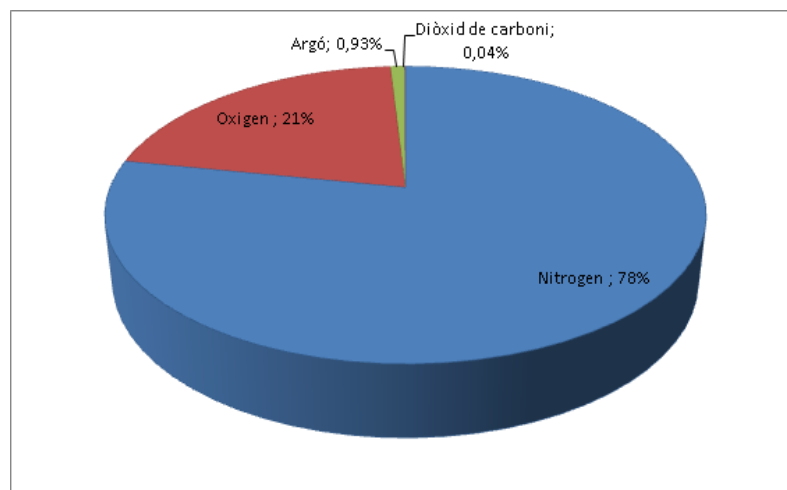


Fig 4. Estadística amb la composició de gasos atmosfèrics. Podem veure que hi predomina el nitrogen amb un 78%, acompanyat per l'oxigen. Finalment en una quantitat molt petita trobem l'argó i el diòxid de carboni.

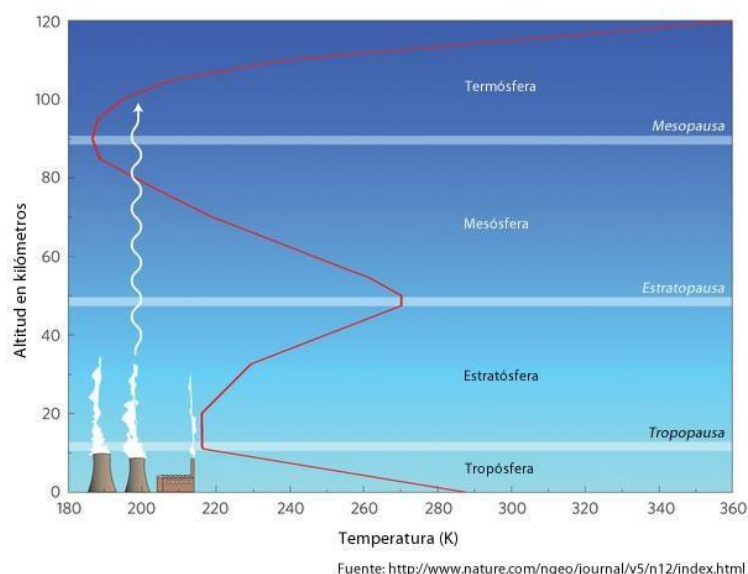


Fig 5. Gràfica que mostra la variació de temperatura a mesura que augmenta l'altura.

2.1. Origen i composició

L'atmosfera es va formar aproximadament fa uns 4.500 milions d'anys, en un procés el qual es pot dividir en 4 etapes. Hem de saber l'origen i la creació de l'atmosfera, degut a que aquesta ha suportat gran quantitat de canvis des dels seus inicis. Per tant si coneixem la seva evolució durant el llarg de la historia podrem veure com ha canviat, i així comparar l'atmosfera inicial amb l'atmosfera que trobem avui dia.

Primera etapa (500 milions d'anys)

Primerament l'atmosfera terrestre estava formada simplement per dos components, hidrogen (H) i heli (He) , els primers elements producte de la nucleosíntesi* solar. A partir de l'heli i l'hidrogen i successives reaccions de fusió a l'espai, es van poder formar altres elements més pesats.

La Terra era un planeta geològicament molt actiu, degut a la naturalesa del seu nucli per tant la gran abundància de volcans van formar una atmosfera primitiva, en la seva gran majoria, composta per vapor d'aigua, diòxid de carboni, sofre i nitrogen. Els gasos més lleugers com l'heli i l'hidrogen van escapar ja que no van poder ser retinguts per la força de gravitatòria.

Segona etapa (1.000 milions d'anys)

La superfície terrestre va començar a refredar-se de manera molt lenta, de manera que els gasos que contenien aquesta atmosfera primitiva van acabar condensant-se fins arribar a precipitar sobre la superfície. Aquestes precipitacions van anar omplint les conques produïdes per l'elevada activitat tectònica del planeta que van acabar formant els mars i oceans. Però aquesta no és l'única teoria acceptada a l'actualitat, respecte l'origen de l'aigua, trobem diferents teories.

Una de molt recent i amb bastant pes, trobem la hipòtesi exògena, aquesta planteja la introducció d'aigua a la Terra a partir d'estels, o meteoroides* amb grans quantitats d'aigua, procedents del cinturó d'asteroides. Trobem una relació entre els isòtops de l'hidrogen (H), que apunten cap a asteroides, ja que en aigües oceàniques es van trobar percentatges similars d'impureses en condrites carbonades.

També en els últims mesos, concretament el 28 d'Agost de 2020, la revista científica Science, va publicar un article on es plantejava la hipòtesis on es deia que la major part de l'aigua a la Terra, sempre hi havia estat allà des de les primeres etapes de formació de la Terra. Aquesta hipòtesis ve formulada a través del descobriment dirigit per Laurette Piani juntament amb el seu equip. Piani i el seu equip es van dedicar a analitzar la composició de condrites* amb una composició semblant a la Terra, on van mesurar el contingut d'hidrogen en aquestes condrites. Els seus resultats, van mostrar que les roques primitives de la Terra, probablement contenen suficient aigua per proporcionar al menys tres vegades la quantitat d'aigua present avui dia en els nostres oceans.

Tercera etapa (2.400 a 2.700 milions d'anys)

Van haver de passar 1.000 milions d'anys per l'aparició de les bactèries*, la primera forma de vida al planeta. Van tenir un paper fonamental a la creació d'una atmosfera habitable. Eren bactèries unicel·lulars*, i capaces de produir oxigen a la seva fotosíntesi. Aquestes bactèries utilitzaven l'oxigen (O_2) com a receptor final de la seva fotosíntesi, això no significa que no creessin oxigen, sinó que eren capaces de dissoldre l'oxigen a l'aigua (H_2O) i formar oxigen gasos. D'aquesta manera s'anava reduint la quantitat de diòxid de carboni i augmentant l'oxigen a l'atmosfera.

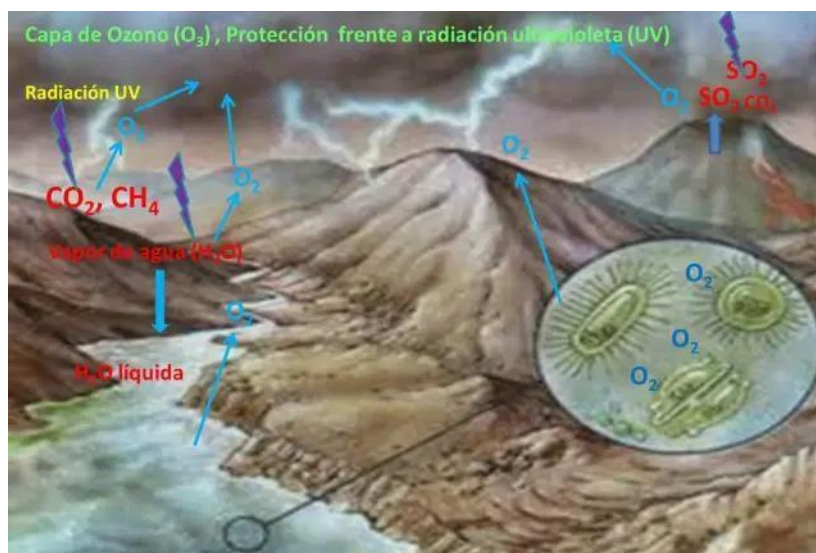


Fig 6. Variació de gasos en l'atmosfera primitiva gracies a l'aportació d'oxigen dels cianobacteris.

Quarta etapa (2.700 milions d'anys fins l'actualitat)

Després de molts milions d'anys, l'activitat fotosintètica d'aquests organismes, va anar canviant la composició de l'atmosfera terrestre fins a transformar-la en una mescla de gasos de caràcter oxidant. En l'estratosfera*, una part de l'oxigen va reaccionar en absorbir l'energia dels raigs ultraviolats del Sol, i es va formar la capa d'ozó. Els processos de formació i destrucció d'aquest gas intercepten el 90% de la radiació ultraviolada solar. Sota la protecció de la capa d'ozó estratosfèric, els organismes van poder colonitzar les terres emergides. Finalment l'atmosfera es va acabar convertint en la capa que coneixem avui dia amb un 78% de nitrogen (N), un 21% d'oxigen (O₂), i dins de l'1 % sobrant hi trobem en major quantitat l'Argó (Ar) i el diòxid de carboni (CO₂). Aquesta quantitat de gasos és la ideal per a la existència de vida al nostre planeta, si hagués alguna variació en la composició d'algun dels gasos no hi hauria la mateixa vida a la terra.

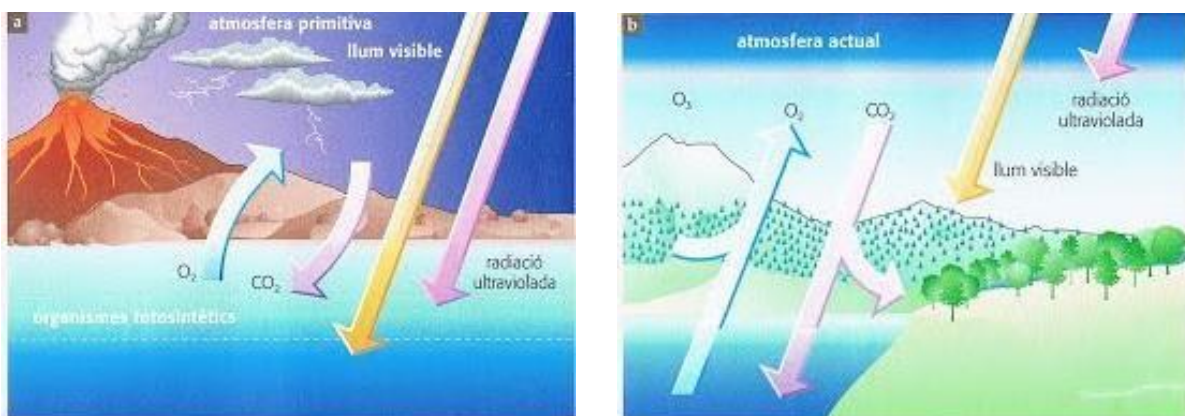


Fig 7. Comparació entre l'atmosfera primitiva i l'atmosfera actual.

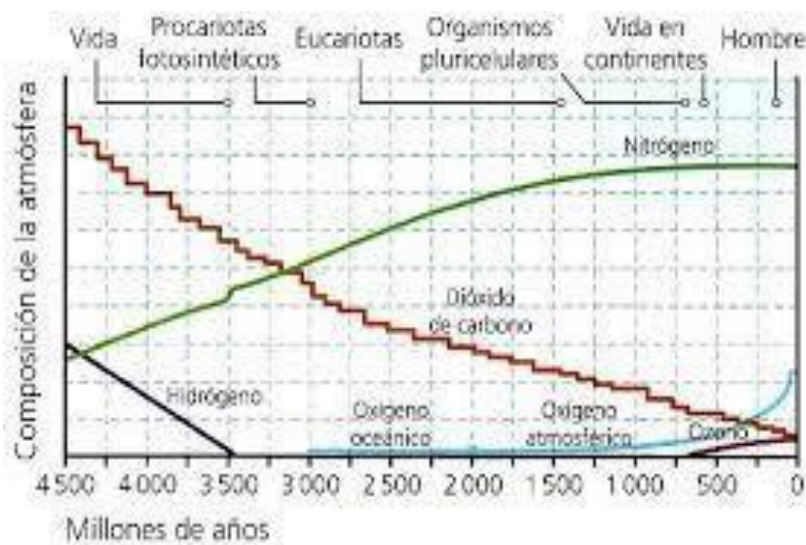


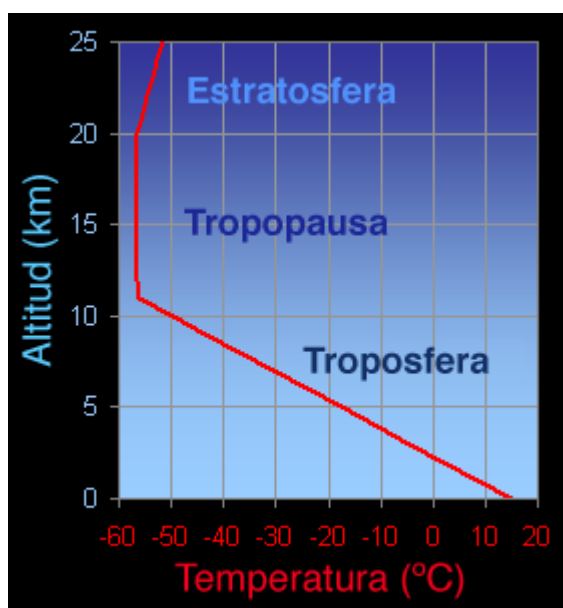
Fig 8. Gràfica on es representa la variació de la composició atmosfèrica des de fa 4.500 milions d'anys fins l'aparició de l'home a la Terra.

3. LA COMPOSICIÓ DE L'AIRE TROPOSFÈRIC

Únicament ens centrarem en la composició de l'aire de la Troposfera, degut a que és la capa on es recullen la gran majoria d'elements contaminants i partícules en suspensió.

3.1 La Troposfera

La Troposfera és la capa més inferior de l'atmosfera i arriba fins als 12 km d'altitud i per tant la que es troba en contacte amb la superfície terrestre. És una capa molt sensible als canvis i processos meteorològics que es duen a terme dins d'aquesta, processos com la evaporació dels oceans, el cicle de l'aigua, la fotosíntesis de les plantes i les activitats dels éssers vius com la respiració d'animals i éssers humans. A més de tots els processos que es duen a terme en aquesta capa, destaca per la regulació de l'efecte hivernacle, gràcies a la gran presència d'un 78% de nitrogen, un 21% d'oxigen i altres gasos com vapor d'aigua, argó i diòxid de carboni. Aquest fet provoca que l'aigua de la superfície terrestre no es congeli, mantenint una temperatura mitjana a la part inferior d'uns 15 °C, i una temperatura mitjana a la part superior d'uns -75 °C. Referent a la pressió i la densitat de l'aire varia segons en l'altitud en la qual ens trobem. En una altitud d'uns 10 km la pressió i la densitat, seran menors que a una altura d'uns 2 km. Per tant la pressió i densitat disminueix en augmentar l'altura.



La Troposfera comprèn l'espai entre l'escorça terrestre fins a la tropopausa zona de transició entre la troposfera i l'estratosfera. Té un gruix que va des dels 9 km sobre els pols i els 18 km sobre l'equador, amb una altura mitjana d'uns 12 km. Aquesta capa conté l'aire que respirem i hi tenen lloc els processos climàtics de la Terra.

Fig 9. Gràfica amb la variació de temperatura a la Troposfera.

3.2. Processos meteorològics

A la Terra el clima i els processos meteorològics varien segons l'època de l'any en la qual ens trobem i la posició, a més d'altres factors com: La distància al mar, l'altitud, la orientació, la densitat de població i la latitud.

Primerament per entendre com es formen els núvols i les precipitacions, hem d'esmentar la dinàmica dels vents a l'atmosfera. Els vents es generen a partir de dos fenòmens meteorològics, els anticiclons i les borrasques. Els anticiclons, representats als mapes meteorològics amb la lletra A, són masses d'aire que tenen un moviment en sentit horari. Solen ser fixes amb un petit desplaçament cap a l'est i tendeixen a descendir. Per altra banda les borrasques, representades als mapes meteorològics amb la lletra B, tenen un moviment en sentit antihorari i al contrari dels anticiclons són més mòbils i es dirigeixen cap a l'est, a més tendeixen a ascendir degut a les seves baixes pressions. Aquests moviments dels anticiclons i les borrasques són d'aquesta manera gràcies a la força de Coriolis. És un fenomen que es produeix degut al moviment rotacional de la Terra, i fa que qualsevol cos en moviment es desviï de la seva trajectòria en línia recta. A l'hemisferi nord provoca que els fenòmens meteorològics anteriors actuïn de la manera explicada, en canvi a l'hemisferi sud actuen completament diferent degut a la inclinació de l'eix de rotació de la Terra.

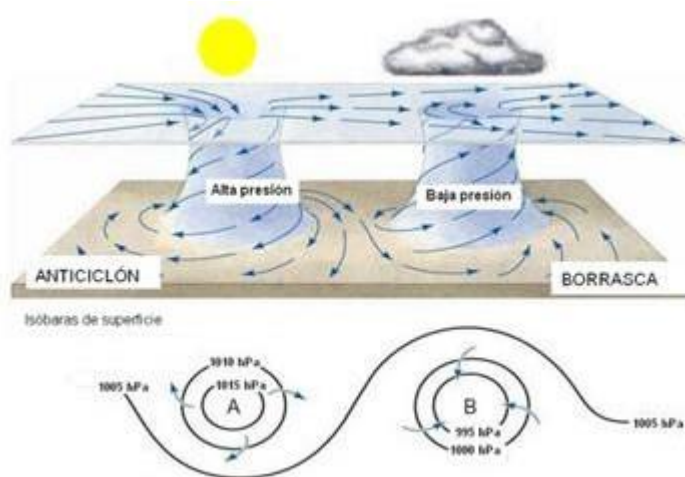


Fig 10. Explicació del funcionament dels anticiclons i les borrasques i com actua la pressió en cada cas.

Ara que ja sabem la dinàmica dels vents, ens centrarem en les maneres de formació de núvols i precipitacions.

Fenòmens de convecció

L'aire que circula a la superfície terrestre i es troba a baixes pressions s'escalfa degut a l'energia calorífica del sol i la radiació que transmet el sòl calent. Això fa que les micropartícules* que formen l'aire es trobin en constant moviment i disminueix la seva densitat, aquesta disminució de la densitat fa que l'aire ascendeixi. Quan la massa d'aire ascendeix es va refredant i les micropartícules que conté estiguin cada vegada més estàtiques, produint un augment de la seva densitat i provocant que descendeixi. Aquest cicle continu provoca els fenòmens de convecció.

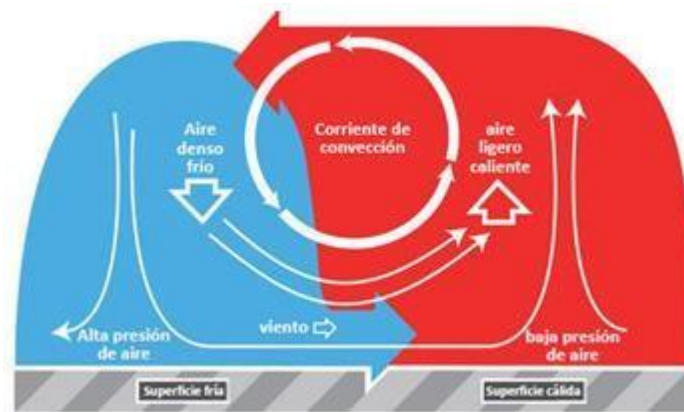
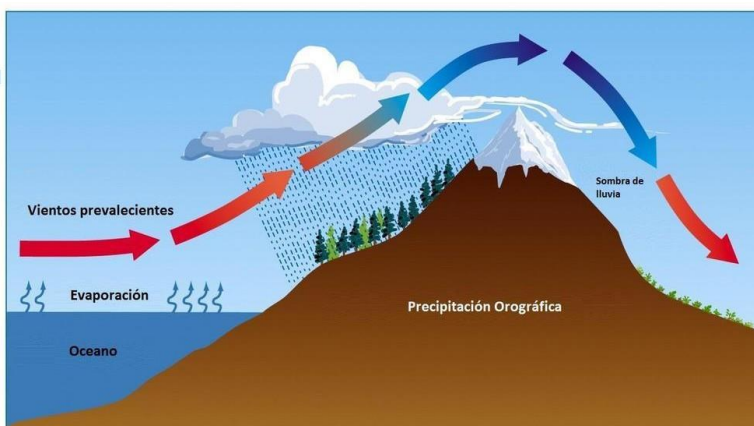


Fig 11. Fenòmens de convecció a l'atmosfera.

Ascensió orogràfica

L'ascensió orogràfica es tracta d'una massa d'aire que es veu obligada a ascendir per un relleu. Això fa que aquest, es refredi fins a condensar-se. Per l'altra banda de la muntanya, succeeix un fenomen anomenat efecte Föhn, el qual genera



normalment masses d'aire molt seques acompanyada d'una zona desèrtica.

Fig 12. Fenomen d'ascensió orogràfica.

Fronts

Per últim cal parlar dels fronts, aquests són masses d'aire a diferents temperatures, freds o calents. La massa d'aire més fred tendeix a romandre prop del terra i l'aire calent ascendeix fins a condensar-se. La línia imaginària que separa les dues masses s'anomena front. Com s'ha mencionat anteriorment distingim dos tipus de fronts depenen de la seva temperatura. Els fronts càlids, es tracten de masses d'aire calent que xoca contra una massa d'aire fred. Aquest ascendeix suaument formant núvols horitzontals anomenats estrats. Els fronts càlids normalment deriven en pluges suaus.

Per altra banda els fronts freds són masses d'aire freda que xoquen contra una massa d'aire calenta que la fa ascendir formant núvols verticals anomenats cumulonimbus, xàfecs o tempestes.

Per últim trobem els fronts oclusos, que es tracten de la unió d'un front càlid i un front fred, generen pluges suaus o fortes.

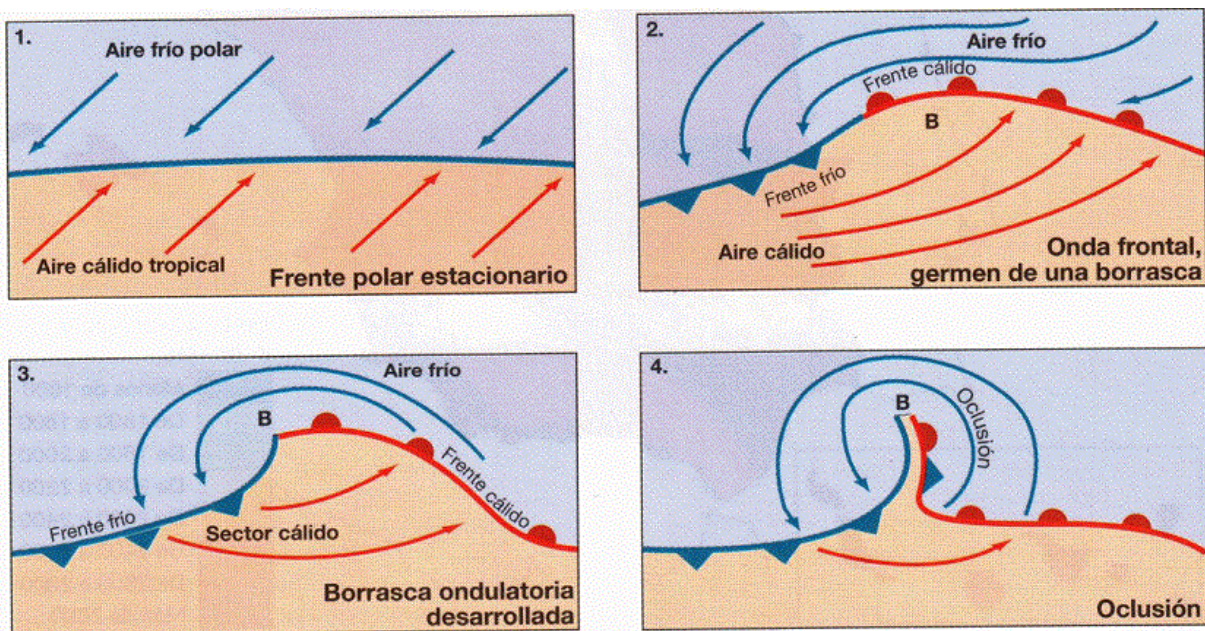


Fig 13. Comportament dels fronts freds i els fronts càlids.

Finalment a nivell de contaminació, la troposfera és la capa que alberga la major quantitat de contaminació. Als 500 metres d'altura des de l'escorça terrestre trobem l'anomenada "capa bruta". S'anomena d'aquesta manera degut a que en aquesta capa trobem tota la pols en suspensió provinent de deserts, contaminació, incendis, combustió de vehicles i erupcions volcàniques. Aquesta pols ajuda a la condensació del vapor d'aigua que juntament amb els fluxos de convecció, la temperatura i la pressió de la troposfera genera els fenòmens meteorològics com les precipitacions, els núvols i el vent.

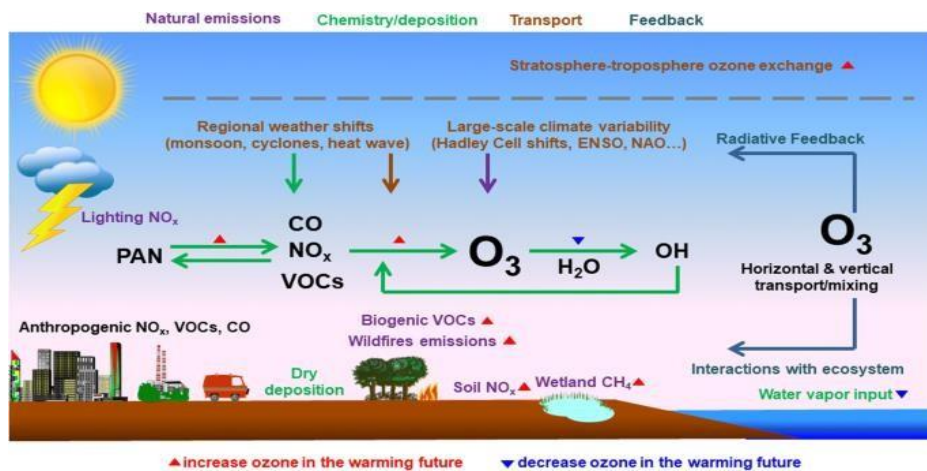


Fig 14. Gasos que trobem a la capa bruta dins de la Troposfera.

3.3. Contaminants atmosfèrics : gasos i partícules en suspensió de la troposfera

La troposfera és la capa més inferior de l'atmosfera i està en contacte amb la superfície terrestre, alberga una gran quantitat de gasos i partícules. La composició principal de gasos de la troposfera corresponen a un 78 % de nitrogen, 21 % d'oxigen i la resta està dividit entre diferents gasos : (argó, diòxid de carboni i vapor d'aigua).



Fig 15. Expulsió de gasos d'efecte hivernacle per una indústria.

La resta de sistemes no atmosfèrics, provoca una variació a la química troposfèrica amb les erupcions volcàniques, incendis forestals, raigs i radiació ultraviolada a més de l'evaporació de rius i oceans, la respiració dels éssers vius que allibera gasos a l'atmosfera com el diòxid de carboni, oxigen i vapor d'aigua. Tot i això realment qui genera un gran desajust a la química troposfèrica es l'activitat humana, amb activitats com la crema de combustibles fòssils, que genera òxids de sulfurs que deriven en l'àcid sulfúric. També els gasos provinents dels tubs d'escapament dels vehicles, que produeixen òxids de nitrogen que faciliten la formació d'àcids nítrics i smog*. Totes aquestes substàncies i gasos esmentats juntament amb d'altres creen la contaminació atmosfèrica.



Fig 16. Contaminants primaris i secundaris que es llancen a l'atmosfera.

La contaminació atmosfèrica es tracta de la presència a l'aire de formes d'energies o de matèries en concentracions elevades sobre el nivell ambiental normal, es a dir, qualsevol tipus de canvi que pugui trencar l'equilibri dinàmic del sistema que provoqui un risc, dany o alguna molèstia greu a persones o qualsevol tipus de benestar natural (fauna, flora, rius, muntanyes oceans ...). Els contaminants els podem trobar de dos tipus primaris i secundaris.

Els contaminants primaris són els contaminants que s'emeten directament a l'aire atmosfèric, la gran majoria són partícules, que es poden trobar sedimentades o en suspensió. En canvi els contaminants secundaris són una mescla química entre contaminants primaris o entre elements ja existents de l'atmosfera i contaminants primaris.

3.3.1 Contaminants primaris

Òxids de carboni (□□□□)

El monòxid de carboni és un gas que a temperatura ambiental i pressió atmosfèrica és incolor, inodor, insípid, inflamable i tòxic. És el contaminant més abundant de l'aire atmosfèric. L'origen de l'excés de monòxid de carboni prové generalment de la combustió de combustibles fòssils i la combustió dels vehicles, que quan es troba amb gran quantitat d'oxigen genera diòxid de carboni. També el metà que es produeix per la descomposició de matèria orgànica i la ramaderia, és una de les principals fonts de monòxid de carboni. De forma natural el podem trobar provinent dels incendis forestals i les erupcions volcàniques. El monòxid de carboni té efectes molt perjudicials per a la salut penetrant dins l'organisme per via aèria, i arriba fins al pulmons on pot arribar a provocar una disminució de la capacitat de transport d'oxigen a la sang. Per tant produeix una mala oxigenació d'òrgans i teixits, donant lloc malalties cardiovasculars, danys al sistema nerviós, mals de cap, fatiga i marejos.



Fig 17. Infografia de les formes del diòxid de carboni a la nostra societat.

Diòxid de carboni (□□□)

El diòxid de carboni és un gas inodor, incolor, lleugerament àcid i no inflamable. És soluble en aigua quan la pressió es manté constant, i està format per una molècula lineal d'un àtom de carboni lligat a dos àtoms d'oxigen, de la forma $O = C = O$.

El diòxid de carboni prové dels processos de respiració i fotosíntesi a més dels incendis forestals i la crema de combustibles fòssils (fusta i biomassa fonamentalment). Pel que fa als complexos industrials, el sector energètic és responsable de la major part de les emissions de diòxid de carboni amb un 91,8% del total, i dins d'ell mateix, el sector transport figura amb el 29,9%, a causa fonamentalment de la crema de gas, gasolina i altres derivats del petroli. La indústria del ciment i les plantes d'incineració de residus representen el 6,4% de total emès, i com a fonts minoritàries, es troben la indústria química i la indústria metal·lúrgica amb un 1,8%.

La inhalació d'elevades concentracions, pot originar hiperventilació, pèrdua de coneixement, taquicàrdies i mals de cap. Si l'exposició és perllongada o repetitiva pot provocar alteracions en el metabolisme de la persona.

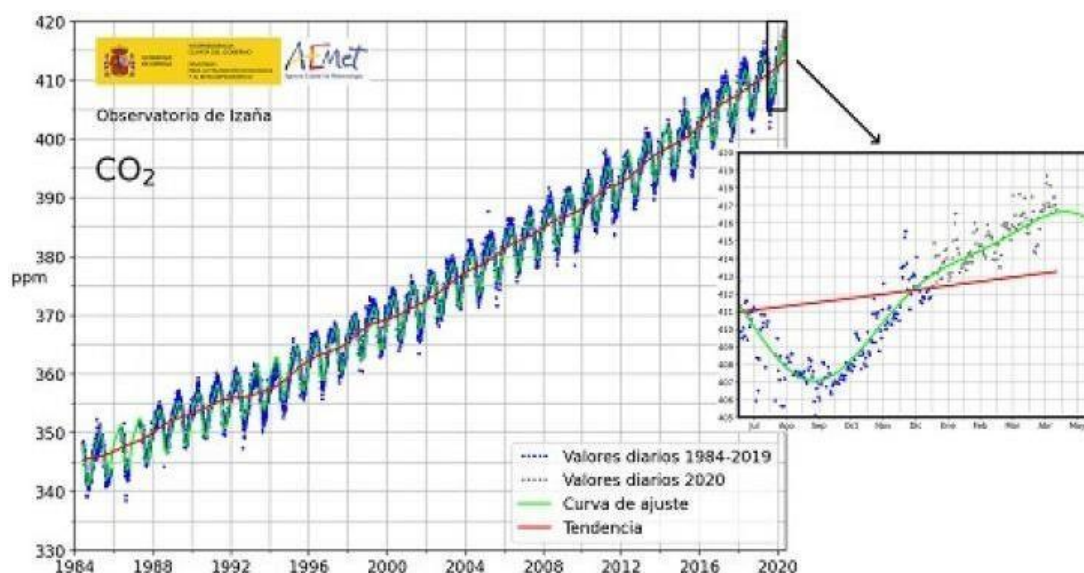


Fig 18. Gràfica on es representen els valors de diòxid de carboni des del 1984 fins al 2020.

Compostos de sofre

El compost de sofre més abundant és el diòxid de sofre (SO_2), un gas incolor, no inflamable i caracteritzat per un olor insuportable e irritant. Aquest gas s'origina a partir de la combustió de recursos fòssils, especialment el carbó i combustibles dièsel. Aquests processos tenen lloc en centrals tèrmiques, processos industrials, tràfic de vehicles pesants i calefaccions de carbó. També trobem aquest compost en fonts naturals com erupcions volcàniques.

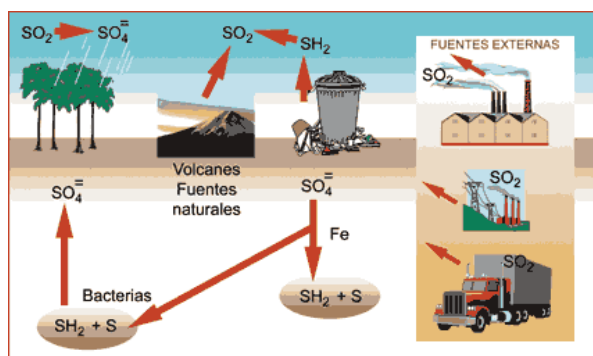


Fig 19. Infografía on es representa les diferents procedències dels compostos de sofre.

El diòxid de sofre és molt corrosiu i pot afectar a construccions de naturalesa calcària pissarres i ciments, a més de metalls com el ferro i l'acer. També pot afectar a la vegetació causant danys a les fulles i afectant així a la fotosíntesi. Pel que fa l'ésser humà aquest compost pot ser molt nociu causant irritació i inflamació al sistema respiratori, donant lloc a afeccions i insuficiències pulmonars. També altera el metabolisme de les proteïnes i pot generar mal de cap i ansietat.

A més dels efectes nocius esmentats anteriorment trobem un dels problemes ambientals més preocupants, la pluja àcida. La pluja àcida es forma quan la humitat de l'aire es combina amb òxids de nitrogen, diòxid de sofre o triòxid de sofre emesos per fàbriques, centrals elèctriques, calderes de calefacció i vehicles que cremen carbó o productes derivats del petroli que continguin sofre. Aquests compostos interaccionen amb l'aigua de la pluja, formant gasos com àcid nítric, àcid sulfurós i àcid sulfúric. Conseqüentment, aquests acaben precipitant dissolts amb la pluja i constitueixen la pluja àcida.



Fig 20. Dibuix de com es forma la pluja àcida.

Per altra banda en trobem el disulfur d'hidrogen és un gas incolor molt perillós, caracteritzat per la seva mala olor a ous podrits. S'obté a partir de refineries de petroli i fàbriques de gas i també s'origina a partir de la descomposició de matèria orgànica i deixalles humanes i animals, per exemple a les aigües del clavegueram. Depenent de la quantitat del gas al qual s'està exposat afecta d'una manera o una altra. En baixes concentracions pot provocar irritació als ulls, nas, gola o sistema respiratori. Per altra banda en altes quantitats pot provocar efectes greus com estat de shock, insuficiència respiratòria, coma i fins i tot la mort. També podem trobar petites concentracions d'àcid sulfúric al carburant i l'oli dels vehicles que no han tingut un combustió total.

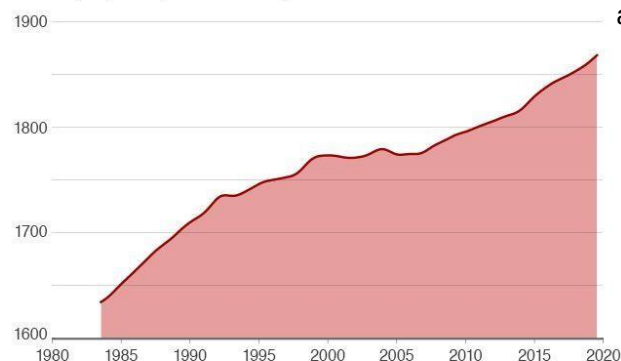
Hidrocarburs

Els hidrocarburs són compostos d'àtoms de carboni i hidrogen, no són biodegradables, són solubles en solucions orgàniques, i insolubles en medi aquós. L'hidrocarbur més abundant a l'atmosfera és el metà, que es produeix a partir de la descomposició de la matèria orgànica i la ramaderia. Aquest gas és un dels majors responsables de l'efecte hivernacle. També pot provenir de depuradores i abocadors, ja que la matèria orgànica residual es descompon i produeix metà.

Igualment trobem hidrocarburs en la evaporació de pintures, laques i vernissos i finalment de manera més abundant es produeixen a les indústries petrolieres i vehicles. Els hidrocarburs que provenen del petroli són els més nocius ja que causen grans alteracions en els ecosistemes com variacions en les cadenes tròfiques. En major part afecta a les grans ciutats, ja que pot produir alteracions genètiques als ciutadans produint : càncer i afeccions respiratòries i cardíaques.

La producción de metano continúa aumentando

Metano (en partes por mil millones)



Fuente: NOAA

BBC

Fig 21. Gràfica de la producció de metà des del 1980 fins al 2020.

Metalls pesants

Els metalls pesants són elements químics de massa atòmica i densitat elevades presents a l'atmosfera on partícules i petites concentracions. Aquests metalls són tan perillosos degut a que no es poden degradar ni químicament ni biològicament, a més tendeixen a acumular-se en organismes vius i es transfereixen a partir de les cadenes alimentaries. Entre els més nocius podem destacar el plom, el cadmi, el mercuri i el níquel. L'origen d'aquests metalls pesants provenen de la combustió de combustibles fòssils, la indústria metal·lúrgica, nuclear, espacial, mineral i d'incineració de residus. Un dels més perillosos és el mercuri, que es desprèn de la combustió del carbó i la crema de residus industrials i urbans.

Un gran exemple de contaminació de metalls pesants, és la Malaltia de Minamata.

És una síndrome de neurologia greu i permanent causat per un enverinament per mercuri. Els símptomes inclouen atàxia, alteració sensorial en mans i peus, deteriorament dels sentits i en casos extrems, paràlisi i mort.

La malaltia de Minamata es denomina així perquè la ciutat de Minamata, Japó, va ser el centre d'un brot d'enverinament per metil mercuri en la dècada dels anys 50. Entre 1953 i 1965 es van comptabilitzar 111 víctimes i més de 400 casos amb problemes neurològics. Mares que no presentaven cap símptoma van donar a llum nens greument afectats.

El 1968, el govern japonès va anunciar oficialment que la causa de la malaltia era la ingestió de peix i de marisc contaminat de mercuri provocat pels abocaments de l'empresa petroquímica* Chisso. Es calcula que entre 1932 i 1968, any en què va canviar el procés de síntesi per un altre menys contaminant, es van abocar a la badia 81 tones de mercuri.

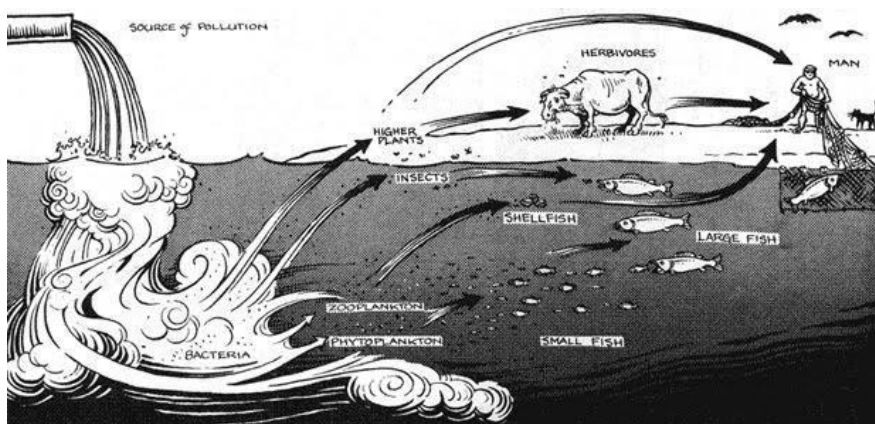


Fig 22. Infografia on es representa com va afectar l'abocament de mercuri al llac Minamata.

3.3.2. Contaminants secundaris

Anhídrid sulfúric i àcid sulfúric

L'anhídrid sulfúric (SO_3), és un gas incolor i corrosiu, que en altes quantitats, pot produir la disminució de la freqüència respiratòria, infecció de les vies respiratòries i la destrucció de certes àrees dels pulmons. Per altra banda, quan aquest gas reacciona amb l'aigua, es produeix l'àcid sulfúric (H_2SO_4). L'àcid sulfúric, és un líquid acetós, incolor i molt corrosiu, un dels principals responsables de la pluja àcida (procés mencionat anteriorment).

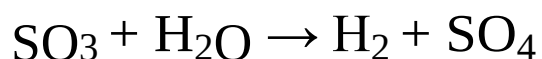


Fig 23. Reacció química àcid sulfúric.

Triòxid de nitrogen

Aquest compost, prové de la oxidació del (NO_2) per l'ozó i juga un paper essencial dins del smog fotosintètic (núvol baix format per diòxid de carboni, fums i pols en suspensió que es forma sobre les grans ciutats o nuclis industrials). Es tracta d'un gas oxidant, que irrita les vies respiratòries i fa malbé la superfície de les plantes, degut al seu caràcter corrosiu.

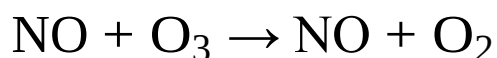


Fig 24. Reacció química triòxid de nitrogen.

Ozó troposfèric

Es tracta d'un contaminant secundari degut a que està format per reaccions fotoquímiques, per reacció amb la llum solar amb contaminants primaris. Principalment, es forma ozó quan coexisteixen els òxids de nitrogen (NO_x), els compostos orgànics volàtils (COVs) i una radiació solar intensa al llarg d'un període de temps prou llarg (un mínim de diverses hores). Així, l'època típica de màxima quantitat d'ozó coincideix amb la primavera i l'estiu.

Els principals precursors de l'ozó (NO_x i COV) s'emeten de manera natural o com a conseqüència de les activitats humanes. Diverses investigacions europees (3) mostren que la taxa de mortalitat diària s'incrementa amb l'augment de l'exposició a l'ozó. També s'han trobat noves evidències on una inesperada llarga exposició a l'ozó provoca una deterioració de la salut reproductiva juntament amb la mortalitat.

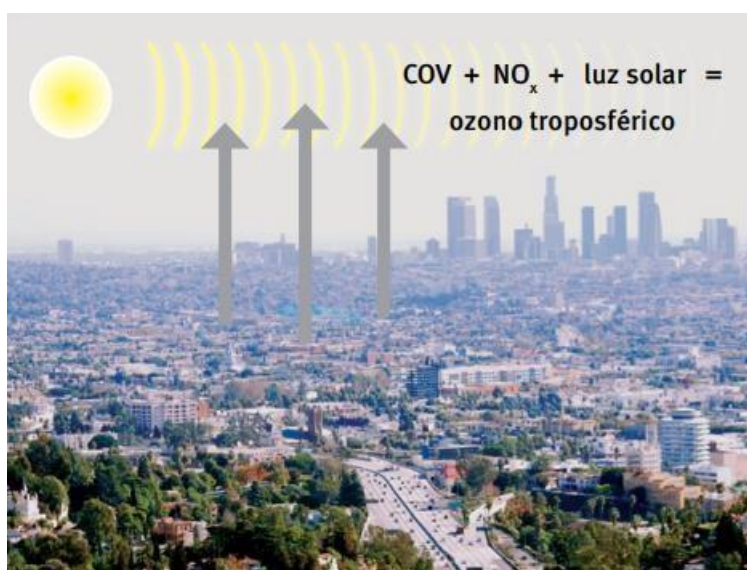


Fig 25. Formació de l'ozó troposfèric.

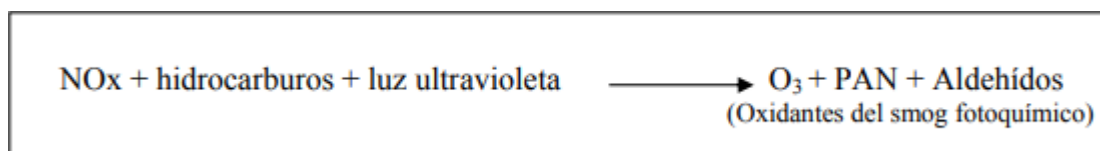


Fig 26. Equació química formació de l'ozó troposfèric.

3. WHO, 2008, Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

4. MICROMETEORITS

Aquest apartat, forma part d'un dels objectius del treball. Intentar trobar a partir de l'anàlisi del pols atmosfèric micrometeorits.

Els micrometeorits són petites partícules de matèria extraterrestre procedent de l'espai. El seu origen pot estar en asteroides, cometes o simplement en restes de l'antiga núvol de pols i gas de la qual es va formar el sistema solar. Els estudiosos del tema han calculat que cada dia cauen sobre la Terra unes 100 tones d'aquest material, l'equivalent a un micrometeorit per metre quadrat de superfície terrestre.

Tant si procedeixen d'un meteoroides, un cometa o si es tracta de pols interplanetari, en qualsevol cas, al xocar contra l'atmosfera terrestre s'ionitzen, s'escalfen milers de graus per la fricció i es vaporitzen. La seva petitíssima massa els fa quedar flotant en l'atmosfera, donant voltes al voltant de la Terra, fins que descendeixen i són atrapats pels núvols, que per l'adherència de el vapor d'aigua, es converteixen en petites gotetes, caient a la terra a l'interior de les gotes d'aigua, cobrint tota la superfície. La gran majoria cauen sobre els oceans, sobre els boscos o sobre les muntanyes i camps de conreu, per la qual cosa és molt difícil trobar-los. No obstant això, es coneixen alguns llocs on solen ajuntar-se i és fàcil buscar-los. Parlem de les teulades. Les teulades, sobretot quan disposen de canalons per a la baixada de l'aigua a més de claveguerams.



Fig 27. Micrometeorits.

Els micrometeorits solen ser de diferents materials: rocosos, metàl·lics i metàl·lic-rocosos. Els metàl·lics (ferro i níquel fonamentalment) són els més fàcils de cercar, ja que podem identificar-los i separar-los amb un imant.

5. L'EFFECTE HIVERNACLE

L'efecte hivernacle natural, és un mecanisme pel qual l'atmosfera terrestre s'escalfa. Aquest fenomen, existeix a la Terra des de fa 4.000 milions d'anys, i és l'encarregat de que la vida a la Terra sigui possible, ja que permet una temperatura mitjana constant de 15°C. Per tal de comprendre totalment el mecanisme de l'efecte hivernacle, s'ha de tenir en compte, que el planeta Terra és un sistema, i qualsevol modificació o alteració en aquest, pot provocar la variació de tot el sistema.



Fig 28. Esquema de l'actuació de rajos d'efecte hivernacle sobre la Terra.

És un procés en el qual participen alguns gasos presents a l'atmosfera (diòxid de carboni, metà, CFC*, vapor d'aigua, ozó, òxids de nitrogen) que permeten el pas de radiació solar d'ona curta visible. Però retarden la sortida de la radiació d'ona llarga infraroja, és a dir, calor emesa per la superfície terrestre. Aquesta retenció i després retorn de part d'aquesta energia de nou a la superfície, es tradueix en un augment de la temperatura que es coneix amb el nom d'efecte hivernacle. Aquest augment ha estat regulat de forma natural per l'atmosfera perquè la concentració d'aquests gasos s'ha mantingut constant.

Aquest procés és un procés natural, cal aclarir que l'efecte hivernacle natural no és negatiu, el que és negatiu, és el seu augment. L'efecte hivernacle natural ha fet possible el desenvolupament de la vida en el nostre planeta, que la temperatura mitjana de la Terra sigui de 15°C i que les diferències de temperatura entre el dia i la nit no siguin molt grans. Si aquests gasos que trobem a l'atmosfera no haguessin

existit en les mateixes condicions o proporcions en les quals es troben ara , es calcula que la temperatura mitjana a la superfície terrestre seria d'uns -18°C (33°C menys).

El que s'està produint és un escalfament global del planeta per l'augment de la concentració de gasos d'efecte hivernacle (principalment CO_2) a causa de les activitats humanes.

En els últims cent anys la temperatura ha augmentat més de $0,5^{\circ}\text{C}$, en part a causa d'un augment de CO_2 en més d'un 30%. Aquest augment de CO_2 és un 70% a causa de la crema de combustibles fòssils i un 25% a la transformació de la calcària en ciment i de la intensa desforestació i incendis. De forma natural el CO_2 disminueix l'activitat fotosintètica de les plantes i sobretot pels oceans que el dissolen i queda atrapat en gran quantitat formant carbonat càlcic en els fons marins, per exemple en els esculls de corals.

La principal activitat humana es tracta de l'activitat industrial i especialment la utilització d'energia procedent de la crema de combustibles fòssils, com les que més han augmentat el contingut de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera. En els últims milers d'anys la concentració de CO_2 atmosfèric es va mantenir al voltant de 280 ppm (parts per milió o 0,028%), però a partir de la Revolució Industrial, amb la crema de combustibles fòssils, va començar l'imparable ascens fins 366,7 ppm al 1998.

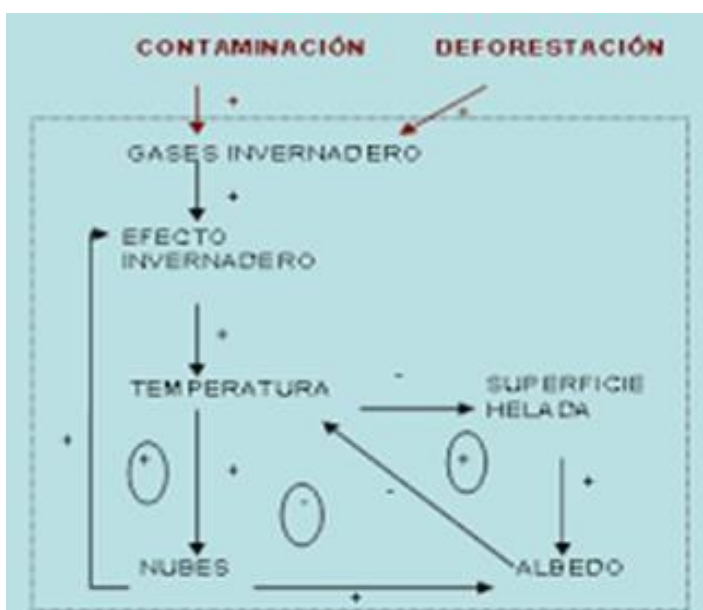


Fig 29. Esquema de l'actuació de rajos d'efecte hivernacle sobre la Terra.

En aquest esquema es mostren relacions causals entre elements que afecten a l'efecte hivernacle. Per exemple si ens fixem en la temperatura cada vegada que augmenta, al mateix temps augmenta la concentració de núvols i conseqüentment l'albedo*.

Certament el CO_2 atmosfèric és el principal responsable d'aquest escalfament però no l'únic, ja que hi ha altres gasos d'efecte hivernacle fins i tot molt més potents que el CO_2 , encara que la seva incidència en l'escalfament global no sigui tanta, donada la seva menor concentració en l'atmosfera. Destaquen el metà (CH_4), l'ozó troposfèric, l'òxid nitrós (N_2O) i els CFC. Desgraciadament, aquests també estan augmentant molt la seva concentració tot i que el CO_2 és el que destaca sobre la resta i per tant té un paper més important en l'escalfament global. El segon gas en importància és el metà amb una concentració d'1,7 ppm, ha augmentat en els últims anys per fonts antròpiques*, especialment per les fermentacions de l'aparell digestiu de la ramaderia, arrossars, les fuites dels oleoductes*, els abocadors de residus sòlids i la combustió de biomassa.

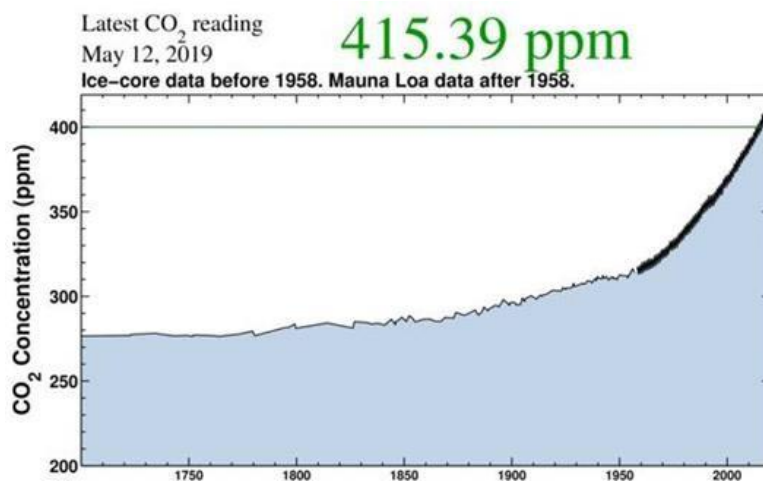


Fig 30. Gràfica d'augment del diòxid de carboni des dels inicis de la revolució industrial, fins al segle XXI.

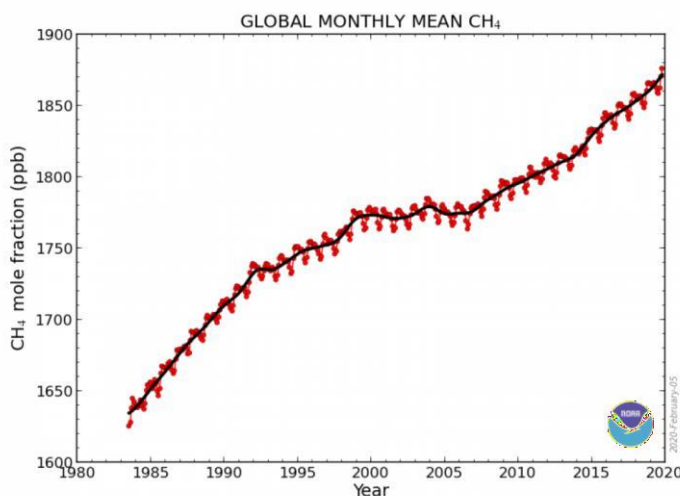


Fig 31. Gràfica d'augment del metà des del 1980 fins al 2020.

6. CANVI CLIMÀTIC

En primer lloc cal aclarir dos conceptes que, estan estretament relacionats, sovint es prenen de manera errònia com a sinònims: el canvi climàtic i l'escalfament global. Hi ha una important diferència. L'escalfament global és la causa de el canvi climàtic, és a dir, l'augment de la temperatura de la planeta provocat per les emissions a l'atmosfera de gasos d'efecte hivernacle derivades de l'activitat de l'ésser humà, estan provocant variacions en el clima que de manera natural no es produirien.

La Terra ja s'ha escalfat i refredat en altres ocasions de forma natural, però la veritat és, que aquests cicles sempre havien estat molt més lents, necessitant milions d'anys, mentre que ara i com a conseqüència de l'activitat humana, estem arribant a nivells que en altres èpoques haurien provocat extincions immediates.

Els experts coincideixen a assenyalar la Revolució Industrial com el punt d'inflexió en què les emissions de gasos d'efecte hivernacle llançades a l'atmosfera van començar a disparar-se. Cal recordar que la Revolució industrial va néixer de moltes altres petites revolucions: l'agrícola, la tecnològica, la demogràfica, de mitjans de transport, finances ... que van donar lloc a un nou model de producció i consum.

Des d'aquest moment, el creixement de la població (en 1750 hi havia menys de 800 milions d'habitants a la Terra, avui som més de 7.500 milions), un consum de recursos cada vegada més desmesurat, l'augment en la demanda i producció d'energia obtingudes majoritàriament a través de combustibles fòssils, han provocat que el planeta hagi entrat en el que part de la comunitat científica ha denominat el Antropocè: la nova era geològica derivada de l'impacte de l'ésser humà a la Terra.

El principal resultat ha estat l'augment de la temperatura global de la planeta, que des d'aquest període ha augmentat en 1,1°C, si bé s'estima que a la fi de el present

segle el termòmetre pugui augmentar encara més tot i complint-se els compromisos de reducció d'emissions fixats pels països.

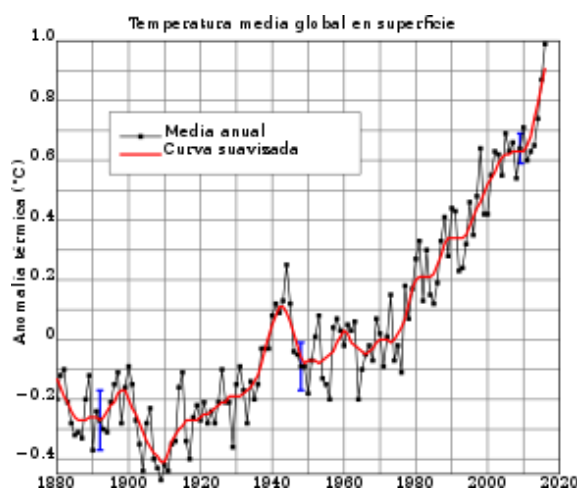


Fig 32. Augment de la temperatura des del 1980 fins al 2020.

Aquest augment global de la temperatura porta conseqüències desastroses que posen en perill la supervivència de la flora i la fauna de la Terra, inclòs l'ésser humà. Entre els impactes del canvi climàtic destaquen, la fosa de la massa de gel en els pols, que al seu torn provoca l'augment del nivell de la mar, el que produeix inundacions i amenaça els litorals costaners fins i tot petits estats insulars estan en risc de desaparició.

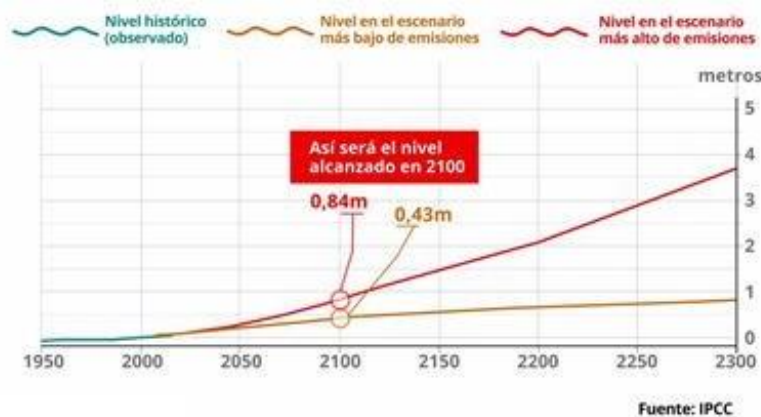


Fig 33. Gràfic augment del mar a la actualitat i previsió d'augment en els pròxims anys.

El canvi climàtic també augmenta l'aparició de fenòmens meteorològics més violents, sequeres, incendis, la mort d'espècies animals i vegetals, els desbordaments de rius i llacs, l'aparició de refugiats climàtics i la destrucció dels mitjans de subsistència i dels recursos econòmics, especialment en països en desenvolupament.

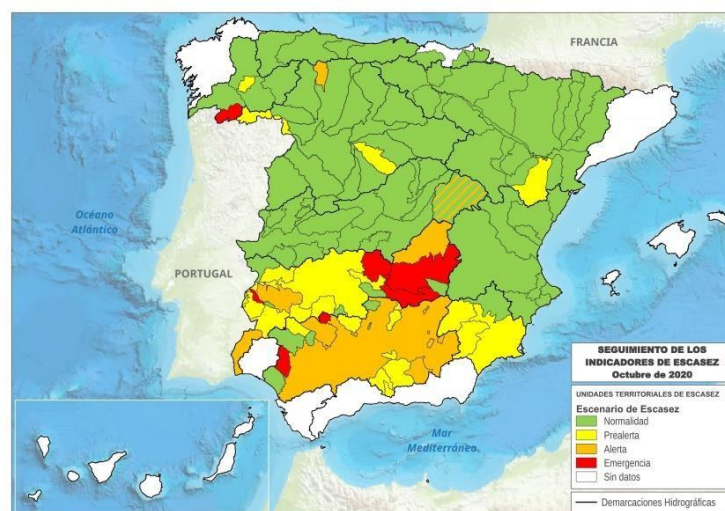


Fig 34. Mapa de sequera a Espanya al 2020.

7. PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA I FORMULACIÓ DE LA HIPÒTESI

La contaminació atmosfèrica és un dels problemes més greus als quals s'ha d'enfrontar la nostra societat, és un problema que ha de començar a reduir-se considerablement ja que ningú sap quan de temps podrà aguantar la Terra amb l'estil de vida que portem. Ja estem patint les conseqüències de la contaminació atmosfèrica, amb variacions com la del nivell del mar (Fig.33) o de la temperatura (Fig.32) que poden seguir augmentant i provocar grans desastres naturals en un futur no molt llunyà. Ja que com hem comentat anteriorment, la Terra és un sistema homeostàtic* amb certa capacitat d'autoregulació, però qualsevol canvi en alguna variable, provoca un desequilibri i afecta en altres variables. Actualment aquests problemes deriven en el canvi climàtic i l'efecte hivernacle.

Arrel d'aquesta sèrie de problemes ens trobem en la situació d'investigar i a través de l'anàlisi de la pols troposfèrica, podem tractar de trobar possibles solucions al gran problema de la contaminació atmosfèrica. Per tant ens disposem a plantejar el següent problema: Que conté l'aire que respirem?

Amb el plantejament d'aquest problema, i el començament de la part pràctica sorgeix un segon objectiu: Potser trobem algun micrometeorit?

Finalment per concloure juntament amb la presència dels problemes plantejats anteriorment podem formular la següent hipòtesis: Potser la pols atmosfèrica es compon de silicats i micrometeorits?

8. MATERIAL I METODOLOGIA

8.1 Material

Placa de petri

La placa de petri, és un instrument de laboratori de forma circular i transparent. Normalment s'utilitza en microbiologia per a l'estudi de cultius de cèl·lules. En el nostre cas l'utilitzarem per emmagatzema mostres d'alt interès com possibles micrometeorits o materials metàl·lics.



Fig 35. Plaques de petri.

Portaobjectes

Un portaobjectes és una peça prima plana de vidre de diferents dimensions, (normalment d'uns 75 per 25 mm i aproximadament 1 mm de gruix), s'utilitza per fixar mostres que posteriorment seran examinades amb un microscopi.



Fig 36. Portaobjectes.

Raspall i recollidor

L'utilitzarem per recollir la pols troposfèrica.



Fig 37. Raspall i recollidor.

Imant

L'utilitzarem per fer la magnetització de les mostres i diferenciar entre materials metàl·lics i els que no ho són.

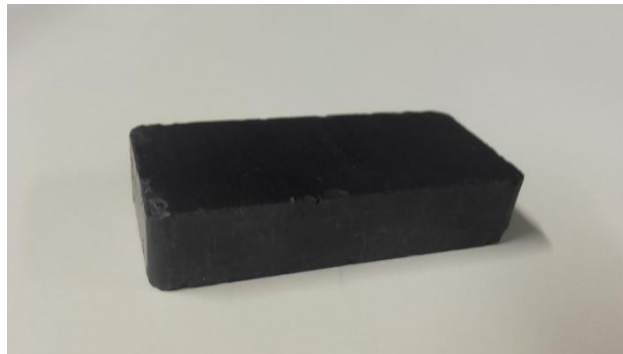


Fig 38. Imant.

Lupa binocular

La lupa binocular és un instrument òptic que produeix un imatge augmentada de l'objecte que s'observa a través d'ella. Consta de quatre sistemes de lents: els dos més pròxims als ulls de l'observador es diuen oculars i els dos més pròxims a l'objecte observat s'anomenen objectius. Els quatre sistemes òptics estan col·locats en el cos de la lupa, que pot desplaçar verticalment perquè l'objecte observat quedi en el focus del conjunt de les lents i d'aquesta manera produeix una imatge nítida.



Fig 39. Lupa binocular.

Difracció de raigs X

La difracció de raigs X és un dels fenòmens físics que permet identificar materials sòlids cristal·lins. Es produeixen un feix de llum que reacciona, amb una determinada longitud d'ona amb una substància cristal·lina. La difracció es basa en la dispersió de raigs x per part de la matèria si es manté la longitud d'ona i la radiació, en interferir amb la matèria produeixen interferències destructives que es dispersen en totes direccions. Però en el fenomen de difracció hi ha un feix de raigs x concrets que són difractats i per tant compleix la Llei de Bragg*. Aquest fenomen prediu la direcció en la que s'aprecien interferències constructives i permet determinar les distàncies entre els plans reticular de les estructures cristal·lines.

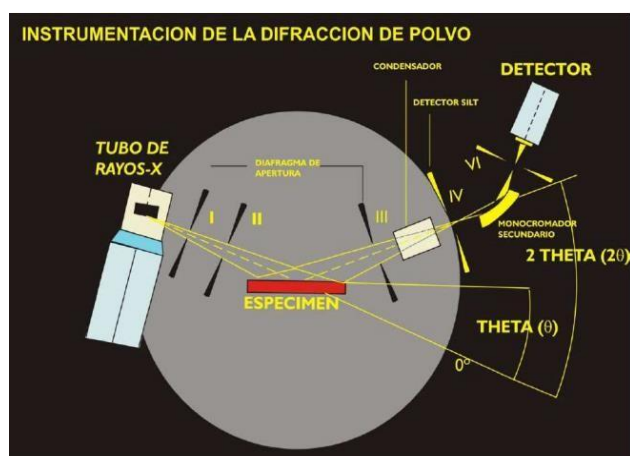


Fig 40. Difracció raigs X.



Fig 41. Instrumentació difracció en pols.

Fluorescència de raigs X

La fluorescència de raigs X (FRX) és una tècnica espectroscòpica* que utilitza l'emissió secundària o fluorescent de radiació X generada al excitar una mostra amb una font de radiació X. La radiació X incident o primària expulsa electrons de capes interiors de l'àtom. Els electrons de capes més externes ocupen els llocs vacants, i l'excés energètic resultant d'aquesta transició es dissipa en forma de fotons, radiació X fluorescent o secundària, amb una longitud d'ona característica que depèn de el gradient energètic entre els orbitals electrònics implicats, i una intensitat directament relacionada amb la concentració de l'element en la mostra. Podem trobar dos tipus d'aparells de fluorescència de raigs X, el convencional i els portàtils. Aquests últims adaptats per utilitzar-se en moments específics.

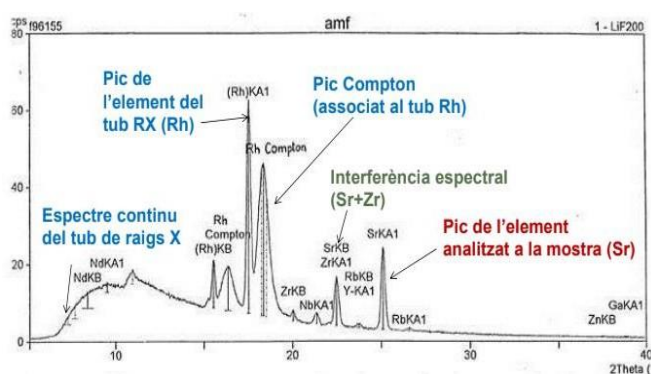


Fig 42. Gràfica, explicació d'identificació d'elements per fluorescència de raigs X.



Fig 43. Fluorescència de raigs X portàtil.

Microscòpia electrònica de rastreig

La microscòpia electrònica de rastreig funciona amb la interacció entre un feix d'electrons amb un potencial d'acceleració molt alt que produeix una resposta de la mostra que es tradueix en electrons secundaris, radiació X i altres. Recollir la informació que donen els diferents electrons permet obtenir una imatge topogràfica (tridimensional) produïda pel rastreig.

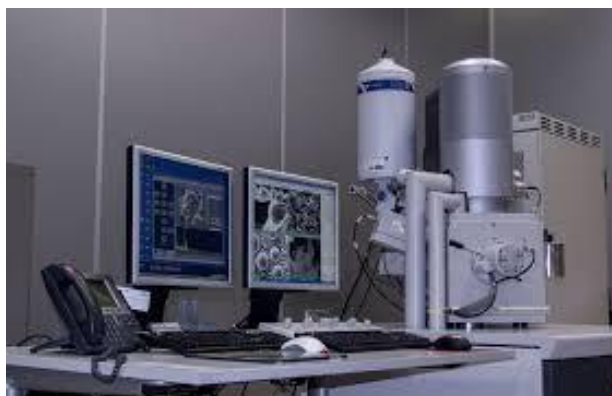


Fig 44. Microscòpia electrònica de rastreig.

Microscopi topogràfic

El microscopi topogràfic és un instrument mecano-òptic capaç de detectar forces d'ordre dels nanonewtons*. Al rastrejar una mostra, és capaç d'analitzar contínuament la seva topografia mitjançant una sonda o punta afilada de forma piramidal o cònica. La sonda va acoblada a un llistó o palanca microscòpica molt flexible de només unes 200 micres. És essencial en el desenvolupament de la nanotecnologia, per a la caracterització i visualització de mostres a dimensions nanomètriques. En el nostre cas l'utilitzarem per veure amb major claredat, la composició de la pols troposfèrica.



Fig 45. Microscopi topogràfic.

8.2 Metodologia

Per tal de fer la recollida de pols atmosfèrica i analitzar-la, hem de seguir els següents passos:

1. Amb un recollidor i un raspall, s'arrossega ràpidament la brutícia i la sorra de zones com canalons o voreres on hi hagi precipitacions de pluja. Seguidament es fica la pols recollida a una bossa de tancament zip.

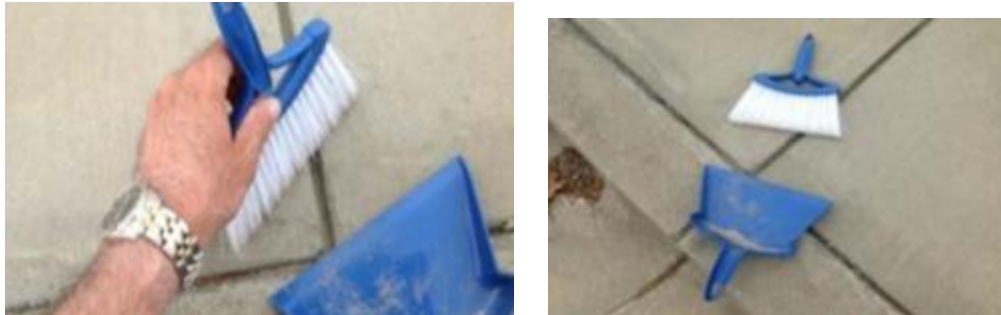


Fig 46. Com recollir pols atmosfèrica.

2. S'agafa un tros de paper de color blanc i es plega per la meitat.



Fig 47. Imantar la mostra amb l'imant dins la bossa zip.

3. S'obre amb cura la bossa de plàstic, s'estira i es treu l'imant, mantenint la bossa de plàstic en contacte amb el paper. A continuació, es treu la bossa del paper deixant principalment enrere restes metàl·liques al plec central del paper.



Fig 48. Posar la mostra imantada sobre un paper blanc.

4. Després d'obtenir la mostra imantada es col·loca acuradament la mostra sota el microscopi a l'objectiu més baix. Ajustem la llum i comencem a fer el descobriment de la mostra. Per facilitar l'observació es recomanable posar una llum externa sobre la mostra.

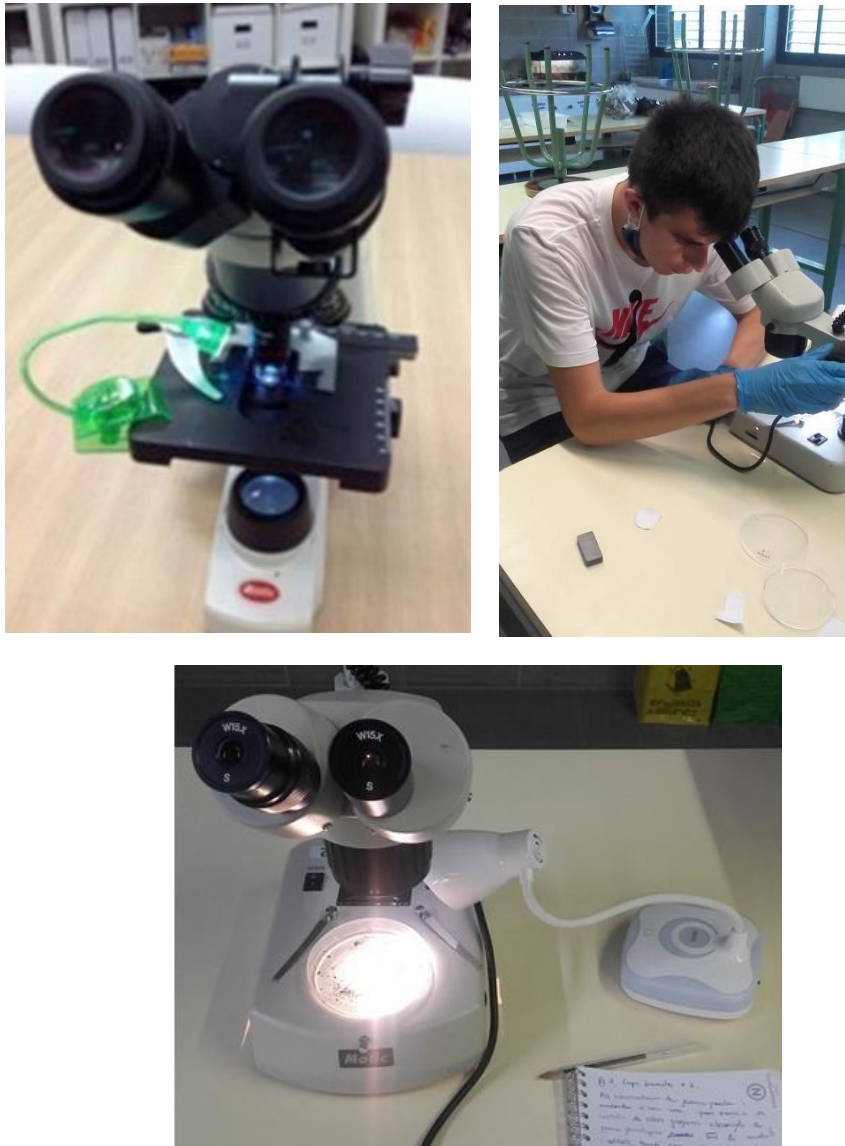


Fig 49. Es visualitza la mostra en un microscopi o una lupa binocular.

9. RESULTATS I ANALISI DE DADES

9.1 Anàlisis de resultats : Mostra universitat

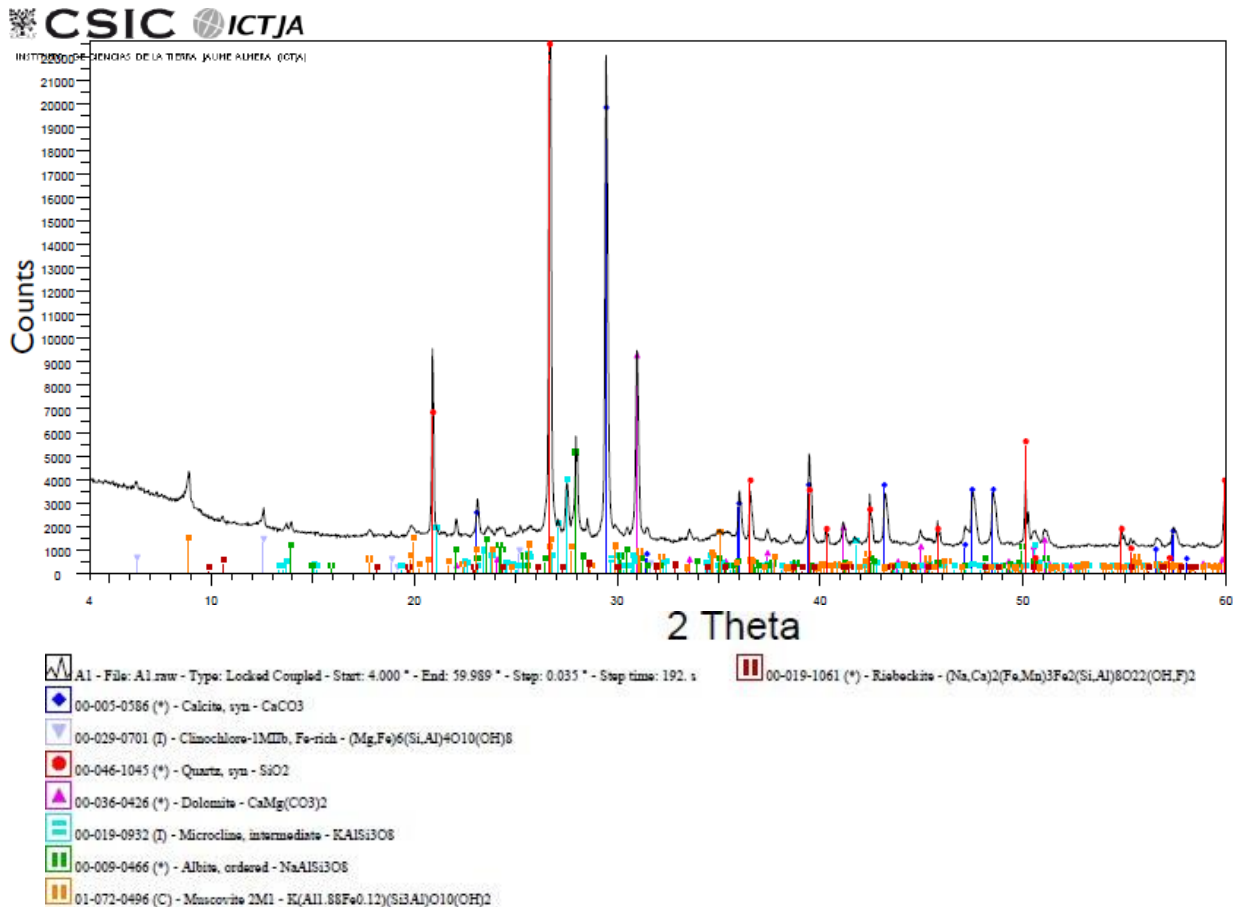


Fig 50. Resultats Universitat de geologia de Barcelona CSIC.

El següent gràfic que hi trobem es tracta dels resultats de la difracció de raigs X, realitzat a la universitat de geologia de Barcelona. Aquest gràfic, tracta d'analitzar d'una forma qualitativa la presència d'elements a la mostra recollida.

Primerament i el més elevat trobem el pic vermell, aquest pertany al quars (SiO_2). Seguit del feldspat*, és el mineral més comú a la escorça terrestre, ja que es troba present en gran quantitat de roques ígnies*, metamòrfiques* i sedimentaries*. La seva característica principal, és una forta duresa que deriva en un gran resistència a la meteorització* a la superfície terrestre.

Per altra banda, trobem el pic de color blau, es tracta de la calcita. La calcita pertany al grup dels minerals carbonats i nitrats, és un dels minerals més abundants a

l'escorça terrestre. La calcita és carbonat de calci (CaCO_3). Aquest és un compost químic que es troba al grup de les oxosals*.

Seguidament si dirigim la mirada cap a la dreta podem localitzar un pic rosa molt inferior si el comparem amb els dos anteriors, aquest pic representa la dolomita. La dolomita, és un mineral compost per carbonat de calci i magnesi ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). És el mineral més important en les roques sedimentaries i metamòrfiques. El trobem principalment a les dolomies i les metadolomies.

Com a següent mineral representat a la gràfica, trobem la Albita, representada al gràfic de color verd i entre els dos pics de quars i calcita. La albita és un mineral que forma part dels silicats, concretament dels tectosilicats* i més específicament de les plagiòclasis*. La seva fórmula química és $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ja que la seva estructura cristal·lina, està formada per més d'un 90% de sodi i per menys d'un 10% de calci i potassi.

Finalment en una quantitat molt escassa, hi trobem amb pics de color taronja, la mica moscovita. És un mineral del grup dels silicats específicament dels fil·losilicats* i dins d'aquest al grup de les miques alumíniques. La seva fórmula química és $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH}_2)$. La moscovita, és la espècie més comú del grup de les miques, normalment és coneguda com mica blanca o mica potàssica pel color platejat i la seva brillantor característica. Es troba estructurada en làmines hexagonals.

Després d'haver analitzat el gràfic dels resultats de la difracció de raigs X, haurem de treure diferents conclusions. La idea més senzilla amb la qual podem relacionar tots els elements esmentats, és que tots són minerals silicats. Per altra banda, s'ha de tenir en compte la gran quantitat de quars i calcita que s'ha trobat de la mostra recollida.

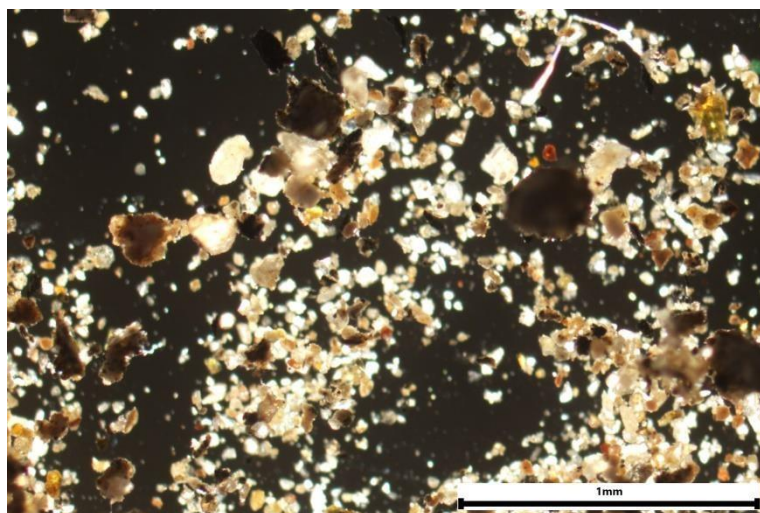


Fig 51. Composició de la mostra recollida al pati de l'institut Itaca.

Per tant una vegada havent analitzat els resultats de la universitat, s'ha d'investigar la procedència o els orígens de tots aquests minerals esmentats anteriorment.

Per començar l'anàlisi de la procedència de la gran quantitat de silicats, s'anirà des de les idees més senzilles fins a les més complexes.

Primerament s'ha de tenir en compte que la mostra recollida pertany a la zona final del pati. Aquesta zona és de terra i sorra marró. Per tant en principi la composició de la sorra del pati és el mateix que el de l'escorça terrestre.

Composición general de la corteza terrestre:		
Elemento químico	Corteza continental (en %)	Corteza oceánica (en %)
SiO ₂	60,2	48,7
Al ₂ O ₃	15,2	16,5
Fe ₂ O ₃	2,5	2,3
FeO	3,8	6,2
MgO	3,1	6,8
CaO	5,5	12,3
Na ₂ O	3,0	2,6
K ₂ O	2,9	0,4

Fig 52. Taula de la composició de l'escorça terrestre.

Com es pot veure a la taula anterior (Fig 51), l'escorça continental està composta per un 60,2% per sílice (SiO₂). Aquestes dades encaixen perfectament amb els resultats obtinguts, ja que com s'ha esmentat anteriorment, tots els minerals que trobem en l'anàlisi de la nostra mostra contenen sílice.

Una idea més complexa sobre la procedència d'aquest alt contingut en sílice, prové de la proximitat de diferents canteres a la zona del baix Llobregat.

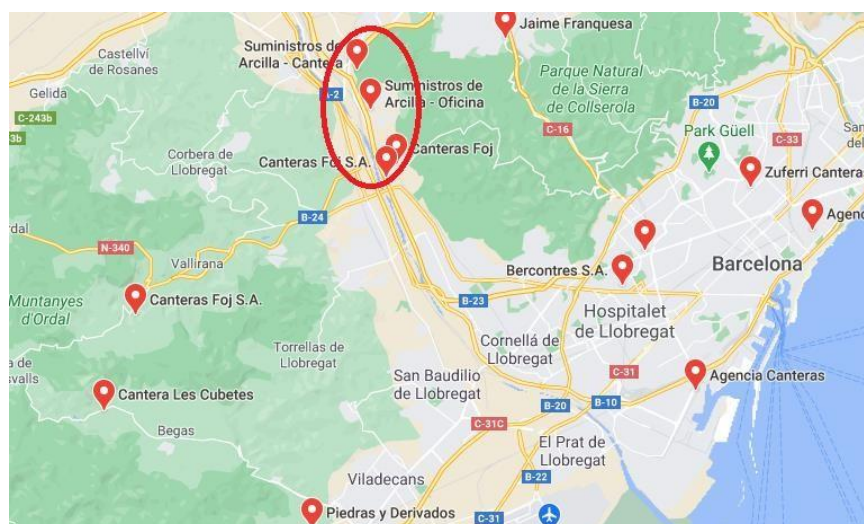


Fig 53. Mapa on es situen totes les canteres properes a Sant Boi de Llobregat.

Una vegada observada la imatge, podem veure la gran quantitat de canteres que trobem al voltant de Sant Boi de Llobregat (on es troba l'institut Itaca). A la fotografia podem localitzar un total d'unes 13 canteres, però si ens fixem bé podem veure que anant cap a la zona de Molins de Rei hi trobem 4 canteres encerclades en color vermell. Aquestes quatre canteres són les canteres de major importància per al nostre estudi. Ho veiem a la següent explicació.

Les mostra analitzada, va ser recollida a l'Agost del 2020, durant l'estiu. Per tant, hem d'analitzar els vents durant aquest mes a Barcelona.

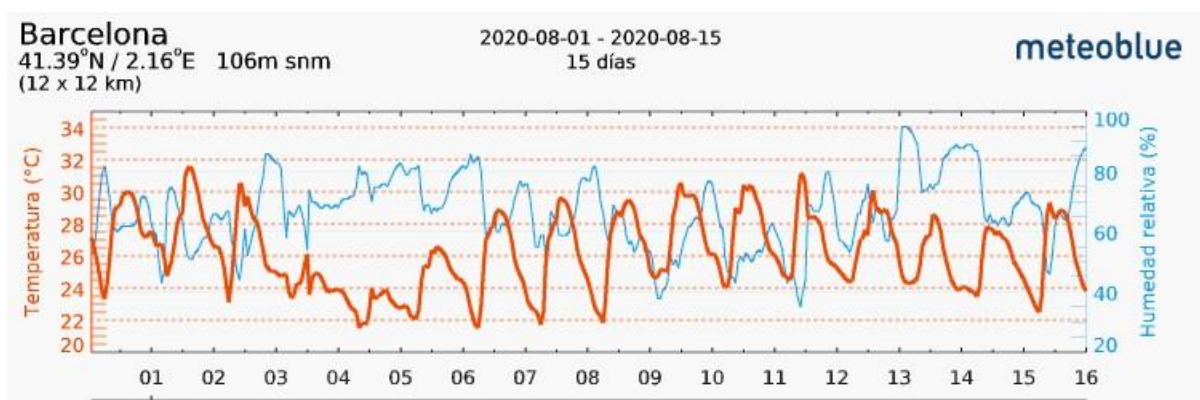


Fig 54. Temperatura en els primers 15 dies del mes d'agost de 2020.

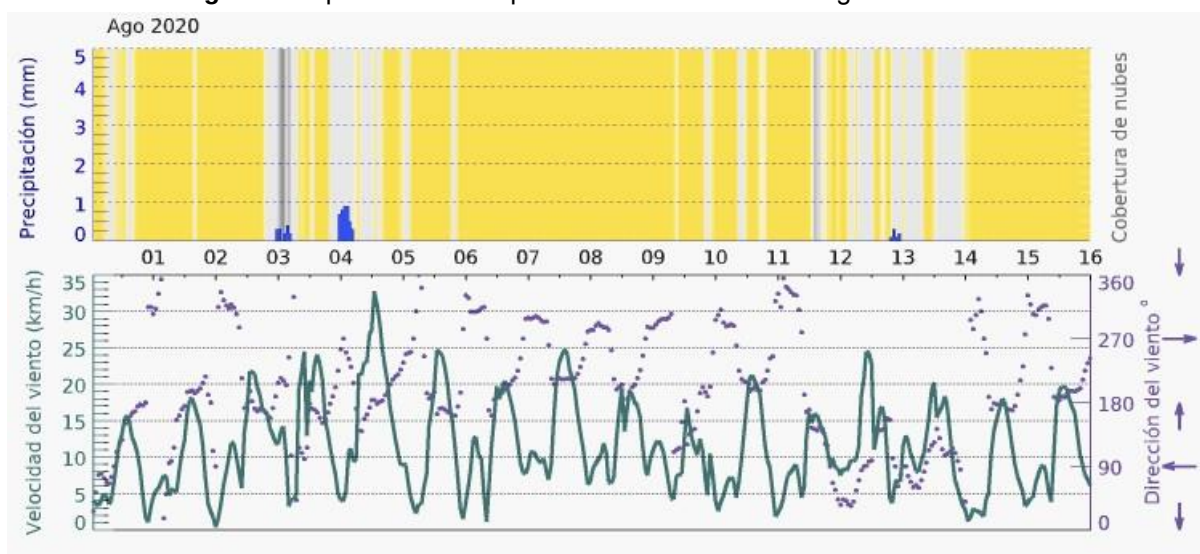


Fig 55. Gràfics amb les precipitacions i la direcció i velocitat del vent en els primers 15 dies en el més d'agost de 2020.

Aquest gràfic marca la velocitat i la direcció del vent (en graus des de 0° N, 90° E, 180° S i 270° O). En aquest meteograma*, els punts liles representen la direcció del vent, com es mostra al eix de la dreta. Per tant si ens fixem en l'eix de la dreta i les marques liles, i sabent que la mostra es va recollir el dia 7 d'Agost de 2020 podem veure que el vent prové del nord oest. El vent provinent en aquest sentit passa per les canteres marcades amb un cercle en el mapa, per tant hi ha possibilitats de que algun contingut de silicats vingui d'aquestes canteres.

41

9.2. Diari de treball

Aquest ha estat el meu diari de treball. Durant els mesos de Juliol, Agost i Setembre, vaig estar recollint i analitzant mostres del pati de l'institut i del País Basc. En aquest diari trobarem descripcions de totes les mostres recollides dividides en la descripció macroscòpica i la descripció detallada abans i després de la magnetització.

07/07/2020

Mostra de pols recollida al clavegueram d'un parc. "Parque de los pueblos de Europa.



Parque de los pueblos de Europa.

País: España

Comunitat autònoma: País Basc

Ciutat: Gernika

43°18'49" N 2°40'49" O

Fig 57. Fotografia "Parque de los pueblos de Europa".

Observació macroscòpica

Mostra de terra mil·limètrica, generalment de textura granular i de color marró clar. A primera vista sense presència de cristalls. Podem observar alguna resta de matèria orgànica.



Fig 58. Composició de la mostra.

Vista microscopi (sense magnetització)

10X4 augments

Generalment podem observar cossos rocosos de color marró, de mides mil·limètriques de formes granulars, arrodonides. Possiblement per l'erosió de l'aigua al trobar-se en un clavegueram. Cal destacar la presència de molta matèria orgànica mil·limètrica. En concret trossos de fulles seques. Podem afegir també que hi trobem cristalls translúcids de formes triangulars i arrodonides.

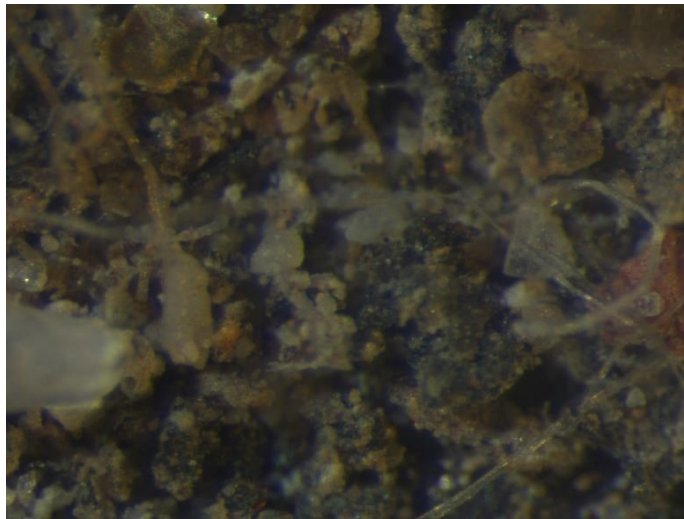


Fig 59. Cristalls i restes de pols a més de matèria orgànica.

10X10 Augments

En augmentar els augments continuem veient el mateix a més de major quantitat de microcristalls.

Vista Lupa Binocular (x2) (sense magnetització)

Mateixa descripció com la observada al microscopi òptic. Observació d'un cos metàl·lic.

Magnetització

Cos metàl·lic

Vista microscopi 10X4 augments

Conglomerat metàl·lic de color negre. Potser procedent d'un cable de coure o una rodadora metàl·lica de forma rectangular als extrems.

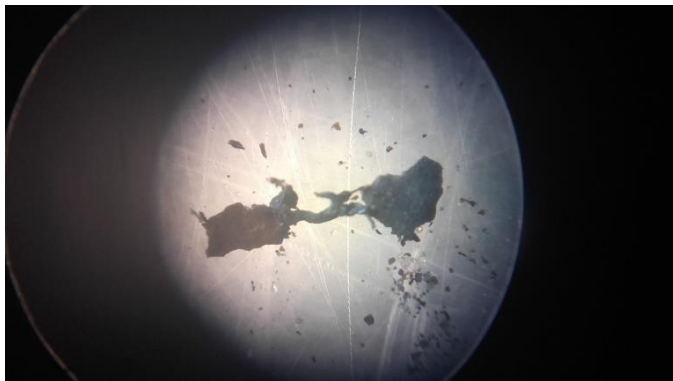


Fig 60. Cos metàl·lic, possible filament procedent d'un cable de coure.

07/07/2020

Mostra de pols recollida del clavegueram d'una carretera a prop de la plaça : "Plaza San Jose Antonio Aguirre", carrer Don Tello.



Plaza San Jose Antonio Aguirre

País: España

Comunitat autònoma: País Basc

Ciutat: Gernika

43°18'53" N 2°40'53" O

Fig 61. Fotografia "Plaza San Jose Antonio Aguirre".

Vista macroscòpica

Es pot observar pols i sorra de color negre, gris i marró de mida mil·limètrica i de formes granulars i arrodonides. També podem concretar la vista de diferents cossos cristal·lins i brillants. Per últim hi trobem roques mil·limètriques de color blanc i negre.

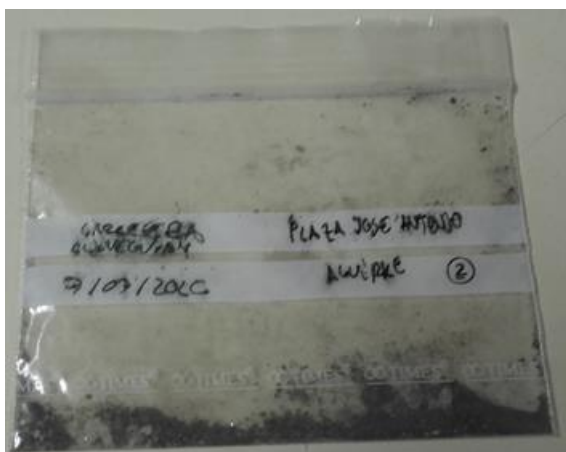


Fig 62. Contingut de la mostra.

Lupa binocular x2

Abundància de matèria orgànica al igual que de cristalls blanquinosos de formes rectangulars, triangulars i alguns completament arrodonits (tots es troben ratllat). Destacar la presència de cristalls de color taronja i vermell. Finalment com s'havia esmentat a la descripció a primera vista, hi trobem gran quantitat de sorres i pols granulars i de mida mil·limètrica de colors molt foscos.

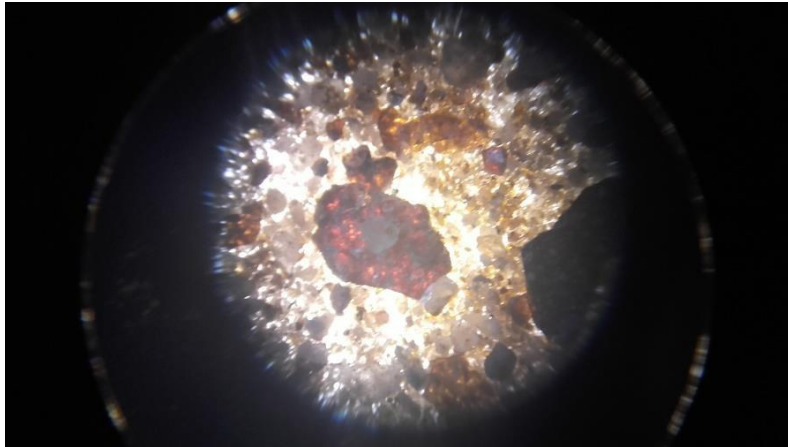


Fig 63. Gran quantitat de cristalls.

Magnetització

Després d'haver realitzat la magnetització s'observen filaments mil·limètrics, metàl·lics de color negre i amb tonalitats vermelloses. Com a la mostra anterior als extrems del filament hi trobem cossos de formes rectangulars i triangulars.

Lupa binocular x2 i x4

Es pot apreciar amb molta caritat un cable de coure degut a la seva forma feta de filaments i les tonalitats blavoses. Aquest filaments que formen el cable estan enganxats a dos cossos de forma rectangular i de color negre.

Segon metall de la magnetització

A la mateixa mostra hi trobem un cos similar als anteriors. Aquets no esta unit a cap cos geomètric com els anteriors. En el filament es pot observar que al seu voltant hi trobem cossos de formes arrodonides.



Fig 64. Cos metàl·lic.

Microscopi 10x10

Es veu amb claredat el cable esmentat anteriorment amb les mateixes característiques. Esmentar que a la part inferior per sota dels filaments hi ha dues formes geomètriques quadrades.

Tercer metall de la magnetització

A simple vista s'observen cossos negres, però al disminuir la intensitat de la llum, es poden apreciar tonalitats blavoses metàl·liques. A més podem apreciar formes cilíndriques i rectangulars enganxats a filaments.

Quarta agrupació de metalls.

Hi trobem una gran quantitat de cossos metàl·lics. A la zona esquerra de la mostra hi ha una agrupació de cristalls. Possiblement aquests cristalls són minerals ferromagnètics, (no és pot saber amb claredat degut a que no disposem d'un microscopi petrogràfic). Els cristalls ferromagnètics tenen un mida mil·limètrica i de forma angular de color groc. També observem gran quantitat de filaments.



Fig 65. Cristall ferromagnètic.

En aquesta mostra també veiem una aglomeració de cossos metàl·lics units a un cos molt arrodonit que podrien ser un micrometeorit o una rodadora. Segon el nostre criteri, pensem que és una rodadora degut a que presenta algunes imperfeccions ja que no es totalment rodó.



Fig 66. Aglomeració de cossos metàl·lics.

12/07/2020

Mostra de pols recollida al clavegueram al costat d'una carretera poc transitada al carrer de Ibinaga Auoza, a la localitat d'Ibarranguelu.



Carrer de Ibinaga Auoza

País: España

Comunitat autònoma: País Basc

Ciutat: Ibarranguelu

43°23'39" N 2°38'05" O

Fig 67. Fotografia Carrer de Ibinaga Auoza.

Vista macroscòpica

Observem sorra blanca i marró amb roques de mides visibles i mides mil·limètriques, al igual trobem pols de color gris i de forma granular. Esmentar la presència de matèria orgànica.

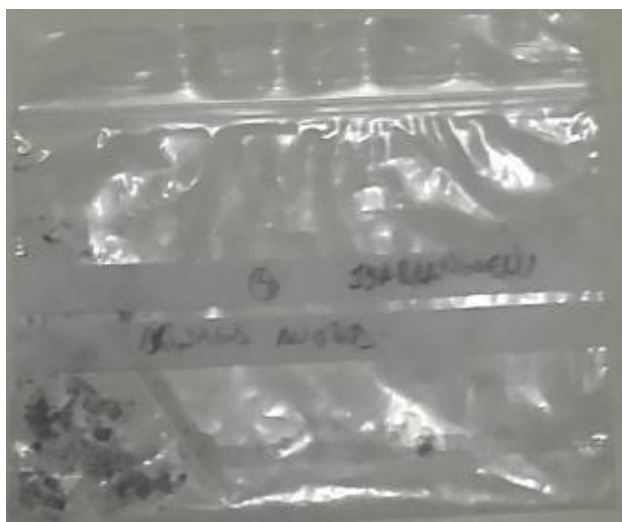


Fig 68. Composició de la mostra.

Lupa binocular x2

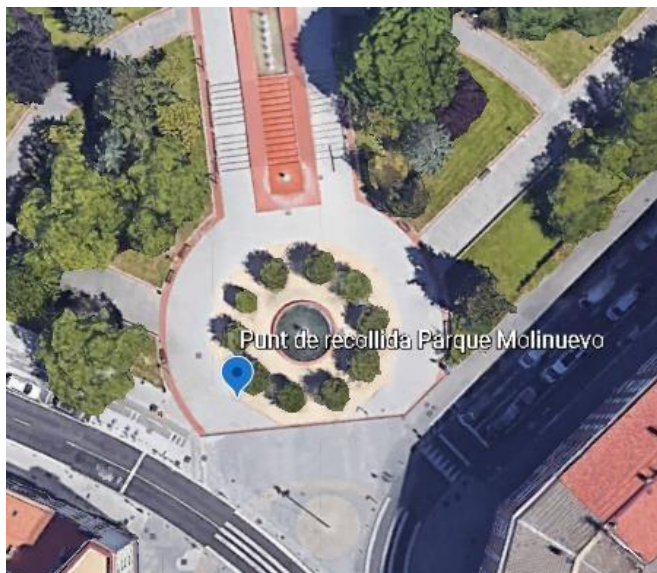
Observem gran abundància de cristalls mil·limètrics de formes angulars i la pols i roques esmentades anteriorment.

Magnetització

Després de fer la imantació d'aquesta mostra podem analitzar cossos metàl·lics molt semblants als anteriors, filaments units a cossos rectangulars.

17/07/2020

Mostra de pols recollida Al parc “Molinuevo” a Vitoria-Gasteiz amb terra i pols, prop d’una carretera.



Parque Molinuevo

País: España

Comunitat autònoma: País Basc

Ciutat: Vitoria-Gasteiz

42°51'07"N 2°38'05" O

Fig 69. Fotografia Parque Molinuevo.

Vista macroscòpica

Presència de pols mil·limètrica de color blanc, es poden observar diferents roques de mida mil·limètrica. També hi trobem alguna fulla seca de mida mil·limètrica. Per últim s’observen cristalls de forma angular mil·limètrics i de color blanc i amb tonalitats vermelloses.

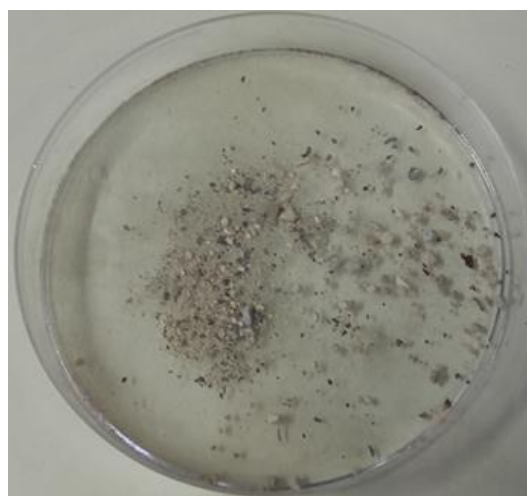
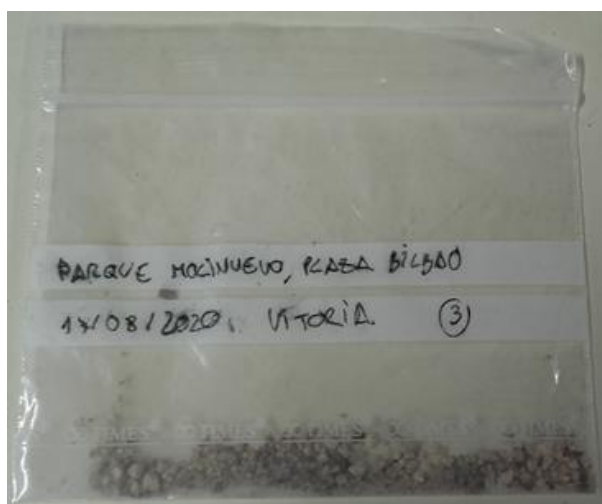


Fig 70. Composició de la mostra.

Lupa binocular x2

Gran presència de cristalls arrodonits i angulars. Són translúcids i de mides mil·limètriques. Trobem una gran presència de matèria orgànica (fulles i tiges seques).

Magnetització

Microscopi 10x4

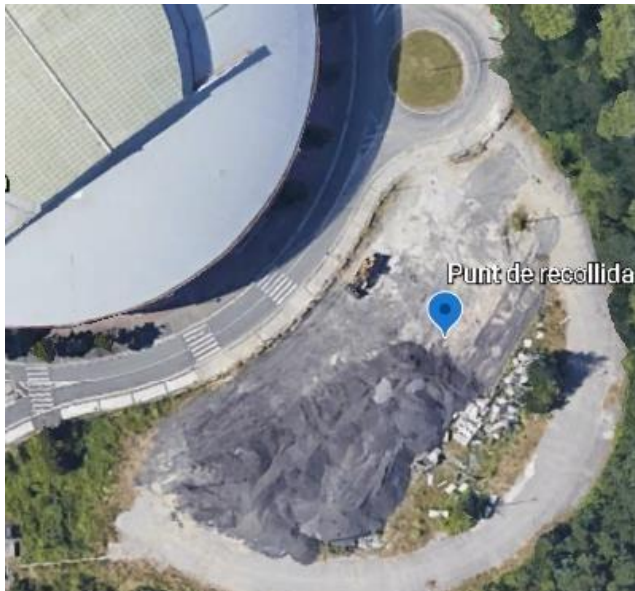
Podem observar un cos metàl·lic de color negre juntament amb un parell de cossos metàl·lics de forma granular.



Fig 71. Cos metàl·lic.

27/08/2020

Mostra de pols recollida en un descampat al costat de la plaça de Toros de San Sebastian. Aquest descampat es trobava en obres.



Plaça de Toros San Sebastian

País: España

Comunitat autònoma: País Basc

Ciutat: San Sebastian

43°17'47"N 1°58'08" O

Fig 72. Descampat plaça de Toros.

Vista macroscòpica

Mostra de pols de color fosc, marro i negre. Es pot observar roques de mides mil·limètriques i formes arrodonides i granulars. Finalment es pot observar algun cristall de forma angular.

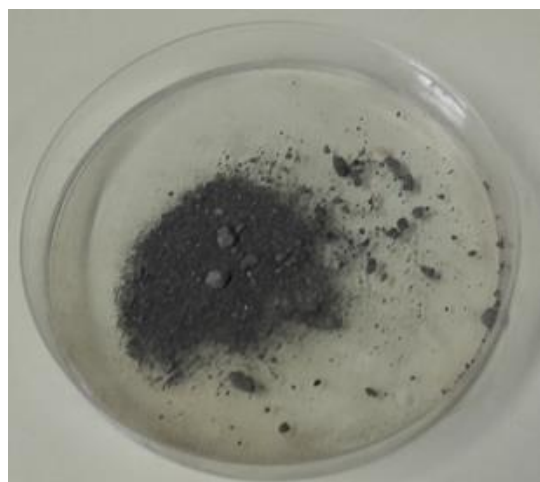


Fig 73. Composició de la mostra.

Lupa binocular x2

Gran presència de cristalls i cossos rocosos de formes arrodonides i granulars.

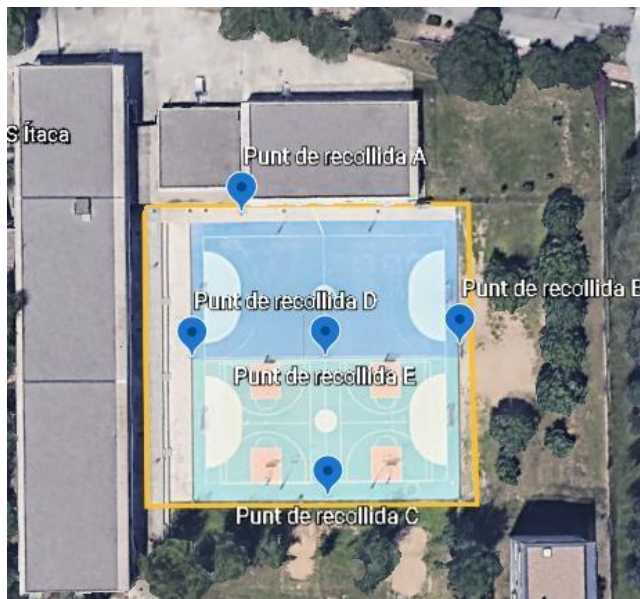
Imantació

Lupa binocular x4

Trobem la mateixa descripció de cos metàl·lic de sempre un filament unit a cossos rectangulars als extrems.

24/08/2020

Diferents mostres de pols recollides al pati de l'Institut Itaca.



Institut Itaca

País: España

Comunitat autònoma: Catalunya

Ciutat: Sant Boi de Llobregat

41°20'22"N 2°02'51" E

Fig 74. Fotografia del pati.

Mostra A

Vista macroscòpica

Pols mil·limètriques de color negre i marro fosc, amb roques mil·limètriques de formes granulars i arrodonides. A primera vista no s'aprecia cap tipus de matèria orgànica ni cristalls.

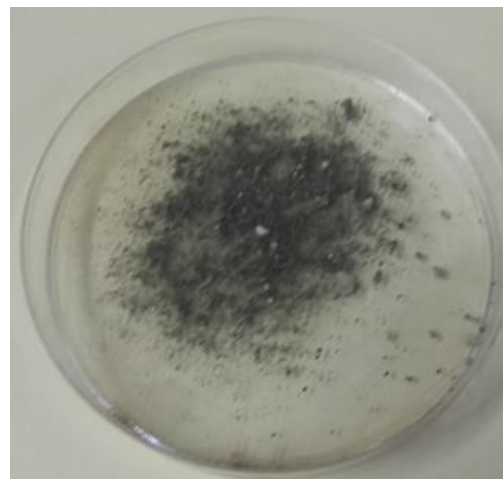
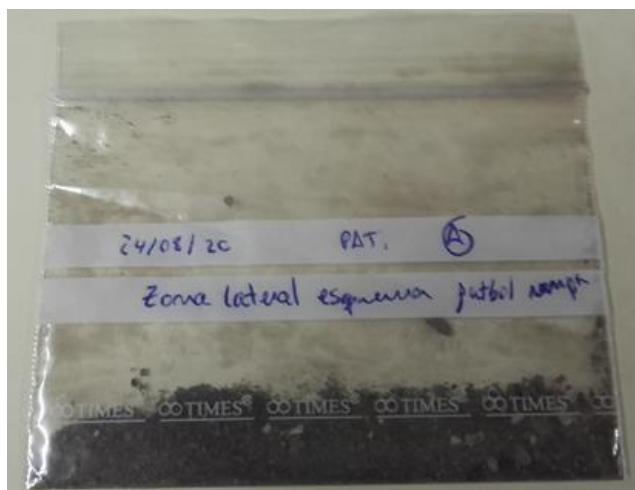


Fig 75. Composició de la mostra.

Lupa binocular x2

Pols submil·limètrica de forma granular i arrodonida, hi podem veure una gran quantitat de cristalls de colors groguencs i ataronjats de formes triangulars i rectangulars a més d'estar ratllats. Hi trobem gran presència de matèria orgànica (tiges seques).

Magnetització

Lupa binocular

Presència d'una cos mil·limètric juntament amb una aglomeració de cristalls. El cos de mida mil·limètrica no presenta cap tonalitat blavosa. Possiblement la conglomeració de cristalls són ferromagnètics, no ho podem saber-ho amb claredat ja que no tenim un microscopi petrogràfic).

Microscopi (10x4 augments)

Una vegada analitzada la mostra anterior al microscopi, podem concloure que la suposició de cristalls són en realitat segons el nostre criteri, bombolles de desgasificació del metall. Són d'un color metàl·lic i consten d'una brillantor metàl·lica.

B. Zona central del pati

Vista macroscòpica

A simple vista poca presència de pols, si que podem observar roques mil·limètriques a més de matèria orgànica. No s'aprecia cap tipus de cristall.

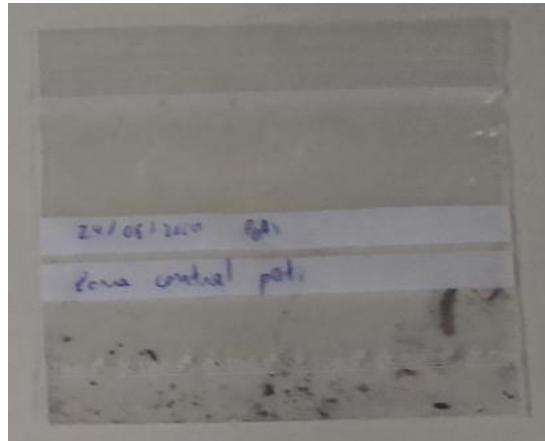


Fig 76. Composició de la mostra.

Lupa binocular x2

Hem trobat possiblement una mostra d'ambre*.



Fig 77. Mostra d'ambre.

C. Zona frontal del pati

Es pot apreciar gran quantitat de pols submil·limètrica de tonalitat gris i marró. S'aprecia matèria orgànica, però no cristalls.

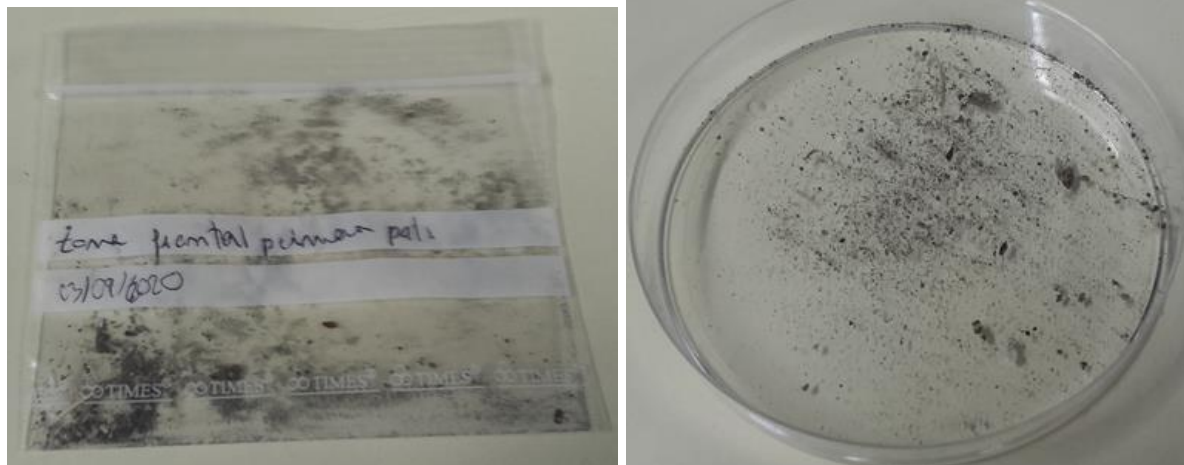


Fig 78. Composició de la mostra.

Lupa binocular x 2

Es poden apreciar cossos rocosos aglomerats i de forma arrodonida a més de pols i algun cristall de forma angular i ratllat. Presència de matèria orgànica.

Imantació

Microscopi x 10

Poca quantitat de material metàl·lic, però gran quantitat de filaments de colors blavosos (coure). Trobem una conglomeració de cristalls ferromagnètics de color blanc i amb certa brillantor. Dins aquesta aglomeració es pot observar un cos metàl·lic. Finalment trobem gran presència de cossos rocosos de mida submil·limètrica amb gran presència de cossos incorporats en aquest.

D. Zona lateral dreta

Vista macroscòpica

Gran presència de pols submil·limètrica amb roques mil·limètriques de formes angulars, a més de matèria orgànica, sense cap presència de cristalls aparentment.

Lupa binocular x2

Es pot apreciar gran quantitat de cristalls submil·limètrics ratllats, de color blanc i formes angulars.

Magnetització

Microscopi (10x10 augments)

Agregat de cristalls de formes geomètriques angulars i arrodonides. En aquest agregat podem trobar cossos metàl·lics de color negre i d'una forma allargada irregular.

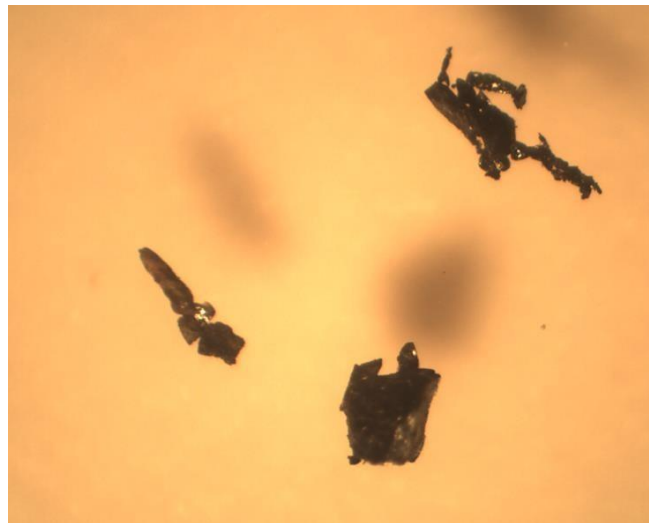


Fig 79. Cossos metàl·lics.

E. Pati zona llunyana pista de futbol al fons

Vista macroscòpica

Gran presència de pols submil·limètrica i terra de color marró amb gran quantitat de cossos rocosos de mida mil·limètrica, hi trobem alguna mostra de matèria orgànica. Aparentment sense presència de cristalls.

Lupa binocular x2

Gran quantitat de cristalls de formes angulars i arrodonides i gran presència de matèria orgànica.

Magnetització

Microscopi 10x10

Troballa d'un cos totalment esfèric i arrodonit agregat amb un altre cos obscur.



Fig 80. Cos metàl·lic arrodonit.

10. CONCLUSIONS

Per finalitzar donarem pas a les conclusions del treball de recerca, en base a la hipòtesis plantejada : Què conté l'aire que respirem? I potser trobem algun micrometeorit?

Havent analitzat la pols terrestre durant quasi tot el mes d'agost i les dues primeres setmanes de setembre. S'ha aconseguit recollir una gran quantitat de pols atmosfèric, per tant en base als resultats podem concloure el següent:

La pols atmosfèrica està formada per gran quantitat de components que varien segons el lloc de recollida però amb trets característics comuns. Primerament trobem una gran quantitat de cristalls en les mostres recollides, aquests cristalls es poden descriure de forma similar: són cossos laminars cristal·lins de formes angulars i en alguns cassos arrodonits (depenent de la erosió) a més a més de que tots presenten ratlles.

Per altra banda trobem la pols, que representa la major proporció de la mostra. Aquesta pols té també una textura determinada: sol ser submil·limètrica, amb formes arrodonides i una textura granular.

Cal destacar la troballa de cossos metàl·lics. Personalment, m'ha sorprès de forma bastant negativa ja que en les mostres que s'han analitzat, la proporció de contaminants metàl·lics sòlids en relació al volum total de les mostres (tot i no estar quantificat) és molt elevat. A l'haver trobat aquesta gran quantitat de cossos metàl·lics em fa plantejar-me que al llarg de la nostra vida, podem respirar moltes micropartícules metàl·liques que poden provocar diverses malalties esmentades anteriorment.

També s'ha d'especificar la gran quantitat de sílice trobada degut probablement a que és el mineral més abundant a l'escorça terrestre.

La meva experiència en la realització d'aquest treball ha estat molt positiva i enriquidora, gran part ha estat gracies a la Universitat de Geologia de Barcelona. La seva intervenció m'ha ajudat molt en l'elaboració del treball ja que he tingut

l'oportunitat de presenciar l'elaboració del mètode científic des de la vista d'uns professionals.

La situació actual, també ha tingut certa influència en l'elaboració final del treball, ja que per exemple un objectiu final del projecte, tractava de fer una comparació entre la composició de la pols atmosfèrica al País Basc i Barcelona. Finalment no va ser possible degut a la situació de pandèmia, no es va poder anar per segona vegada als laboratoris del CSIC i per tant no es va poder fer un anàlisi extens de les mostres del País Basc amb difracció de raigs X ni anàlisi amb microscopi topogràfic.

En base a les dificultats esmentades anteriorment, es va haver de realitzar un anàlisi de les mostres menys acurat, i per tant solament es va utilitzar els instruments del laboratori de l'institut. Tot i això estic molt satisfet amb les mostres analitzades al centre.

Respecte al tema de micrometeorits, no podem dir de manera absoluta que no hem trobat cap micrometeorit, degut a que ens els nostres anàlisis de les mostres, hem trobat gran quantitat de cossos esfèrics molt semblants a micrometeorits i per tant en aquest apartat hauríem de seguir investigant per tal de confirmar la troballa de micrometeorits.

Per altra banda en relació al tema de la contaminació atmosfèrica, no hem pogut obtenir cap resultat gràfic sobre substàncies contaminants com hidrocarburs o òxids de carboni, però amb la gran troballa de cossos metàl·lics i la recerca realitzada. Podem concloure que és un tema molt preocupant, ja que com s'ha pogut veure durant tot el treball en diverses gràfiques, el nivell de contaminants està augmentat de manera molt ràpida i exponencial. Des del meu punt de vista s'haurien de prendre mesures importants respecte aquest tema ja que si continuem amb aquest estil de vida, durant els pròxims anys possiblement visquem situacions extremes al planeta Terra. I amb això una possible canvi important en la manera de viure al nostre Planeta.

Finalment per tancar les conclusions i valoracions del treball, m'agradaria donar les gracies al meu tutor del treball de recerca, Lucas Bolívar.

Des del primer moment i la primera reunió que vam realitzar, em va transmetre la seva bona actitud i les seves ganes cara a la realització del treball. La seva passió i energia per a les ciències i concretament per a la geologia, ha estat una impuls extra per l'elaboració del treball. També cal agrair el seu sacrifici com per exemple perdre hores de pati per la correcció del treball o obrir el centre en estiu, fora d'horari lectiu, per tal de jo poder realitzar l'anàlisi de mostres.

Sincerament aquest treball no hagués estat el mateix sense la seva presencia, i m'agradaria dir que ha estat un plaer fer el treball amb ell com a tutor.

12. GLOSSARI

Albedo: L'albedo és el percentatge de radiació que qualsevol superfície reflecteix respecte a la radiació que incideix sobre ella.

Ambre: L'ambre, és resina fossilitzada d'origen vegetal, provinent principalment de restes de coníferes i algunes angiospermes.

Antròpiques: Procedent de l'esser humà.

Bactèries: Les bactèries són microorganismes procariotes que presenten una mida d'uns pocs micròmetres i diverses formes.

CFC: Clorofluorocarbonis.

Condrites: Les condrites són meteorits no metàl·lics que no han patit processos de fusió o de diferenciació en els asteroides dels quals procedeixen.

Espectroscòpica: L'espectroscòpia és l'estudi de la interacció entre la radiació electromagnètica i la matèria, amb absorció o emissió d'energia radiant.

Estratosfera: L'estratosfera és una de les capes de l'atmosfera terrestre, està situada entre la troposfera i la mesosfera.

Feldspat: Els feldspats són un grup de minerals tectosilicats i aluminosilicats que corresponen un 60% de l'escorça terrestre.

Fil·losilicats: Els fil·losilicats són una subclasse dels silicats que inclou minerals comuns en ambients molt diversos i que presenten, com a tret comú, una textura escamosa derivada de l'existència d'una exfoliació basal perfecta.

Homeostàtic: L'homeòstasi és una propietat que consisteix en la seva capacitat de mantenir una condició interna estable compensant els canvis en el seu entorn mitjançant l'intercanvi regulat de matèria i energia amb l'exterior.

Llei de Bragg: La llei de Bragg permet estudiar les direccions en les quals la difracció de raigs X sobre la superfície d'un cristall produeix interferències constructives, que permet predir els angles en què els raigs X són difractats per un material amb estructura atòmica periòdica.

Meteorització: La meteorització és la descomposició de minerals i roques que sofreixen a la superfície terrestre quan aquests materials entren en contacte amb l'atmosfera, hidrosfera i la biosfera.

Meteoroides: Un meteoroida és un cos menor de sistema solar d'aproximadament, entre 100 micres fins a 50 m.

Nucleosíntesi: La nucleosíntesi és el procés de creació de nous nuclis atòmics a partir de protons i electrons existents, per arribar a generar la resta dels elements de la taula periòdica.

Oleoductes: Són canonades i instal·lacions connexes utilitzades per al transport de petroli i els seus derivats a grans distàncies.

Oxosals: Les oxosals són les sals dels oxoàcids. S'obtenen a partir d'ells, per substitució dels hidrògens per un metall.

Petroquímica: La indústria petroquímica és aquella dedicada a obtenir derivats químics del petroli i dels gasos associats.

Plagiòclasi: Sèrie de tectosilcats triclínics sòdics i càlcics pertanyents als feldspats, que formen part de la sèrie albita-anortita.

Roques ígnies: Les roques ígnies o magmàtiques són aquelles que es formen quan el magma es refreda i es solidifica.

Roques metamòrfiques: Les roques metamòrfiques són roques formades per la modificació d'altres ja existents a l'interior de la Terra, mitjançant un procés anomenat metamorfisme.

Roques sedimentàries: Les roques sedimentàries són roques que es formen per acumulació de sediments, formats a partir de partícules de diverses grandàries transportades per l'aigua, el gel o el vent, i són sotmesos a processos físics i químics.

Smog: Boira barrejada amb fum i partícules en suspensió, pròpia de les ciutats industrials.

Tectosilicats: Subclasse dels silicats caracteritzada pel fet que els tetraedres de $(\text{SiO}_4)^{4-}$ comparteixen tots els oxígens situats als vèrtexs de cada tetraedre amb els tetraedres adjacents i formen per aquesta raó una xarxa tridimensional.

Unicel·lulars: Un organisme unicel·lular està format per una sola cèl·lula.

13. BIBLIOGRAFIA

<https://es.wikipedia.org>

<http://www.troposfera.org/conceptos/contaminantes-quimicos-de-la-atmosfera/dioxido-de-azufre-so2/>

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/dioxido-azufre.aspx>

<https://www.osha.gov/>

<http://mediambient.gencat.cat/>

http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct_art78.pdf

<https://www.ecologistasenaccion.org/27108/ozono-troposferico/>

www.universetoday.com

www.meteoblue.com

<https://www.nationalgeographic.com>

<https://www.miteco.gob.es/es/>

<https://www.eea.europa.eu/es/themes/air/intro>

<http://meteoroides.net/>