

TREBALL FI DE GRAU CIÈNCIES
AMBIENTALS



AVALUACIÓ DE LA DOSI AMBIENTAL EN UNA
MINA D'URANI: LA MINA EUREKA



Tutors:

Jordi Garcia-
Orellana

Mario Zarroca
Hernández

Almudena Hierro
Gutierrez

Laura Sánchez Hosta

Estefania Tumbaco Valarezo

Roger Vila Jiménez

Bellaterra, Juny 2016

ÍNDEX

1. PRÒLEG	7
2. ANTECEDENTS	9
2.1. Introducció general.....	9
2.1.1. Formacions geològiques en les quals trobem jaciments d'urani	9
2.2. Mines d'urani a la Península Ibèrica	11
2.2.1. Contextualització històrica.....	11
2.2.2 Mines d'Urani a Espanya.....	12
2.2.3 Mines d'Urani a Catalunya	14
2.2.4. Estat actual de les Mines d'Urani: Present i Futur	15
2.3. Contextualització de la zona d'estudi: Mines Eureka	16
2.3.1. Situació geogràfica.....	16
2.3.3. Activitats econòmiques de la Vall Fosca.....	20
2.3.4. Climatologia de la Vall Fosca	20
2.3.5. Contextualització de la zona geogràfica i geològica de la zona d'estudi.....	22
2.3.5. Història de les mines	28
2.3.6. Present i futur de les mines Eureka	31
3. JUSTIFICACIÓ DEL TREBALL	33
4. OBJECTIUS	36
4.1. Generals	36
4.2 Específics	36
5. METODOLOGIA	38
5.1. Cartografia i fotografies aèries	39
5.2. Estudi de camp	39
5.2.1. Determinacions "in situ" d'activitat radiològica	40
.....	41
.....	41
5.2.2. Determinació de la concentració preliminar de radó dins de les galeries.....	41
5.2.3. Estudis sociològics. Enquestes i entrevistes.....	41
5.3. Resultats.....	42
5.3.1. Elaboració de croquis amb les dosis	42
5.3.2. Elaboració d'un mapa d'influència radiològica	43
6. INSTRUMENTS DE MESURA	45
7. RESULTATS	48

7.1. Descripció dels elements antròpics de l'activitat minera	48
7.1.1. Afloraments retreballats per a extracció de mostres.....	50
7.1.2. Galeries	51
7.1.3. Zones de rebuig: escombreres	55
7.1.4. Zona de càrrega	55
.....	56
7.1.5. Canonades d'aire	56
7.2. Descripció dels nivells de dosis	57
7.2.1. Mapes de nivells de dosis.....	57
7.2.2. Nivells de dosi de cada zona.....	61
7.3. Concentracions preliminars de Radó (Rn-222)	75
8. DISCUSSIÓ	77
8.1. Relació entre activitat antròpica minera i dosis	77
8.2. Possibles riscos relacionats amb la Mina Eureka	78
8.2.1. Risc estructural.....	78
8.2.2. Risc relacionat amb la dosi rebuda i la concentració de radó	79
8.3. Comparativa amb altres activitats mineres d'Urani.....	80
9. Conclusions	91
10. ACCIONS I PROPOSTES DE MILLORA	94
11. PROGRAMACIÓ DEL TREBALL	99
12. PRESSUPOST	101
13. PETJADA DE CARBONI	104
14. GLOSSARI	106
15. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES.....	109
16. ANNEXOS	115
Annex 1.....	115
Annex 2.....	119
Annex 3.....	129

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 2. 1 Esquema d'un procés reversible de metal·lització epigenètica d'U, Se, Mo, V i Re, degut als esdeveniments de sedimentació-magmatisme-sedimentació a la Sierra de Peña Blanca i Vall de Aldama Chih. Font: Génesis i Depositación de los Yaccimientos de Molibdeno y Uranio, en el Distrito de Villa Aldama, Chihuahua. Bazán Barrón, Sergio (1978).	10
Figura 2. 2 Mapa de radiació gamma natural a Espanya. Font: Proyecto Marna	12
Figura 2. 3 Projecte Salamanca. Font: LaInformación.com.....	13
Figura 2. 4 Localització de les principals zones amb reserves d'urani a Catalunya. Font: Elaboració pròpia.	14
Figura 2. 5 Mapa de localització de la Vall Fosca. Font: http://www.vallfosca.net/	16
Figura 2. 6 Vista obliqua de la Vall Fosca. Font: Google Earth	17
Figura 2. 7 Delimitació de la zona d'estudi amb els diferents elements que s'hi poden trobar, ja siguin antròpics com naturals.	19
Figura 2. 8 Distribució geogràfica de la precipitació acumulada de l'any pluviomètric 2013-2014. Font: www.meteocat.cat	21
Figura 2. 9 Distribució geogràfica de la mitjana de temperatures anual de l'any 2015. Font: www.meteocat.cat	22
Figura 2. 10 Mapa topogràfic i geològic de la zona. Font: ICGC.....	23
Figura 2. 11 Fotografia del Red-Bed. Font: Red Bed de Castell-Estao. Un patrimonio geologico y mineralogico singular de la comarca del Pallars Jussà.....	23
Figura 2. 12 Zona corresponent a l'àrea on aflora la sèrie permotriàsica (formacions uraníferes), juntament amb la delimitació de la zona d'estudi. Font: Modificat de l'ICGC. Mapa geològic: 1 : 50.000 www.icg.cat	25
Figura 2. 13 Tall geològic de la zona d'estudi i mapa geològic. La secció del tall és de Sud a Nord tal com indica la imatge, anant perpendicularment al camí de pujada per les boques de les mines, i creuant just pel costat de la galeria intermèdia.	26
Figura 2. 14 Fases del Cicle del combustible d'urani	30
Figura 2. 15 Senyal d'informació referent al condicionament de la senyalització informativa i a la pertanyent subvenció.....	31
Figura 5. 1 Imatge de presa de mesures al camp.....	40
Figura 5. 2 Esquema de la metodologia emprada en la realització de mesures.....	41
Figura 5. 3 Exemple de croquis	43
Figura 5. 4 Esquema de realització de mesures al llarg de la zona d'estudi	43
Figura 6. 1 Detector portàtil de radiació gamma.	45
Figura 6. 2 GPS.....	46
Figura 6. 3 Detector de radó Rad7. Font: Google Imatges	46
Figura 7. 1 Localització dels elements antròpics de la activitat minera.....	49
Figura 7. 2 Aflorament situat sota el mirador	50
Figura 7. 3 Cartell informatiu galeria inferior.....	51
Figura 7. 4 Pou de ventilació galeria inferior	52
Figura 7. 5 Fauna present a l'interior de les mines	53
Figura 7. 6 Filó d'urani.....	54

Figura 7. 7 Puntals de fusta a l'interior de les galeries	54
Figura 7. 8 Escombrera galeria intermèdia	55
Figura 7. 9 Zona de càrrega galeria intermèdia i inferior.....	56
Figura 7. 10 Canonades presents en el camí.....	56
Figura 7. 11 Mapa de punts de dosis ambiental a la zona d'estudi	58
Figura 7. 12 Mapa de la dosi ambiental en la zona d'estudi.....	59
Figura 7. 13 Aflorament amb grau d'antropització baix entre la galeria inferior i intermèdia...	61
Figura 7. 14 Esquema aflorament sota el mirador.....	62
Figura 7. 15 Imatge aflorament sota el mirador	63
Figura 7. 16 Esquema aflorament antropitzat apartat del camí	63
Figura 7. 17 Imatge aflorament antropitzat apartat del camí.....	64
Figura 7. 18 Esquema galeria superior.....	65
Figura 7. 19 Imatge galeria superior	65
Figura 7. 20 Esquema exterior galeria intermèdia.....	66
Figura 7. 21 Esquema interior galeria intermèdia.....	66
Figura 7. 22 Imatges galeria intermèdia.....	67
Figura 7. 23 Esquema exterior galeria inferior.....	67
Figura 7. 24 Esquema interior galeria inferior	68
Figura 7. 25 Imatges galeria inferior	68
Figura 7. 26 Esquema galeria oberta.....	69
Figura 7. 27 Imatges galeria oberta.....	69
Figura 7. 28 Esquema galeria Mont-Ros	70
Figura 7. 29 Imatge galeria Mont-Ros	70
Figura 7. 30 Esquema tremuja galeria intermèdia.....	71
Figura 7. 31 Imatge tremuja galeria intermèdia	72
Figura 7. 32 Esquema tremuja galeria inferior.....	72
Figura 7. 33 Imatge tremuja galeria inferior	73
Figura 7. 34 Esquema tremuja galeria inferior.....	74
Figura 7. 35 Imatge tremuja galeria inferior	74
Figura 11. 1 Programació del treball	99
Figura 16. 1 Fitxa descriptiva galeria superior	119
Figura 16. 2 Fitxa descriptiva galeria intermèdia	120
Figura 16. 3 Fitxa descriptiva galeria inferior	121
Figura 16. 4 Fitxa descriptiva galeria "oberta"	122
Figura 16. 5 Fitxa descriptiva galeria Mont-Ros	123
Figura 16. 6 Fitxa descriptiva Red-Bed	124
Figura 16. 7 Fitxa descriptiva galeria intermèdia	125
Figura 16. 8 Fitxa descriptiva escombrera galeria inferior.....	126
Figura 16. 9 Fitxa descriptiva tremuja galeria intermèdia	127
Figura 16. 10 Fitxa descriptiva tremuja inferior	128

ÍNDIX DE TAULES

Taula 8. 1 Comparació dosis amb altres mines del món i la distància de les mesures	81
Taula 8. 2 Comparació rang de dosis amb altres mines del món.....	82
Taula 8. 3 Taula diferenciació visitants de les Mines Eureka	84
Taula 8. 4 Dosis rebudes pels turistes i nombre de visites màximes	85
Taula 8. 5 Dosis rebudes pel guia i nombre de visites màximes	87
Taula 8. 6 Dosis rebudes pels geòlegs i nombre de visites màximes	89
Taula 10. 1 Propostes de millora	95
Taula 12. 1 Pressupost	102
Taula 13. 1 Càlcul Petjada de Carboni	104
Taula 16. 1 Taula de punts de dosi mesurats	118

Agraïments

Volem reconèixer primerament el seguiment exhaustiu dels Tutors del Treball Final de Grau, Dr. Jordi Garcia-Orellana, Dr. Mario Zarroca i la Dra. Almudena Hierro, i per la paciència demostrada al llarg de tot el camí recorregut en el nostre projecte.

També volem agrair a l'Eva Parisé, treballadora de l'ajuntament de la Torre de Cabdella, per haver-nos facilitat la clau d'accés a les galeries clausurades per poder fer les mesures necessàries per desenvolupar aquest projecte; i a la Cristina Muelas, pel seu interessant treball periodístic i l'ajuda que ens ha proporcionat.

Donem les gràcies al Dr. Joan Mata-Perelló, ex-catedràtic de la Universitat Politècnica de Catalunya, per haver-nos facilitat informació de caràcter geològic de la zona d'estudi. També al geòleg Joan Abella per haver-nos atès amb tanta amabilitat, i a l'empresa Eureka SGN, encarregada dels itineraris turístics previstos, per contestar totes les nostres preguntes.

També al Josep Rosell per la seva ajuda a l'hora de realitzar els mapes principals d'aquest projecte i al Pau Basora per l'ajuda en la taula de dosis.

Finalment, agraiem al lector que llegirà aquest projecte, pel seu interès per la nostra feina.

1. PRÒLEG

L'urani és un mineral del qual se'n deriven opinions molt diferents, ja sigui per la població en general com pels científics, degut a la radiació que se'n desprèn, així com dels gasos o altres elements.

Una part de la societat, a dia d'avui, doncs, rebutja de manera molt clara l'element en qüestió, i sobretot les mines d'explotació de les quals se n'extreu. Consideren que mobilitzar aquest material és molt perillós per la seva salut i pel medi ambient en general. Una altra, però, hi veu una alta possibilitat de producció d'energia i un nou recurs que s'ha d'explotar.

Tot i així, no se sap quins són els efectes que poden causar aquestes explotacions per si mateixes. És a dir, quins són els efectes que causa l'activitat antròpica i que no causaria el jaciment de manera natural sense ser explotat. Existeix una gran incertesa general pel que fa al desenvolupament de la mineria d'urani i això, sovint, porta a acusacions i teories sense fonaments.

Aquest projecte que hem realitzat tres estudiants de Ciències Ambientals, vol posar en coneixement de tot que implica una antiga mina d'urani al seu entorn, i estudiar quins efectes té una activitat minera en un medi natural.

Es tracta d'un estudi dels elements geològics presents i les dosis que hi pot haver en la zona, i comparar-lo amb aquells elements que considerem antròpics o que han modificat lleugerament l'activitat humana, i d'aquesta manera poder afirmar si l'activitat minera ha modificat o no les condicions anteriors als sondejors.

Volem donar a conèixer, doncs, que succeeix quan explotem una mina d'un mineral com l'urani, i quina és la diferència si no l'explotéssim, si la font fos únicament natural.



2. ANTECEDENTS

2.1. Introducció general

L'Urani és un conegut element que forma part dels minerals presents en el nostre planeta, tot i tractar-se dels menys abundants en la natura (Arribas, 1974). Va ser descobert l'any 1789 pel químic alemany Martin Heinrich Klaproth.

Des del seu descobriment, l'urani va ser emprat per la coloració de vidres i ceràmiques, com si es tractés d'un element més. No va ser fins el 1939, data de descobriment de la fissió nuclear, quan l'urani va atraure més interès.

L'urani té tres isòtops naturals: urani-238 (^{238}U), urani-235 (^{235}U) i urani-234 (^{234}U). El període de desintegració de l' ^{238}U és aproximadament 4.470 milions d'anys, el de l' ^{235}U és de 704 milions d'anys i el de l' ^{234}U 245500 anys.

Tot i trobar-se majoritàriament en petites porcions a l'escorça terrestre, hi ha alguns indrets de la terra on trobem minerals d'urani amb altres concentracions. Degut a la seva actual importància en el sector de l'energia, aquests jaciments solen ser explotats i convertits en mines.

2.1.1. Formacions geològiques en les quals trobem jaciments d'urani

L'urani, es tracta d'un mineral que no es troba en un tipus de roca o una formació geològica concreta, sinó que podem trobar-lo en una gran diversitat de jaciments. Aquesta diversitat la podem classificar en 5 grans tipus, ja que són els que han resultat en les majors mines d'urani trobades fins al moment.

- **Jaciments o acumulacions en contactes o discordances entre un basament o roca cristal·lina i un sediment clàstic.** Els més importants d'aquests es troben a Canadà i Austràlia. Aquest tipus de jaciments han resultat ser els més rics, i per tant les mines són les que contenen unes concentracions més altes de tot el món (Artieda González-Granda, 2007)
- **Jaciments de gresos de granulometria mitja i gran d'origen continental fluvial o marí marginal, que han donat lloc a una roca amb característiques reductores.** Jaciments d'aquest tipus es troben a Kazakhstan, Uzbekistán i Níger, entre d'altres. Hi ha jaciments d'aquest tipus que han estat estudiats però mai explotats a Espanya. És un dels principals jaciments (Arribas, 1974).

- **Jaciments en bretxes riques en hematites que contenen urani, entre altres metalls.** El més important es troba a Austràlia. En aquests jaciments l'urani es pot donar com a subproducte, ja que els materials primaris extrets són principalment coure i or (Artieda González-Granda, 2007).
- **Conglomerats de quars sedimentats en ambients fluvials o lacustres d'edat superior als 2,3 o 2,4 milions d'anys.** Igual que els jaciments en bretxes, l'urani és present barrejat en altres metalls, essent un subproducte, com hem dit en el punt anterior. Podem trobar jaciments d'aquest tipus a Sud-Àfrica (Artieda González-Granda, 2007).
- **Filons o bretxes mineralitzades.** L'urani es presenta barrejat amb altres materials com carbonats, coincidint a vegades amb venes o filons de diferents longituds i/o espessor. La riquesa d'aquest també pot ser variable. Aquest tipus de jaciments són presents a Salamanca (Espanya) (Artieda González-Granda, 2007).

A la Figura 2.1. podem observar processos o formacions geològiques on es poden localitzar els jaciments.

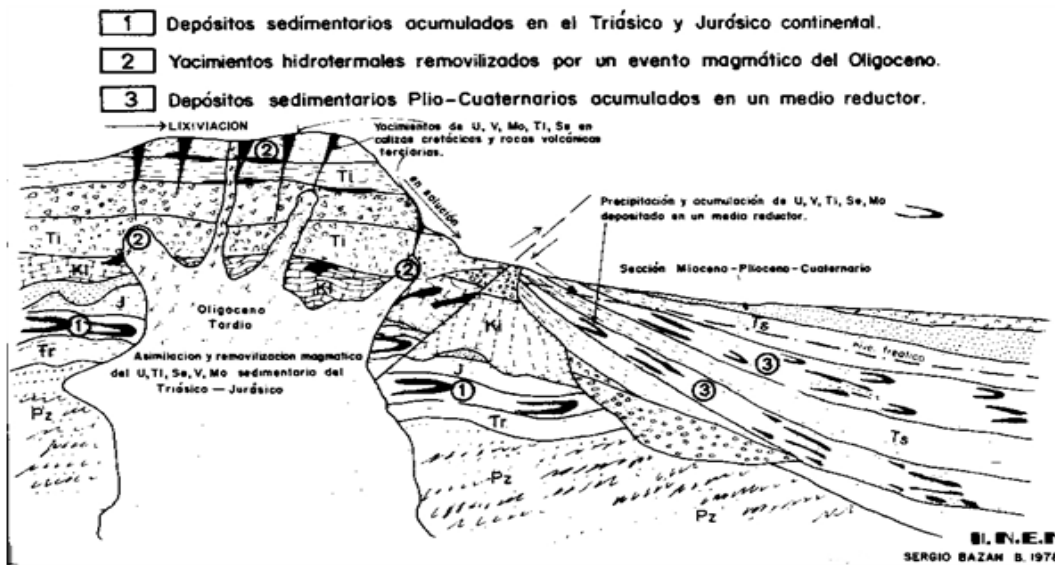


Figura 2. 1 Esquema d'un procés reversible de metal·lització epigenètica d'U, Se, Mo, V i Re, degut als esdeveniments de sedimentació-magmatisme-sedimentació a la Sierra de Peña Blanca i Vall de Aldama Chih. Font: *Génesis i Depositación de los Yacimientos de Molibdeno y Uranio, en el Distrito de Villa Aldama, Chihuahua.* Bazán Barrón, Sergio (1978).

2.2. Mines d'urani a la Península Ibèrica

2.2.1. Contextualització històrica

Després de la guerra civil i amb l'obertura del règim Franquista a l'exterior gràcies al suport dels Estats Units, Espanya va iniciar, a partir dels anys 60, la cursa per produir energia nuclear.

En aquella època, Espanya es trobava aïllada internacionalment, amb un sistema científic-tècnic danyat per l'exili i les depuracions i un país devastat després de la Guerra Civil (1936-1939). Tot i així, Franco va percebre, molt precoçment, la potencialitat de la energia atòmica per impulsar la reindustrialització d'Espanya i reforçar la seva capacitat militar i diplomàtica (Menéndez Navarro i Sánchez Vázquez, 2013).

L'energia nuclear va ser, a més, concebuda com exponent dels ideals de modernització del règim (Presas i Puig, 2005; Ordóñez i Sánchez-Ron, 1996).

Però no era el desenvolupament l'únic motiu pel qual es volia apostar per el desenvolupament nuclear. Anys més tard, al 1945, després de l'explosió d'Hiroshima i Nagasaki, va créixer l'interès de les diferents nacions per tal de proveir-se militarment d'armes nuclears. (Natividad Carpintero, 2010).

L'any 1951, es va crear a Espanya la *Junta Nuclear Espanyola (JNE)*, l'organisme estatal que va liderar el desenvolupament atòmic (Romero de Pablos i Sánchez-Ron, 2001).

L'any 1953, es va crear "*Atoms for peace*", un programa pel qual els Estats Units posava el coneixement mèdic i energètic, entre altres, que podia tenir l'energia nuclear i facilitava la venda de reactors, per d'aquesta manera, mantenir un control del mercat. Així Espanya, va iniciar-se en la producció d'energia d'origen nuclear.

Va ser en aquella època, en la qual es va iniciar l'interès per la cerca de jaciments uranífers amb la realització de sondejos i exploracions. L'objectiu seria abastir els nous reactors i les centrals nuclears que anys més tard es posarien en funcionament.

La manca d'obra barata, la necessitat de treballar per falta de recursos i la presència de jaciments a la península i l'escassetat de normativa ambiental van portar fortes inversions a les mines del país, convertint-se en una base important de l'economia en algunes zones d'Espanya. Així doncs, es van obrir mines a Salamanca, Jaén, Còrdova i en alguns punts de Catalunya, entre altres.

2.2.2 Mines d'Urani a Espanya

Espanya és el segon país europeu, per sota de França, amb més jaciments d'urani. L'any 2005 es va estimar que les seves reserves representaven una producció d'urani de 41.595 t (Foro de Energía Nuclear, 2005). Tot i que més endavant no es varen considerar rendibles, avui dia ja hi ha empreses interessades en la seva explotació.

Podem trobar diferents mines d'urani a Còrdova, Càceres, Jaén, Salamanca i Badajoz, que varen ser explotades durant els inicis de la segona meitat del segle XX.

Com podem veure a la Figura 2.2 les zones amb més radiació gamma natural es troben en el nord-oest, al sud de Galícia, i al centre-oest d'Espanya; corresponent a les zones on ja s'han obert mines i on actualment hi ha l'empresa Berkeley Minera Espanya, SA té plans de crear-hi de noves.

Pel que fa a Catalunya, no s'observen zones amb alts nivells de radiació, tot i que si veiem zones amb nivells de radiació gamma natural més altes sobretot a la part del Pirineus, i a la zona del Maresme i La Selva.

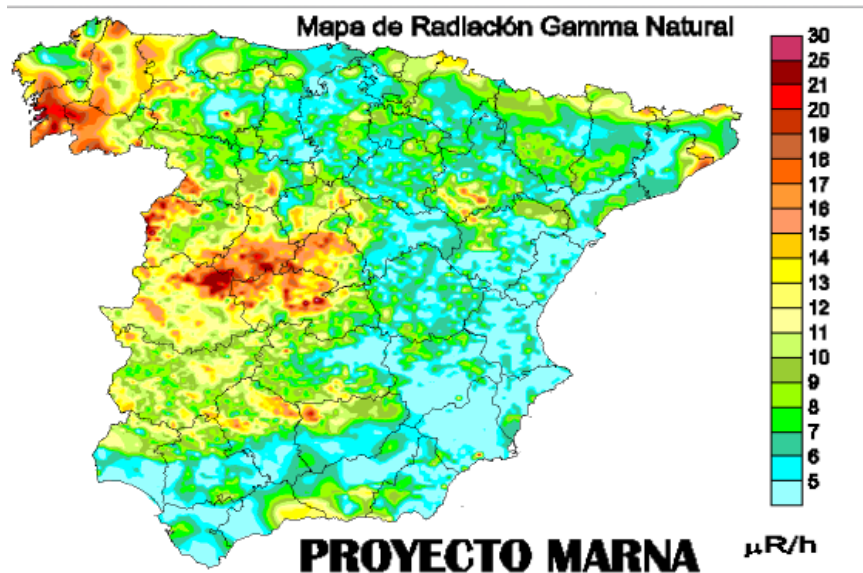


Figura 2. 2 Mapa de radiació gamma natural a Espanya. Font: Proyecto Marna

Un dels primers jaciments explotats a Espanya industrialment van ser les mines d'Andújar (Jaén), oberta durant els anys 1959 i 1981. Era precisament aquí on es

transportava el mineral extret de la nostra mina d'estudi; la mina Eureka, i de la que tractarem amb més detall més endavant.

No obstant, el jaciment més important és el que es troba a Salamanca. Durant els anys 1974 i 1993 va estar en funcionament una mina d'urani a cel obert anomenada "Elefante", i posteriorment "Quercus" fins el 2001.

En aquest cas, no només s'extreia el mineral, sinó que també es tractava a través de l'empresa ENUSA.

Tornant al cas de la mina de Salamanca, actualment hi ha un conflicte d'interessos entre els habitants de la zona, i l'empresa *Berkeley Minería España S.A.* (filial de la companyia australiana *Berkeley Resources*) que vol tornar a explotar, extreure i processar urani d'aquesta zona, pel seu alt contingut en urani.

Com podem observar en la Figura 2.3, el projecte Salamanca avarca els termes municipals de Retortillo, Alameda i Gambuta. Actualment ja ha sigut atorgada la autorització prèvia per l'explotació d'aquests jaciments. La duració d'explotació prevista seria d'un 10-11 anys. Tot i així, actualment s'han presentat recursos a l'Audiència Nacional i s'està estudiant el cas al Tribuna Suprem (La Crònica de Salamanca, 2016).



Figura 2. 3 Projecte Salamanca. Font: Lalnformación.com

A diferència de l'època en que es va obrir les mines en els seus inicis, avui en dia hi ha una forta oposició social contra la posada en marxa d'aquest projecte.

2.2.3 Mines d'Urani a Catalunya

Si bé és cert que a Catalunya actualment no consta que hi hagin jaciments susceptibles per a l'explotació d'urani, el que si sabem és que s'han fet prospeccions a vàries localitats i antigament es varen obrir cates d'exploració. No obstant, en el seu moment es va veure que no eren econòmicament viables, i per tant es van deixar d'explorar i abandonar.

Així doncs, als anys 60 es varen fer els primers sondejos d'extracció a Catalunya, portada a terme en aquell moment per la *Junta de Energia Nuclear (JEN)*. Un dels primers sondejos va ser la coneguda "mina Eureka", a la comarca de Pallars Jussà. Aquests sondejos, doncs, es varen abandonar l'any 1963.

Hi van haver, però, altres zones on inicialment es van trobar estructures favorables (Perelló, 1990), concretament les següents:

- **Bodaella** (Alt Empordà):

molt poc important, hi apareixen de manera reduïda també a Darnius, Olivera i Tàpies. Els minerals es troben en un tipus de granit pegmatític.

- **Calaf** (Anoia): urani present sobre lignits uranífers. És una de les reserves d'urani que es contempla explotar en un futur.



Figura 2. 4 Localització de les principals zones amb reserves d'urani a Catalunya. Font: Elaboració pròpia.

- **Malgrat** (Maresme): es tracta de jaciments d'urani de tipus epigenètic, en roques metamòrfiques: pissarres uraníferes.
- **Osona**: sobretot a la zona de les Guillerries. L'any 1978 es va comunicar que la Junta d'Energia Nuclear volia invertir 67 milions a Catalunya per a l'extracció d'urani en aquesta zona. Després d'aquest fet, al gener de l'any següent, es va constituir el Comitè Anti-urani a Osona. Al final no es va arribar a explotar aquesta zona, però a dies d'avui, es torna a contemplar aquesta possibilitat.

2.2.4. Estat actual de les Mines d'Urani: Present i Futur

En l'actualitat, la investigació d'esmenes radioactives es duu a terme per la Promotora de Recursos Naturales-Chevron.

Moltes de les regions on es varen fer prospeccions i es van obrir cates pel seu contingut d'urani, es troben clausurades o abandonades. No obstant, actualment s'està estudiant la idea de tornar a buscar i extreure urani d'aquestes zones, o de noves que es puguin trobar a Catalunya, ja que a dia d'avui hi ha més demanda i, per tant, la seva explotació és més rendible.

L'any 2012, l'empresa australiana *Berkeley Minera España SA* va començar els primers passos de prospecció i extracció d'urani a Catalunya, sobretot a les províncies de Lleida i Barcelona.

Tot i que l'empresa no ha donat més informació, s'especula que es prioritzi la explotació dels jaciments d'urani anomenats "Sol" i "Luna" situats en el municipi de Calaf (Anoia), que van deixar d'explotar-se l'any 2000, però que, a diferència dels altres jaciments, aquests tenen baixa concentració, però un alt volum del mineral en qüestió (Boixereu, 2006). A més, tenint en compte que la Llei de Mines actual (Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas.) protegeix els interessos miners ja que es consideren estratègics, qualsevol activitat minera que es consideri rendible es pot tornar a activar.

Per altra banda, ja que les mines, a dia d'avui, no compleixen cap objectiu econòmic pel país, actualment s'estan duent a terme accions per incrementar el turisme als pobles situats al voltant de les mateixes, fent servir les diferents mines presents en el país com a atractiu principal, com per exemple s'està realitzant a les Mines de Carbó de Cercs. Es tracta de rutes i visites guiades pel recorregut de les mines, per tal de donar a conèixer el patrimoni miner dels municipis a la qual pertanyen i la història que s'hi va desenvolupar al voltant, creant un nou concepte de turisme.

Un altre ús de les mines és la purament científica, sobretot per a estudis geològics i radiològics a la zona, per tal d'estudiar-la i conèixer més l'activitat o els processos que s'hi desenvolupen.

A part d'això, no es coneixen altres usos de les antigues mines que les ja esmentades, ja que, com s'ha mencionat, no s'exploten i no contribueixen a la producció d'urani.

2.3. Contextualització de la zona d'estudi: Mines Eureka

En aquest apartat, s'especifica totes aquelles característiques, tan històriques com geològiques o demogràfiques, que es consideren rellevants de la zona d'estudi seleccionada.

2.3.1. Situació geogràfica

Les Mines Eureka són unes cales de sondeig que es troben al vell mig de l'anomenada Vall Fosca, un paratge verge i amb un elevat valor natural.

Es tracta d'una vall situada al nord de la província catalana de Lleida, concretament al Pallars Jussà. És a dir, es troba en els pirineus catalans, al sud-oest de Catalunya, gairebé en contacte amb la comunitat autònoma d'Aragó.

La Vall Fosca està formada per un seguit de petits municipis agrupats per un mateix ajuntament, tots situats al voltant del riu Flamisell que creua la vall.

Compta amb poc més de 700 habitants, tots ells repartits pels 19 pobles que conformen la vall: La Pobleta de Bellveí, Estavill, Envall, Antíst, Castell-Estaó, Beranui, la Plana de Mont-ros, Molinos, la Torre de Capdella, Aiguabella, Espui, la Central de Capdella i Capdella. La vall comença a uns 800 m i el poble més alt és Capdella, que es troba a 1420 m d'altitud. En la Figura 2.7 es pot observar una petita part de la Vall.

El municipi més proper a les mines s'anomena Castell-Estaó, situat en un turó a 1000 m d'altitud del mar. Castell-Estaó, també conegut com les roques de Sant Pere Vell degut a la seva església



Figura 2. 5 Mapa de localització de la Vall Fosca. Font: <http://www.vallfosca.net/>

JUNY 2016
AVALUACIÓ DE LA DOSI AMBIENTAL D'UNA MINA D'URANI: LA MINA EUREKA



Figura 2. 6 Vista obliqua de la Vall Fosca. Font: Google Earth

2.3.2. Antropització de la zona d'estudi

L'estudi en detall que s'ha realitzat està centrat en la zona que va des del nucli de Castell-Estaó fins l'altre costat del riu Flamisell. En aquest sector es pot observar com el riu ha tallat transversalment l'estructura del plec i de la falla que formen els materials vermells permotriàsics, fent aflorar els materials portadors de la mineralització d'urani

S'ha delimitat, doncs, una zona d'estudi en la qual s'ha identificat els elements que poden tenir un paper rellevant en el projecte, ja siguin naturals com artificials.

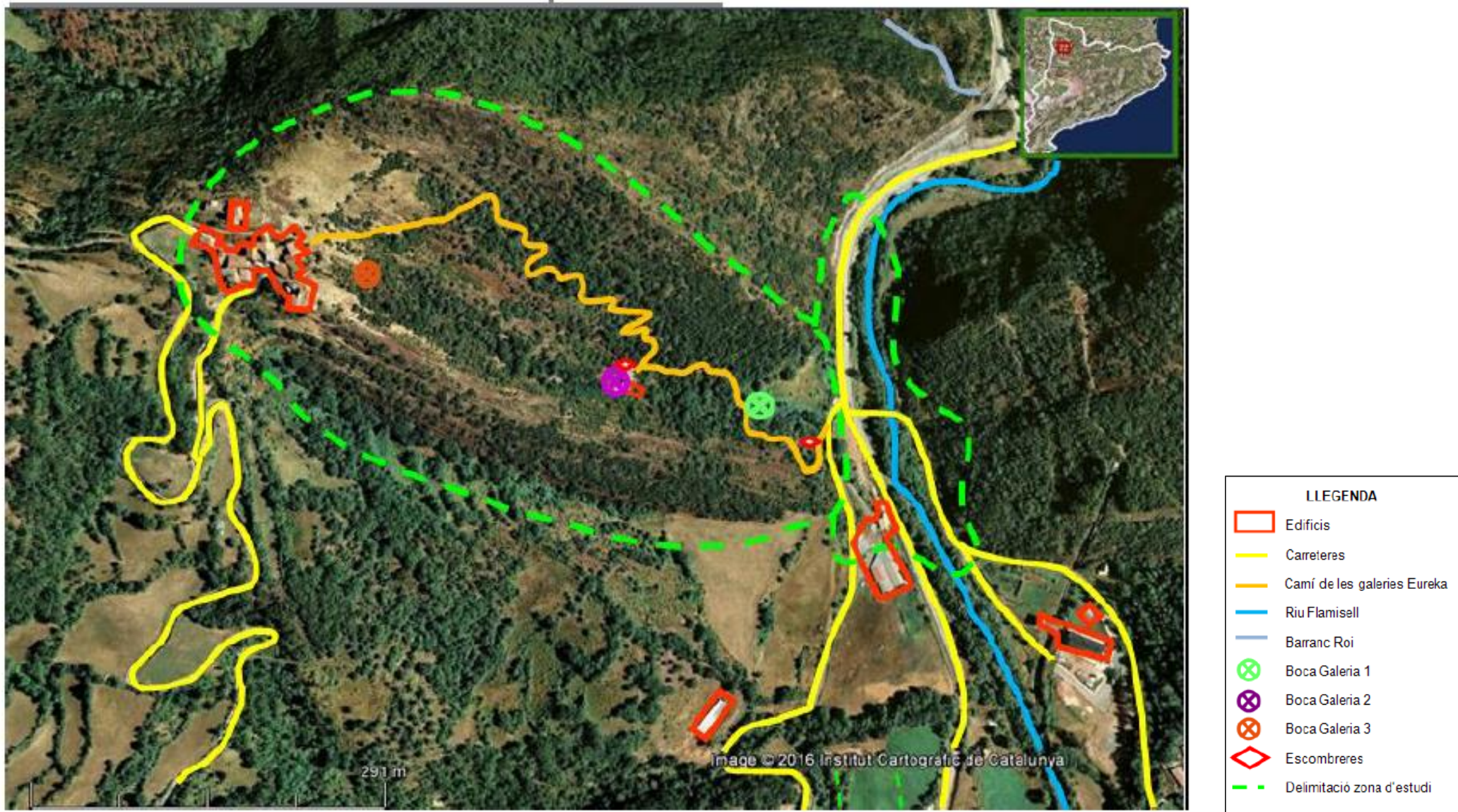


Figura 2. 7 Delimitació de la zona d'estudi amb els diferents elements que s'hi poden trobar, ja siguin antròpics com naturals.

Es pot visualitzar que hi ha identificats elements naturals com rius i barrancs; i elements antròpics, ja siguin escombreres, edificis, etc, indicat cada element amb la llegenda. També s'ha delimitat una àrea d'estudi aproximada per a centrar-nos en aquesta, ja que hem considerat que és la zona més rellevant en el nostre estudi, tenint en compte que és la zona en la qual es vol realitzar l'itinerari i on es troben les principals boques de les galeries de la mina Eureka.

2.3.3. Activitats econòmiques de la Vall Fosca

Històricament, la Vall Fosca ha estat una zona amb una elevada activitat agrícola, sent la principal activitat econòmica de la zona. Les seves terres fèrtils, la seva elevada extensió i la tradició dels seus habitants en realitzar aquest tipus d'activitat, ha marcat la gran presència de terres agrícoles a la zona.

Posteriorment, al llarg dels anys, també s'hi ha afegit un altre tipus d'activitat econòmica en paral·lel a l'agricultura i amb una elevada relació, la ramaderia.

Grans extensions s'han destinat a la ramaderia de boví, de manera encara molt compatible amb la ramaderia que s'hi ha dut a terme des de temps històrics.

Cap a finals del segle XIX, un polític i periodista, Emili Riu, va decidir instaurar en a Vall una central hidroelèctrica, i després de grans obres, al 1914 va aconseguir obrir la primera Central Hidroelèctrica de Catalunya.

Degut a la construcció d'aquesta central, es van haver de construir també carreteres per tal de comunicar tota la Vall Fosca. Aquestes construccions van incrementar la capacitat de comerç i de desenvolupament de la Vall, suposant un gran canvi pels seus habitants.

2.3.4. Climatologia de la Vall Fosca

Pel que fa al règim pluviomètric de la Vall Fosca, es tracta d'una de les zones més plujoses de Catalunya, situant-se per sobre dels 1150 mm de precipitació acumulada, com podem observar en la Figura 2.8.

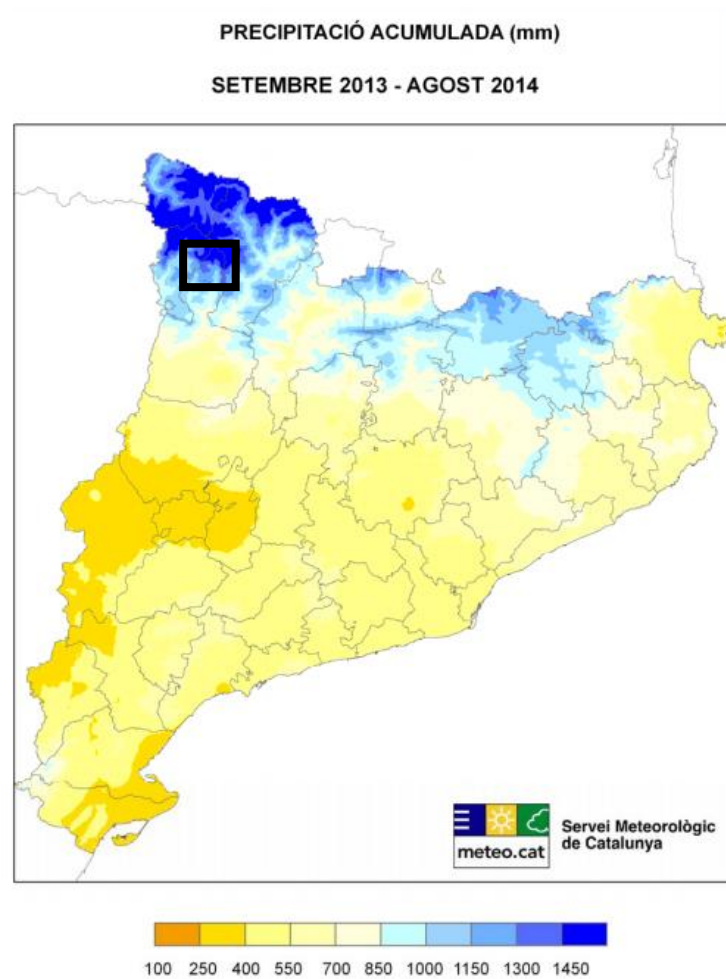
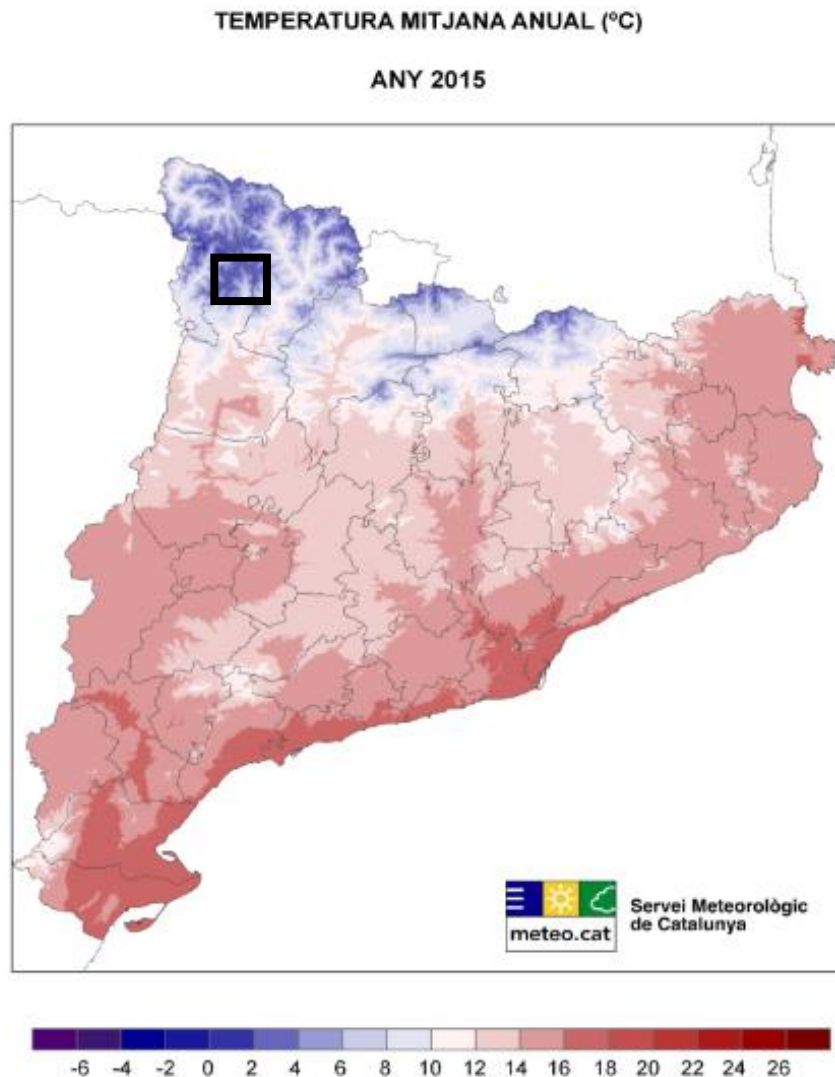


Figura 2. 8 Distribució geogràfica de la precipitació acumulada de l'any pluviomètric 2013-2014. Font: www.meteocat.cat

Pel que fa al clima, es tracta d'una zona freda amb freqüents nevades a l'hivern i estius suaus, en el qual la temperatura mitjana durant l'any és d'aproximadament uns 8 °C, com podem observar a la Figura 2.9.



*Figura 2. 9 Distribució geogràfica de la mitjana de temperatures anual de 'any 2015.
Font: www.meteocat.cat*

2.3.5. Contextualització de la zona geogràfica i geològica de la zona d'estudi

En aquest apartat, es realitza una descripció geològica de la zona per tal de comprendre la procedència dels minerals uranífers i la seva extensió, entre altres.

2.3.4.1. Introducció

Les anomenades mines Eureka, com ja hem comentat en el punt anterior, es troben situades a Castell-Estaó, en una sèrie de roques sedimentàries permotriàsiques o també anomenades permobunts del Pirineu Central.

Es tracta concretament d'una zona d'aflorament tant d'urani com de coure, en menor quantitat, de tipus Red-Bed (franja vermella). Aquesta franja vermella recorre gran part dels Pirineus, tot i que majoritàriament no es troba en superfície.

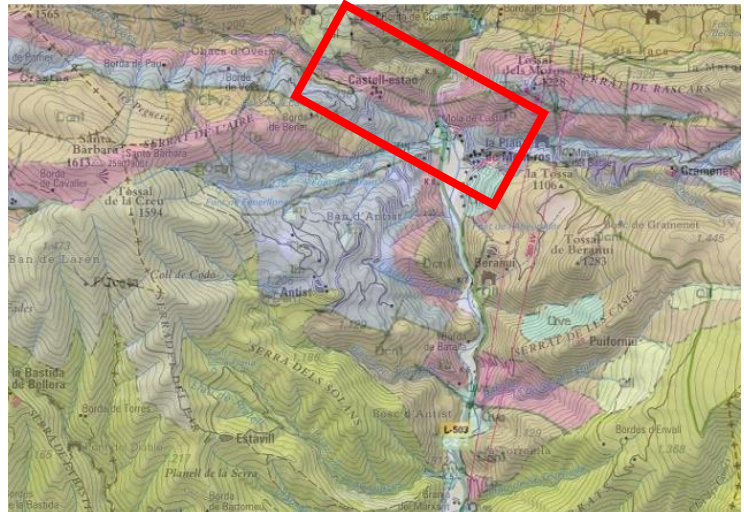


Figura 2. 10 Mapa topogràfic i geològic de la zona.. Font: ICGC



Figura 2. 11 Fotografia del Red-Bed. Font: Red Bed de Castell-Estaó. Un patrimoni geològic i mineralògic singular de la comarca del Pallars Jussà

Segons un estudi geològic realitzat per Espuny-Solani i Mata- Perelló (2001) el jaciment a Castell-Estaó, trobem l'urani envoltat d'arenisques vermelles i micoses. Al seu voltant hi trobem materials paleozoics i mesozoics. El paleozoic en aquesta zona està format per sediments corresponents al Devonoic, Carbonífer i Pèrmic.

Segons un estudi geològic realitzat per Espuny-Solani i Mata- Perelló (2001) el jaciment a Castell-Estaó, trobem l'urani envoltat d'arenisques vermelles i micoses. Al seu voltant hi trobem materials paleozoics i mesozoics. El paleozoic en aquesta zona està format per sediments corresponents al Devonoic, Carbonífer i Pèrmic

2.3.4.2. Sèrie Permotriàsica del Pirineu Central

La zona d'estudi està situada al Pirineu Central, i es caracteritza per tenir una tectònica complexa. Les principals formacions aflorants que s'hi poden trobar corresponen al Devonià, Carbonífer, Permià i Triàsic (Artieda González-Granda, 2007).

La sèrie permotriàsica té una extensió de 30 km i va des de Castellàs (municipi de les Valls d'Aguilar, a l'Alt Urgell) a l'oest, fins a Cases de Baró (poble del municipi de

Soriguera, al Pallars Sobirà) a l'est. Aquesta sèrie està formada per una sèrie fluvial continental de lutites, i canals gresos vermell i conglomerats, alguns cops concordants amb els materials presents en el Carbonífer

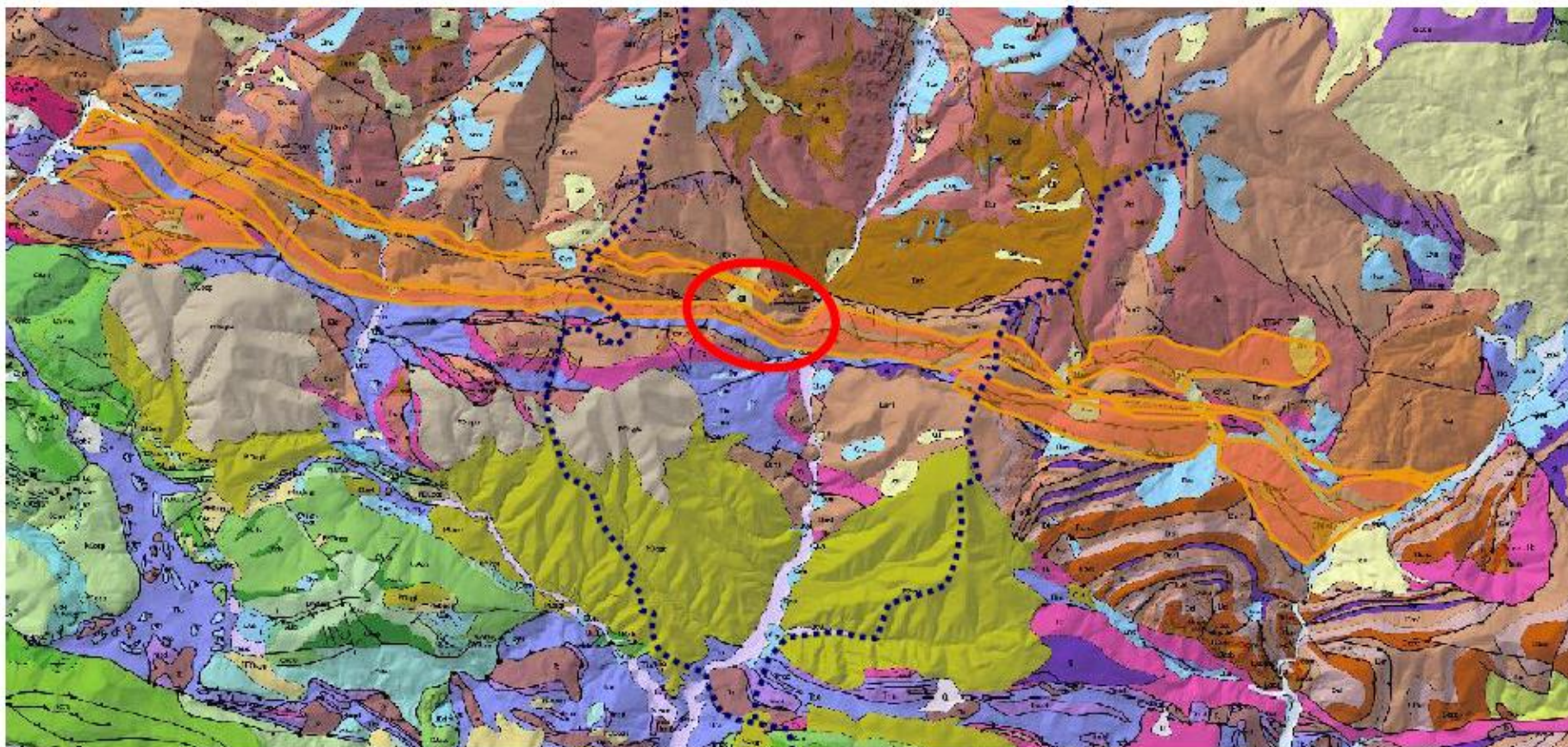





Figura 2. 12 Zona corresponent a l'àrea on aflora la sèrie permotriàsica (formacions uraníferes), juntament amb la delimitació de la zona d'estudi. Font: Modificat de l'ICGC. Mapa geològic: 1 : 50.000 www.icg.cat

-  Delimitació de la zona d'estudi.
-  Delimitació de l'àrea en la que aflora la sèrie permotriàsica, portadora de la mineralització d'urani
-  Vall fosca

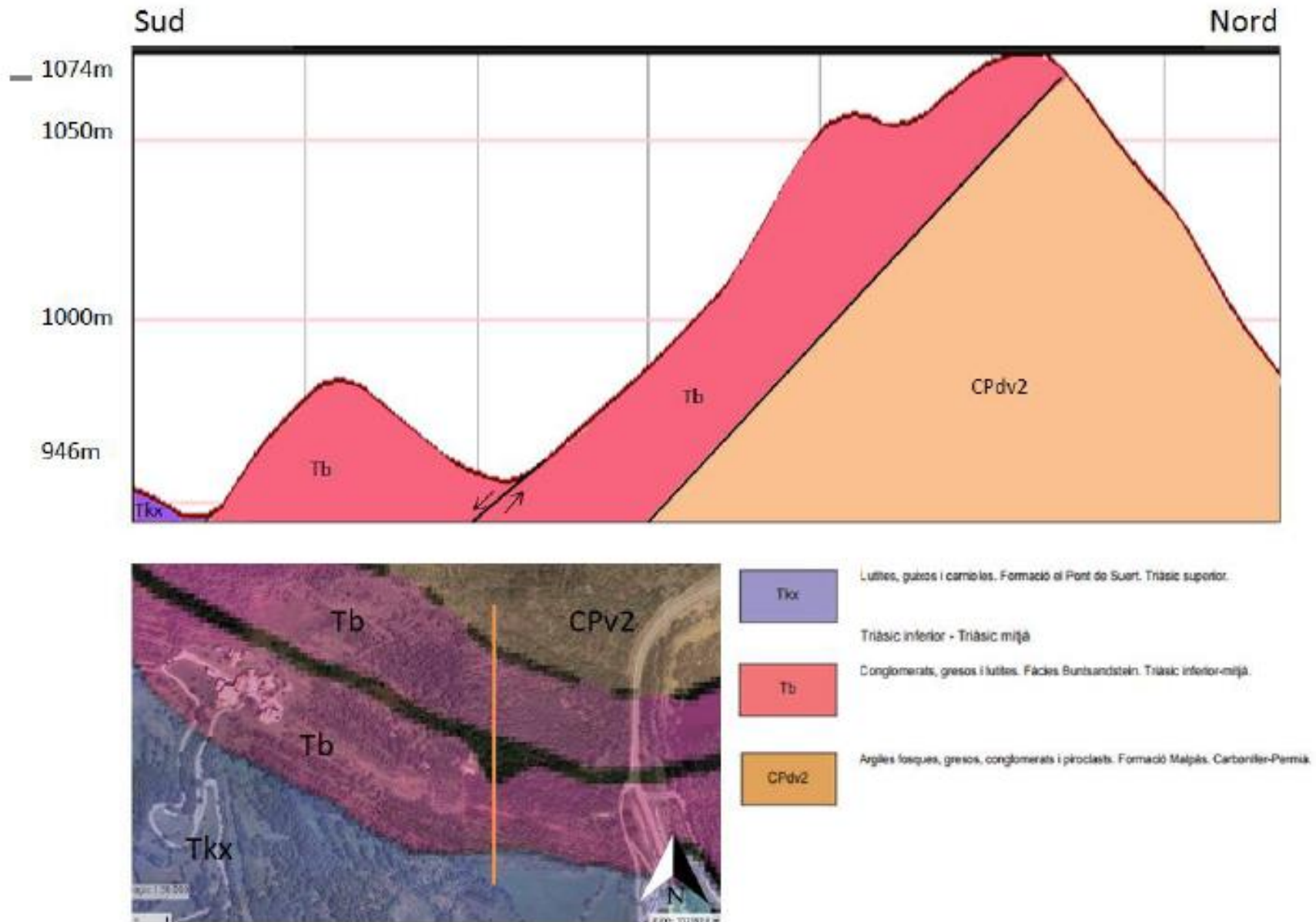


Figura 2. 13 Tall geològic de la zona d'estudi i mapa geològic. La secció del tall és de Sud a Nord tal com indica la imatge, anant perpendicularment al camí de pujada per les boques de les mines, i creuant just pel costat de la galeria intermèdia.

La Figura 2.13 mostra el tall geològic sud-nord on podem diferenciar principalment tres materials principalment. De S a N trobem: T_{kx} (marcat amb un color blavós al mapa) que són lutites, guixos i carnioles, provinents del triàsic superior, però aquesta zona queda fora del límit de la zona d'interès.

Seguidament trobem T_b, que són conglomerats, gresos i lutites, del triàsic inferior-mitjà. Aquesta capa de material es troba travessada per una falla, que ens indica que és una zona on hi ha hagut i hi pot continuar havent-hi moviments o activitats relacionades amb la tectònica de plaques. Aquest material és el es troba just a sota de la nostra zona d'estudi i sobre el qual es troba el poble de Castell-Estaó, i també hi trobem les excavacions de les galeries.

Finalment trobem el CP_{dv2}, que són argiles fosques, gresos conglomerats i piroclasts, d'origen Carbonífer-Permià, situats al límit Nord de l'àrea delimitada d'estudi.

Podem veure en el tall, que segons la inclinació d'aquests materials es capbussen cap al sud, quedant així per sota dels conglomerats, gresos i lutites, en major part el material d'argiles fosques, gresos conglomerats i piroclasts. La falla s'ha produït seguint la inclinació d'aquests materials

2.3.4.3. Mineralització d'Urani

La mineralització estratiforme dels materials permotriàsics estan constituïts per sulfurs de ferro, sulfurs de coure i per minerals d'urani molts oxidats i impregnacions d'hidrocarburs radioactius. Es presenta en petits trams d'ordre centimètric en gresos amb estratificació creuada (Espuny i Mata-Perelló, 2001).

Els minerals primaris d'urani són hidrocarburs radioactius de dos tipus: asfalt radioactiu i carburants, i la pechblenda, que és un òxid d'urani. (Arribas, 1966)

A l'estudi realitzat per Arribas (1966) es proposa un origen per la mineralització estratiforme uranífera de tipus "Red-Bed" epigenètic per la qual l'urani es va fixar en forma de pechblenda o de coffinita després de la sedimentació dels materials detrítics. Posteriorment, degut a possibles moviments tectònics i a causa de fractures, plans d'estratificació i zones de catàclasis, aquests materials impregnarien aquests materials detrítics més porosos.

2.3.4.4 Materials extrets

A les anomenades mines Eureka, s'han identificat més de 60 espècies de minerals, entre els quals hi trobem la pirita, la calcopirita, l'arsenopirita, la plata, l'hematites, el quars i la galena.

La importància, però, d'aquest jaciment recau com ja sabem en l'urani. Concretament, hi trobem 27 espècies d'urani, de les quals 12 han sigut citats per primera vegada a Espanya.

Els minerals d'urani més destacats són:

- L'Uraninita (UO_2): Principal mineral d'urani del jaciment. En podem diferenciar, però, clarament dos materials, un més pur i una varietat més impura. Es tracta també del principal mineral d'urani en els jaciments de tipus "tabular sandstone" (Adams, 1991).

La uraninita està composta majoritàriament per diòxid i triòxid d'urani. Aquest és, doncs, el que porta major concentració, i que més interès hi havia per la seva explotació. Tot i així, la quantitat d'aquest en el jaciment no era suficientment elevada.

Pechblenda, una varietat impura de la uraninita (Arribas, 1966). Aquesta, però, tampoc es trobava en concentració suficient per tal de ser rendible econòmicament la seva explotació, a més de trobar-se amb la dificultat de que era impura.

- Cejkaita ($Na_4(UO_2)(CO_3)_3$): Aquest estrany mineral es genera per la meteorització de la uraninita per part de l'aigua. S'ha format en els darrers 40 anys, de manera molt ràpida. En la seva formació hi ha intervingut l'activitat antròpica, ja que a l'explorar la galeria s'han afavorit les condicions ambientals necessàries per a la seva gènesi.

El mineral d'urani sembla ser que procedeix de la lixiviació de les porfirites i toves andesítiques existents en el Carbonífer del Pirineu central, i possiblement es varen depositar al mateix temps que els altres materials detrítics.

2.3.5. Història de les mines

Com ja hem introduït en l'anterior apartat, les Mines d'Urani es troben situades a la Vall Fosca, al Pallars Jussà.

Als anys 50, en aquesta zona es van realitzar un seguit d'estudis per tal de cercar jaciments de diferents minerals amb possibilitats de ser explotables. A la Torre de

Capdella, es va situar una de les més importants, de la qual n'extreien coure. A més d'aquesta, se'n van crear mines de plom, carbó i, finalment, urani. Cap dels anteriors, però, va tenir una gran importància des del punt de vista d'explotació. Tots van tenir una durada d'exploració/explotació d'entre 1 i 3 anys aproximadament.

El primer estudi de la mineria d'urani, però, es va realitzar l'any 1908 i el va realitzar S. Caralp, i va ser únicament de caràcter geològic, verificant la presència dels jaciments d'urani.

Va ser, però, als anys 60, quan es va realitzar un estudi més exhaustiu realitzat per la *Junta d'Energia Nuclear*, per tal de buscar les zones de major concentració de minerals d'urani. Aquest estudi englobava alguns municipis de la Vall Fosca, com són la Pobleta de Bellveí, la Torre de Capdella, Benés, Malpàs i Moncortés. Aquesta zona coincidia amb una concessió anomenada Eureka, de 9.600 hectàrees que el Sr. Manuel Lozano Blanco havia aconseguit per tal d'extreure urani.

El Sr. Lozano, va obtenir tres concessions diferents; en primer lloc, va obtenir la concessió anomenada Eureka I, que afectava als termes d'Arcalís, Sellui, Mont-Rós, Castell-Estaó, Obeix, Ancs, Aguiró, entre d'altres. Més tard, es va demanar la segona concessió, anomenada Eureka II, que afectaven a la Torre de Capdella i Mont-Rós. Finalment, es va demanar la darrera concessió, anomenada Eureka III, als municipis de Mont-Rós i de Castell-Estaó. D'aquestes concessions, però, van limitar la zona de possible explotació a les anomenades Mines Eureka, situades a la concessió Eureka III, situades just a sota del municipi de Castell-Estaó.

Així doncs, va ser l'any 1960 quan es va començar a realitzar aquests sondejos de la zona, realitzant tres forats que conduïen a diferents galeries: l'inferior, el mitjà i el superior, tots ells d'un tamany reduït. Les galeries es van obrir a diferents cotes seguint la direcció E-O dels estrats de mineralització.

L'inici d'aquesta activitat, però, no va suposar cap revolt ni cap canvi important a les poblacions del voltant. Els treballadors, es tractaven de miners experts provinents de la resta d'Espanya, és a dir, tan sols una petita fracció d'ells eren persones dels municipis del voltant.

Cal tenir en compte a l'hora d'analitzar l'activitat, que no es tractava d'una explotació exactament, sinó que es tractava d'uns sondejos en els quals hi va haver una lleugera explotació, centrant-se doncs tan sols en la primera fase del procés de fabricació del combustible nuclear, com podem veure en la Figura 2.14. El mineral no es tractava de

cap manera, era traslladat en camions a la *Fábrica de Uranio de Andújar (FUA)* a Andalusia.

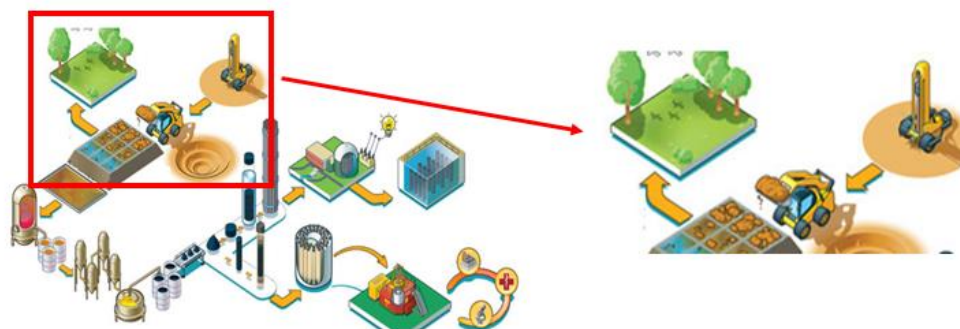


Figura 2. 14 Fases del Cicle del combustible d'urani

La mina Eureka era una mina de petites dimensions, les quals comptaven amb menys de 20 treballadors. Al tractar-se d'una mina de sondejors d'un tamany tant reduït, la obra que es va requerir va ser mínima, reduint-se a la construcció d'uns petits dipòsits per emmagatzemar el material i unes vies per transportar les vagonetes des de les boques de les galeries fins el carregador al costat de la carretera.

L'urani era traslladat sense cap mesura de seguretat, a través d'unes vagonetes de les quals podia caure material i emmagatzemant-se en un dipòsit realitzat a partir de pedres de la zona, situat a l'aire lliure. L'activitat que es realitzava concretament a la Vall Fosca era reduïda i gens significativa a nivell logístic.

Finalment, l'any 1963 es va donar per acabada la extracció d'aquests jaciments d'urani per dues raons principals. Per una banda, el baix volum d'urani que hi havia a la mina, i per una altra banda, i potser la més important, l'elevat cost econòmic que suposava transportar l'urani cap a Andújar (Andalusia) i finalment cap als Estats Units, on es feia tot el procés de enriquiment d'urani.

Pel que fa als treballadors, les mesures de seguretat eren mínimes (Canut, 2016). Els treballadors no sabien en absolut quins efectes podia tenir l'urani, què causava o si era danyí per a la salut (Canut, 2016). L'única mesura de seguretat que obtenien, a part del casc pels possibles desprendiments, era una mascareta respiratòria, per reduir la inhalació de pols, però no de radó (Canut, 2016).

2.3.6. Present i futur de les mines Eureka

En els darrers anys les mines han anat convertint-se en noves atraccions turístiques, les quals expliquen al visitant el funcionament d'aquest tipus d'activitat donant un valor històric a la zona.

La creació d'aquestes noves plataformes turístiques han enriquit el coneixement de la població en general sobre el funcionament de la mineria, i com aquesta s'ha desenvolupat al llarg dels anys, formant part de la nostra història. Han demostrat, a més, amb quines condicions s'extreia mineral en el passat, i la importància de l'activitat per una part de la població, situada a les rodalies dels jaciments.

Així doncs, ha esdevingut una bona opció convertir una mina extractiva en una nova forma de fer turisme geològic, cultural i històric, i són moltes les antigues mines que han optat per aquesta opció.

A Catalunya, per exemple, podem visitar algunes mines, com per exemple les mines de sal de Cardona, o les mines de carbó de Cercs, centres que han proporcionat una nova activitat per a qualsevol tipus de públic.

A la mina Eureka, doncs, s'està proposant el mateix tipus d'activitat, per tal de donar aquest valor històric a la zona. A dia d'avui, s'ha prohibit l'accés a les galeries de la mina, principalment per problemes de desprendiments i altres moviments gravitacionals, a més de l'alt contingut de radó, segons ens informa l'Eva Parisé, però està proposat un recorregut turístic per l'exterior, on hi podem observar el dipòsit que s'emmagatzemava, les vagonetes, les entrades i altres materials que es van utilitzar en l'extracció. Aquest itinerari ja compta amb la subvenció necessària pel seu condicionament, i les obres a dia d'avui es troben avançades

S'està pensant, doncs, afegir un guia per tal de poder realitzar visites en les quals es doni més informació al visitant (Parisé, 2016). Tot i així, el recorregut encara es troba en procés de desenvolupament, així que a dia d'avui no podem especificar quines són les seves característiques exactes.



Figura 2. 15 Senyal d'informació referent al condicionament de la senyalització informativa i a la pertanyent subvenció.



3. JUSTIFICACIÓ DEL TREBALL

Espanya, ha estat un territori amb una intensiva activitat minera des de temps històrics. Tot i que en l'actualitat el nombre d'explotacions de mineria metàl·lica és reduït, en comparació amb les que van operar fa unes quantes dècades, aquest recurs continua tenint un gran valor econòmic i estratègic. Tenint en compte que les condicions del mercat poden fer que antigues explotacions tornin a operar, i que s'iniciïn d'altres noves, resulta un aspecte crític avaluar els possibles perills associats a aquesta activitat, donat el gran impacte que ha tingut en el territori i el medi ambient tant en el passat com probablement té en el present.

Ens trobem que a Catalunya també hi tenim situades antigues mines que van significar una important activitat econòmica en les seves localitats, sense arribar al volum de les grans mines de la península ibèrica. Algunes d'elles, es troben abandonades. D'altres, però, s'han transformat en centres turístics, en els quals s'explica l'evolució històrica de l'explotació minera, com pot ser el cas de les mines de carbó de Cercs.

Situades a la Vall Fosca, trobem un seguit de mines abandonades, antigues explotacions de plom, coure i urani, com s'ha explicat en els antecedents, entre altres.

Un exemple d'aquestes mines abandonades a la Vall Fosca són les conegudes mines Eureka, que conviuen en un entorn amb una diversitat i riquesa ecològica important. A més, es tracten de mines d'un mineral el qual s'ha creat molt debat en els darrers anys: l'urani. Tot i així, a dia d'avui ningú ha realitzat cap estudi en aquestes mines, en els quals es determini si hi ha dosis elevades degut a la presència del mineral d'urani. Els estudis d'aquesta mina es redueixen als geològics, la mesura de la concentració del gas radó i de la possibilitat de desprendiments dins de les mines, riscos a tenir en compte a l'hora de realitzar qualsevol futura activitat.

Una de les principals virtuts presents en els ambientòlegs és el coneixement de diversos camps científics i la interacció entre ells. Així doncs, com ambientòlegs que som, creiem que els nostres coneixements d'avaluació de risc, de radiologia, de geologia, de medi ambient i social, entre d'altres branques, són un bon conjunt per tal de realitzar un primer estudi per descobrir que succeeix quan els humans explotem una mina d'urani, i com això afecta al nostre entorn.

La nostra motivació es basa en el quasi inexistent coneixement del tema en el cas de les mines Eureka, volent posar de manifest el fet de què l'home pot interaccionar amb el medi modificant la seva estructura. Així en aquest estudi volem veure les implicacions ambientals i radiològiques que ha tingut l'explotació minera en una zona d'afloraments

d'urani respecte a les condicions naturals en les quals es trobava aquest tipus de minerals.

És per això que realitzem aquest treball, en el qual es veuran reunits tots els estudis socials, radiològics i geològics necessaris per poder descobrir que és el que succeeix.

Creiem que és important saber si aquests tipus d'activitats extractives poden suposar un risc per les zones properes, tant pel que fa al medi com a les persones, com els minaires, o que simplement portant a terme certes mesures de seguretat es poden evitar qualsevol problema.

Considerem que pot arribar a ser molt interessant i enriquir el nostre coneixement, incrementant les nostres ganes per trobar aquell equilibri entre tots els factors que ens caracteritza als ambientòlegs.



4. OBJECTIUS

4.1. Generals

L'objectiu general d'aquest treball és la de realitzar un mapa de dosis en el qual es vegi reflectits els gradients al llarg de tota la zona d'estudi.

Seguidament, a partir d'aquest mapa, comparar les dosis presents tant en punts naturals com antropitzats, i determinar si l'activitat minera ha modificat les condicions naturals anteriors a la mateixa.

Finalment, avaluar si tant les dosis com les concentracions de radó poden significar un risc pels possibles visitants a la Mina.

4.2 Específics

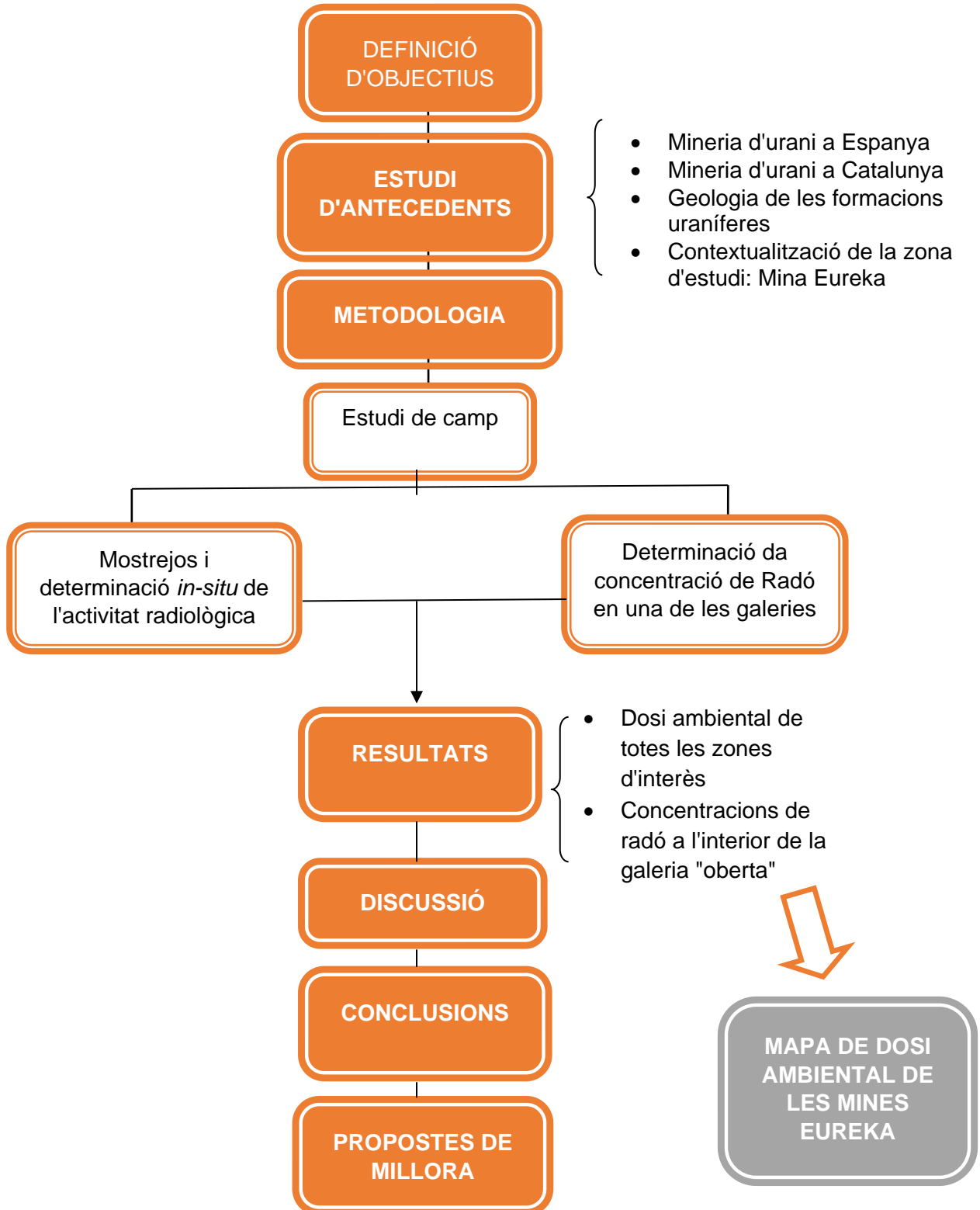
Per poder assolir l'objectiu general del projecte, a continuació s'enumeren els diferents objectius específics que s'haurà de dur a terme:

1. Realitzar un inventari exhaustiu de la zona d'estudi, determinant aquells elements que el comprenen i diferenciar-los per les seves característiques més rellevants de cara al nostre estudi.
2. Descripció de les dosis mostrejades de cada element inventariat.
3. Elaboració d'un mapa de punts d'influència radiològica de tota la zona que engloba les mines.
4. Realitzar un estudi de les concentracions de radó i, d'aquesta manera, avaluar el possible risc al que s'exposen les diferents persones que accedeixen a les galeries.



5. METODOLOGIA

Per introduir la nostra metodologia, es detalla el diagrama d'aquesta, i seguidament s'explica cadascun dels apartats.



5.1. Cartografia i fotografies aèries

Per tal de situar-nos en la zona d'estudi i conèixer amb exactitud les característiques de la zona d'estudi, s'han utilitzat mapes topogràfics, geològics i ortofotomapes de l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya (ICGC).

El mapa geològic d'escala 1:50.000 s'ha utilitzat per localitzar la mineralització d'interès en la zona d'estudi. Els mapes topogràfic i ortofotomapa a escales 1:5.000 s'ha pogut senyalitzar els elements que han patit una antropització.

Un cop s'han identificat tots els elements, tant naturals com els que han patit una antropització amb menor o major grau, s'ha prosseguit a realitzar un seguit de mesures de dosis a tota la zona d'estudi. Aquelles localitzacions antropitzades que s'han identificat anteriorment, se'ls hi ha mostrat un interès especial i realitzat un seguit de mesures per tenir un coneixement més complet en quant a la dosis que presenten aquestes.

Finalment, realitzades totes les mesures necessàries a l'àrea de la Mina Eureka, s'ha realitzat un mapa de nivell de dosis, utilitzant el ortofotomapa d'escala 1:5.000 com a base de fons.

5.2. Estudi de camp

Aquest projecte ha requerit d'un estudi de camp, dividit en tres sortides, en les quals, en un primer moment, ens va permetre conèixer les característiques de la zona, els punts antropitzats i naturals, i en segon terme, la realització de les mesures *in situ* de dosi de cada punt i de l'itinerari senyalat. Alhora es van portar a terme unes campanyes d'entrevistes a la població del voltant de la Mina Eureka i, a experts en mineralogia i geologia.

5.2.1. Determinacions "in situ" d'activitat radiològica

La primera sortida (15/03/2016) va consistir en tenir un primer /contacte amb la zona del nostre projecte. Per una banda, vam extreure molta informació sobre la història i característiques de la Mina Eureka, així com la opinió de la població referent a aquesta. Per altra banda, vam poder localitzar les zones antropitzades, com per exemple galeries, i el recorregut que va des de el nucli de Castell- Estaó fins el peu de la carretera principal, que passa pel costat del Riu Flamisell.

La segona (27/04/2016) i tercera sortida (20/05/2016) es van centrar en la mesura de dosi *in situ*, amb l'ajuda del detector de radiació gamma de NaI (TI) al llarg del recorregut i en aquells punts, que per aquest projecte, consideràvem d'interès per presentar dosis significativament superiors a la dosi de fons.

En tot moment, es mesurava en una distància de 20-30 cm del terra, per tenir tots els resultats en les mateixes condicions.

La mesura de dosi del recorregut es realitzava cada 6-7 metres, fins arribar al final.

En quant a la mesura dels punts d'interès, un cops situats, seguíem una quadrícula imaginària" per tal d'englobar tota l'àrea, Figura 5.2., i poder tenir uns resultats els més realistes possibles.



Figura 5. 1 Imatge de presa de mesures al camp.



Figura 5. 2 Esquema de la metodologia emprada en la realització de mesures

5.2.2. Determinació de la concentració preliminar de radó dins de les galeries

Col·locant el detector Rad7 a l'interior d'una de les galeries, durant un període de temps de 1 hora, es va mesurar la concentració de radó. Es va posar el detector a la galeria "oberta", degut a que no es trobava clausurada i donava uns resultats més elevats en quant a dosis de radiació.

5.2.3. Estudis sociològics. Enquestes i entrevistes

Vam considerar que a part de les implicacions geològiques i ambientals, també era molt important tenir en compte l'impacte de la Mina Eureka a la societat.

Una part important eren les poblacions dels voltants de la zona minera, com Castell-Estaó, Torre de Cabdella i la Plana de Mont-Ros.

Per a poder fer un estudi d'aquest factor més social, vam realitzar un seguit d'enquestes i entrevistes a la població de la zona.

Les entrevistes fetes a les persones que viuen a les poblacions esmentades, ens van servir per extreure informació sobre el coneixement que hi havia de la Mina Eureka (situació, quin material s'extreia, treballadors, etc).

A part de la població de la zona, també vam entrevistar personal de l'ajuntament de Torre de Cabdella. La persona entrevistada va ser l'Eva Perisé, la qual s'encarrega de gestionar tots els aspectes relacionats amb l'explotació turística a les mines i història d'aquestes.

Altres experts en el tema són geòlegs, per tant vam considerar oportú veure la Mina Eureka des del seu punt de vista i quina percepció tenien d'aquesta. Primer vam entrevistar al Joan Mata Perelló (29/04/2016). Seguint en la mateixa línia, vam entrevistar al Jordi Panisello, de l'empresa Eureka SGN (27/05/2016) el quals serà l'encarregat de dur a terme les visites turístiques per la mina.

Per últim vam entrevistar a un mineròleg que ha freqüentat la Mina Eureka pels seus propis estudis dels minerals que es poden trobar a l'interior de les galeries, el Joan Abella (28/05/2016) .

L'objectiu de les entrevistes és la de per a recopilació d'informació de les diferents activitats que s'hi porten a terme actualment o en un futur pròxim, al igual que la percepció del que representa la Mina Eureka. Es va considerar oportú tenir diferents punts de vista, és per això que es van entrevistar tant a persones alienes a les activitats de la zona com a aquelles que hi tenen un contacte més directe.

5.3. Resultats

5.3.1. Elaboració de croquis amb les dosis

Un cop localitzats i mesurats els punts d'interès al camp, vam elaborar uns croquis de cadascun d'aquests amb les seves dosis, tant interiors com exteriors, depenent de la zona. Es van adjuntar a aquests, fotografies de la zona per una millor comprensió.

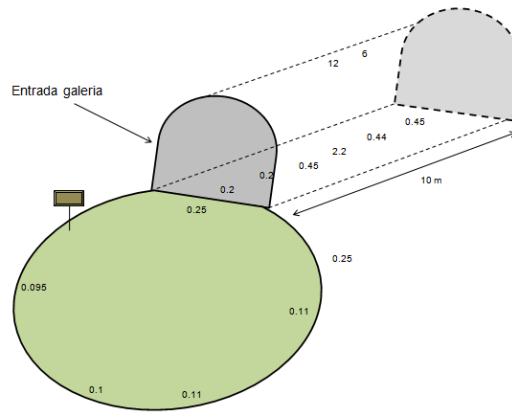


Figura 5. 3 Exemple de croquis

5.3.2. Elaboració d'un mapa d'influència radiològica

A partir de tots els resultats, tant de la primera sortida, com de la segona sortida complementària, i seguint en la mesura del possible el recorregut marcat en groc en la Figura 5.4, vam poder crear els mapes de dosi de la nostra àrea d'estudi, és a dir, de la Mina Eureka, ja que era un dels objectius principals.

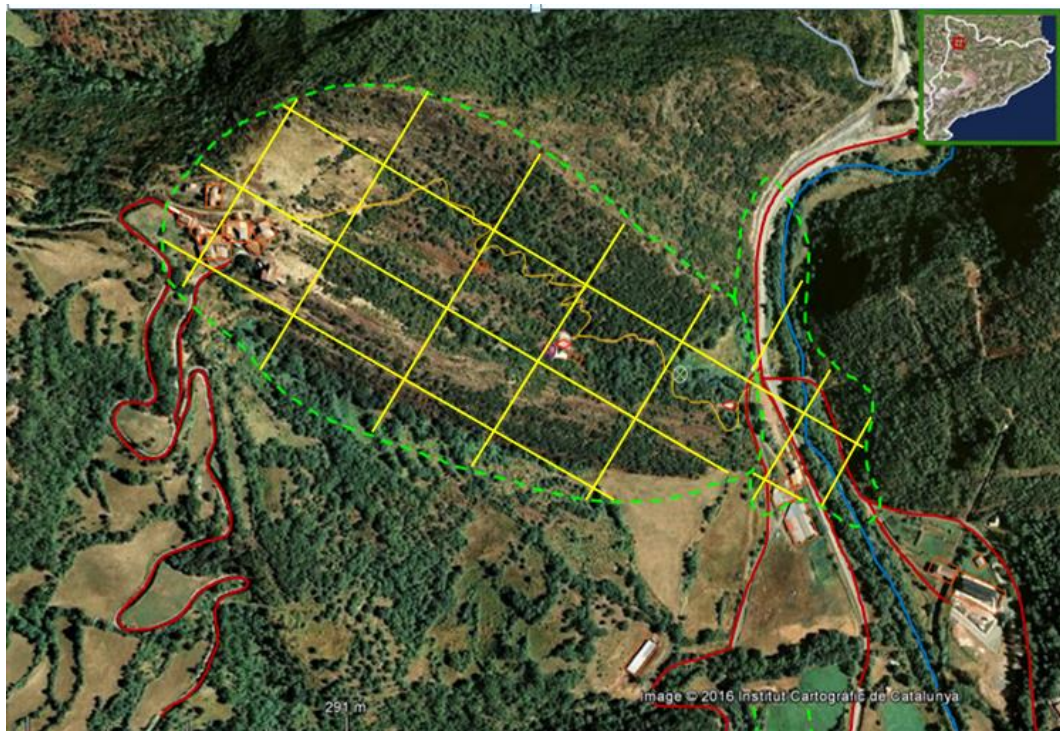


Figura 5. 4 Esquema de realització de mesures al llarg de la zona d'estudi



6. INSTRUMENTS DE MESURA

Detector de NaI (TI) Marca: Canberra Inspector 1000

Es tracta d'un detector portàtil de centelleig sòlid que mesura la radiació gamma, en aquest cas, en $\mu\text{Sv/h}$. Consisteix en un cristall de iodur de sodi (NaI) dotat amb tal·li (TI) associat a un tub fotomultiplicador. En el moment en que un fotó interactua amb el material del detector, la seva energia es degrada en l'interior d'aquest, ja sigui parcial o totalment. Aquest fet dóna com a resultat que alguns àtoms quedin en estat d'excitació. A la vegada, quan aquests àtoms decauen, emeten fotons visibles, els quals, són proporcionals a la energia que es diposita en el cristall. El tub fotomultiplicador (PMT) detecta aquests fotons i genera un pols d'altura proporcional al nombre de fotons detectats. D'aquesta manera, aquest pols de tensió té una altura proporcional a la energia del fotó que s'ha dipositat en el cristall.



Figura 6. 1 Detector portàtil de radiació gamma.

Localitzador GPS

Enregistrador de coordenades UTM via satèl·lit, útil en la ubicació de totes les mesures realitzades en la zona d'estudi i posterior confecció del mapa d'influència radiològica



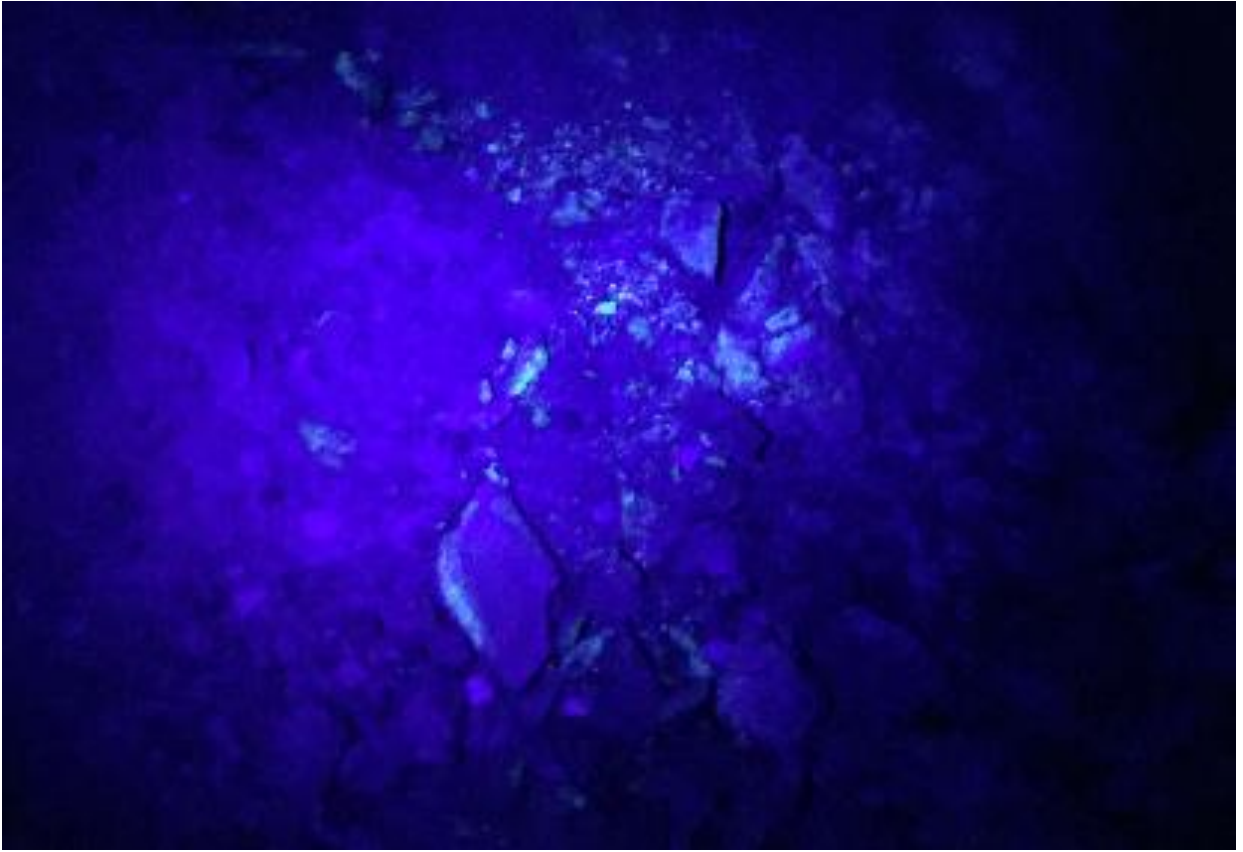
Figura 6. 2 GPS

Detector actiu: Rad 7

Es tracta d'un aparell de mesura del radó. Es basa en un detector de semiconducció amb una cambra d'electrodisposició. Disposa d'un detector de silici pla i una cambra de deposició de 0.70L semiesfèrics, la qual està recoberta amb un conductor elèctric en el seu interior.



Figura 6. 3 Detector de radó Rad7. Font: Google Imatges



7 . RESULTATS

7.1. Descripció dels elements antròpics de l'activitat minera

Entre els elements antròpics que podem trobar a la zona d'estudi, relacionats amb l'activitat antròpica, en podem diferenciar cinc tipologies: zones d'exploració, galeries, zones de càrrega de mineral, escombreres, canonades metàl·liques per a conducció d'aire i pous de ventilació. La figura 7.1. mostra les zones d'interès de les zones d'estudi.

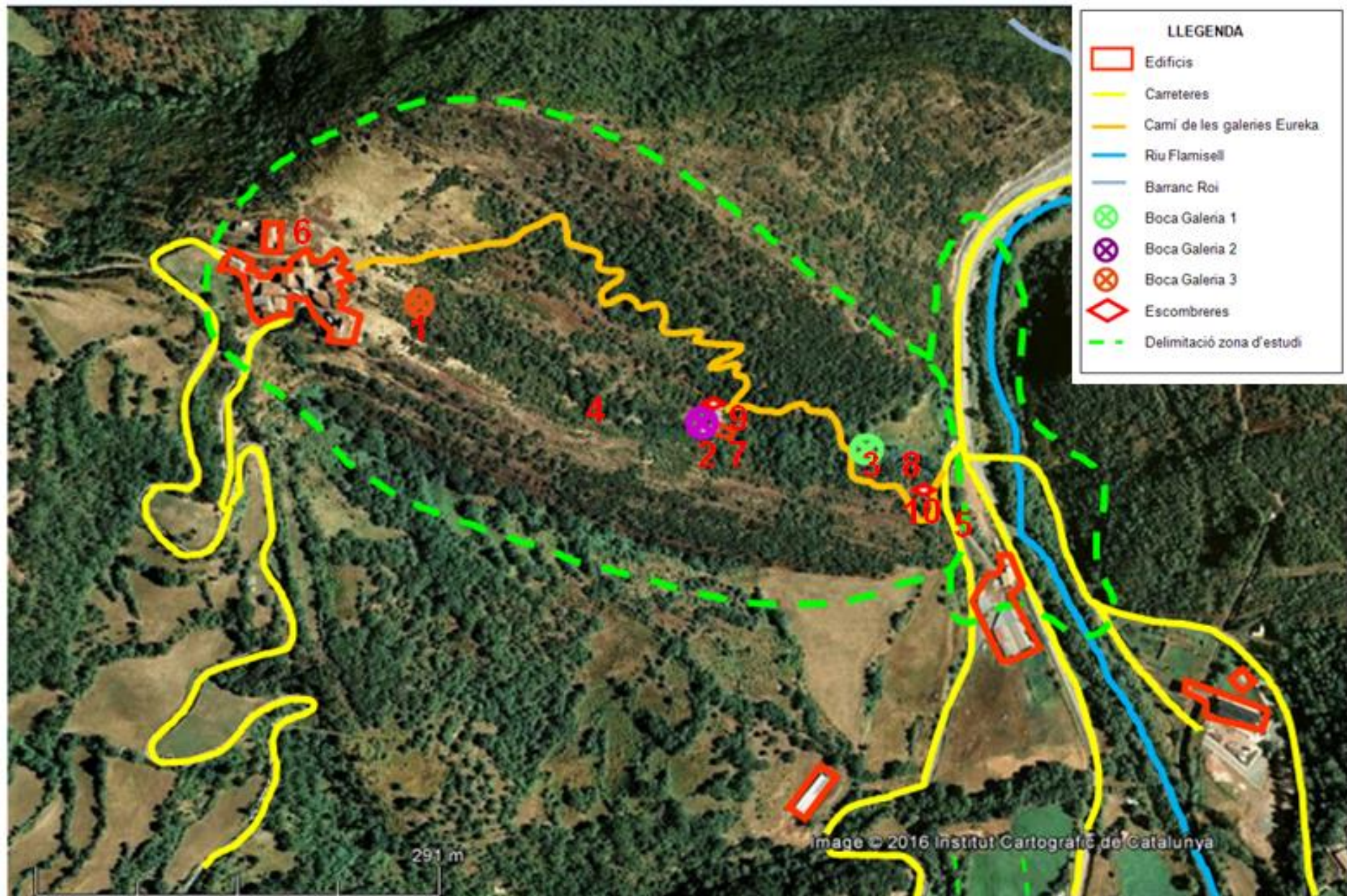


Figura 7. 1 Localització dels elements antròpics de la activitat minera.

7.1.1. Afloraments retreballats per a extracció de mostres

Són àrees en les que la mineralització probablement es trobava aflorant i en les que s'evidencien marques d'exploració de mostres minerals. Aquests afloraments es troben seguint el filó d'urani que va des de el nucli de Castell-Estaó fins al riu Flamisell. Aquesta extracció de mostres, encara es dur a terme actualment, a jutjar per les evidents marques de cops de martell, i restes de fragments de roques en les proximitats dels afloraments. Aquesta extracció de mostres, encara es dur a terme actualment, a jutjar per les evidents marques de cops de martell, i restes de fragments de roques en les proximitats dels afloraments. Aquestes exploracions van produir una antropització a un nivell baix, ja que representa la disgregació i escampament del mineral que es trobava concentrat en l'aflorament, però la modificació no és tant elevada com en el cas de les galeries.

Durant les diferents exploracions que s'han realitzat a la zona d'estudi, s'han identificat principalment dues zones amb afloraments amb clares evidències d'alteració degut a exploracions utilitzant martells. Un d'ells està localitzat al costat del nucli de Castell-Estaó, just sota el mirador, en una zona bastant accessible. En aquest punt, es poden observar alteracions de la roca on es troba el mineral d'urani, de color verdós, sobre argiles vermelles. Les dimensions d'aquest aflorament exploratori són d'aproximadament d'uns 8 - 9 m de llargada i uns 3 - 4 d'amplada.



Figura 7. 2 Aflorament situat sota el mirador

Per una altra banda, el segon aflorament se situa en una zona boscosa, seguint la direcció sud-est, apartada del camí que segueix l'itinerari per les mines, i de difícil accés. Es caracteritza per ser una zona disgregada dels minerals d'urani, els quals es presenten juntament amb el mineral malaquita, a tota la zona d'exploració, amb unes dimensions d'aproximadament, 5-6 m de llargada i 2-3 d'amplada.

A part d'aquests dos afloraments també es troben punts aïllats a la zona d'estudi, on s'observen disgregacions de la roca d'origen antròpic. Aquestes petites exploracions es poden trobar al costat de l'itinerari, entre la galeria inferior i la galeria intermèdia.

A l'igual que els dos afloraments explicats anteriorment, aquests presenten marques que demostrin que s'han utilitzat pics per a fer l'exploració. Tot i així, no presenten una extensió tant gran com els afloraments de el costat del municipi Castell-Estaó i el que es troba apartat del camí.

7.1.2. Galeries

Durant el procés d'exploració realitzat en els anys 60, un cop localitzats els estrats de mineralització, es va procedir a fer un seguit de sondeigs en direcció E-O. Aquests consistien en l'obertura de galeries, excavacions amb diverses profunditats depenent d'on es trobés el mineral d'urani que es volia extreure.

En aquesta zona d'estudi hem localitzat i visitat cinc galeries, de les quals només tres estan senyalitzades i descrites breument en petits cartells a la seva entrada. Aquestes galeries es torben anomenades en els castells d'informació com: galeria inferior, intermèdia i superior. Dos d'aquestes (inferior i intermèdia) estan clausurades ja que es tracta de les més extenses i, per tant, presenten un major risc d'enfonsament. Les altres dues galeries que s'han identificat durant les sortides de camp, no estan senyalitzades i, per tant, no tenen cap nom específic. Per tant, les hem identificat amb el nom de galeria "oberta" i galeria Mont-Ros.



Figura 7. 3 Cartell informatiu galeria inferior

Quan s'extreia el mineral de dins la mina utilitzant els martells pneumàtics, es creava molta pols i era difícil respirar en aquelles condicions, és per aquest motiu, que es varen construir pous de ventilació per tal de crear corrent d'aire a l'interior de les galeries. Només s'observen pous de ventilació a la galeria intermèdia, la galeria Mont-Ros i la galeria inferior.



Figura 7. 4 Pou de ventilació galeria inferior

Fent referència a les dimensions de les galeries, aquestes van des de 10 m de profunditat (galeria superior) fins a 106 m (galeria intermèdia). En quant a l'amplada i alçada de la galeria, mesuren al voltant de 1,75 m i 2 m, respectivament.

La galeria superior es troba oberta, i la seva entrada està envoltada de vegetació. Així mateix, en les mateixes condicions es troben la galeria Mont-Ros, la galeria "oberta" i la galeria inferior.

Una característica que només presenta la galeria inferior és que bona part de l'interior de la galeria es troba inundada i enfangada. Les altres galeries també presenten aigua que s'escola entre les roques i cau per les petites estalactites que s'hi troben, però en menor quantitat.

A l'interior de les galeries es pot trobar fauna. Més concretament, una espècie de grill (*Lolichopoda bolivari*) i una espècie de rat penat, el de ferradura petit (*Rinolophus hipposiderus*). De grills n'hi ha una gran riquesa, però de rat penats no se'n troben tant, només entre un i cinc per galeria.



Figura 7. 5 Fauna present a l'interior de les mines

A part de fauna, també es pot trobar força varietat de minerals a l'interior de les galeries la Boltwoodita, Devillina, Gordaita, Lavendulana, Metamunirita, Schröckingerita, Valborthita, Jacme206, Jacme208 (Abella Creus i Viñals Olià, 2012). Només la Boltwoodita, la Schröckingerita i Jacme208 són minerals d'urani (Taula 6.1.)

La Schröckingerita mostra una fluorescència de color verd brillant al ser exposat a la radiació ultraviolada, en canvi, el Jacme208 mostra una fluorescència groguenca al ser exposat a radiació UV.

Mineral	Composició química	Mineral d'urani
Boltwoodita	$\underline{K}UO_2(SiO_3OH) \cdot H_2O$	SI
Devillina	$CaCu_4[(OH)_6(SO_4)_2] \cdot 3H_2O$	NO
Gordaita	$NaZn_4(SO_4)(OH)_6Cl \cdot 6H_2O$	NO
Lavendulana	$NaCaCu_5(AsO_4)_4Cl \cdot 5H_2O$	NO
Metamunirita	$NaVO_3$	
Schröckingerita	$NaCa_3(UO_2)(SO_4)(CO_3)_3F \cdot 10H_2O$	SI
Valborthita	$Cu_3V_2O_7(OH)_2 \cdot 2H_2O$	NO
Jacme206	es desconeix	NO
Jacme208	es desconeix	SI

Taula 7. 1. Minerals que s'hi poden trobar a les galeries de la mina Eureka

Al llarg de les galeries es poden observar els filons o vetes d'urani, que es poden identificar pel seu color verdós/negre. Aquests filons tenen un gruix d'uns 15 – 20 cm. Els filons més grans es troben al final de la galeria “oberta” i la galeria intermèdia.



Figura 7. 6 Filó d'urani

Algunes de les galeries presenten vies de vagonetes, que servien per transportar a l'exterior de la galeria el mineral extret. A l'exterior de la galeria inferior encara es pot trobar una de les vagonetes a sobre d'una de les vies que provenen de l'interior de la mateixa. Aquesta està senyalitzada amb un cartell explicatiu.

Tornant a l'interior de les galeries, també s'observa la presència de puntals de fusta que servien pel sosteniment de la galeria. Actualment es troben en mal estat de conservació.

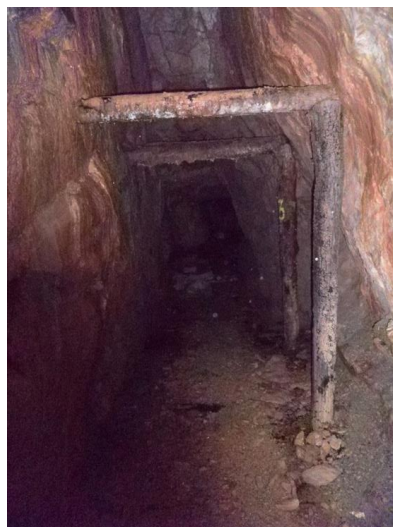


Figura 7. 7 Puntals de fusta a l'interior de les galeries

7.1.3. Zones de rebuig: escombreres

Cada galeria presenta una zona en la que es dipositaven tots els productes de rebuig que no tenien interès mineralògic. La galeria intermèdia consta de l'escombrera més gran amb un impacte visual superior a les altres, fet que es correspon amb la profunditat de la galeria.

Les seves dimensions són variables depenent de la quantitat de materials que s'hi van dipositar durant el temps d'extracció. Les dues escombreres més grans són, per una banda, la de l'aflorament natural explorat al costat de Castell-Estaó, amb unes dimensions de 9 m de llargada i 4-5 m d'amplada. I, per altra banda, l'escombrera corresponent a la galeria intermèdia, amb unes dimensions de 30 m de llargada i 25 m d'amplada, sent així la més gran de totes.

Les escombreres de les altres galeries no tenen unes dimensions tant grans i a més, es troben recobertes gran part per la vegetació. Per tant, el seu impacte visual no és tant elevat.



Figura 7. 8 Escombrera galeria intermèdia

7.1.4. Zona de càrrega

Tan sols la galeria intermèdia i inferior tenen zones de càrrega on es dipositava el mineral d'interès. Aquest es transportava amb camions fins Andújar (Andalusia) on era tractat i, posteriorment s'embarcava cap a Estats Units on era enriquit.

La galeria intermèdia, al ser la més gran, consta de tres d'elles. En canvi, la galeria inferior només presenta una, la qual servia per carregar els camions.



Figura 7. 9 Zona de càrrega galeria intermèdia i inferior

7.1.5. Canonades d'aire

A la zona, tant a l'interior de les galeries com a la superfície, encara es poden trobar restes de la canonada d'aire que servia per fer funcionar els martells pneumàtics que facilitaven l'extracció del mineral. És difícil localitzar-les, ja que es troben fora del camí i en zones de difícil accés. Tot i així, hi ha algun tram de la canonada que es pot observar des del camí.



Figura 7. 10 Canonades presents en el camí

Aquests elements, entre altres, es localitzen en la Figura 7.11

Per a una descripció més detallada d'aquests, veure les fitxes del l'Annex 2.

7.2. Descripció dels nivells de dosis

7.2.1. Mapes de nivells de dosis

Durant els dies 27 d'abril i 20 de maig de 2016 , es varen realitzar dues campanyes de mesura de la dosi ambiental en la zona d'estudi. Els resultats de les mesures s'observen a les Figures 7.11 i 7.12.

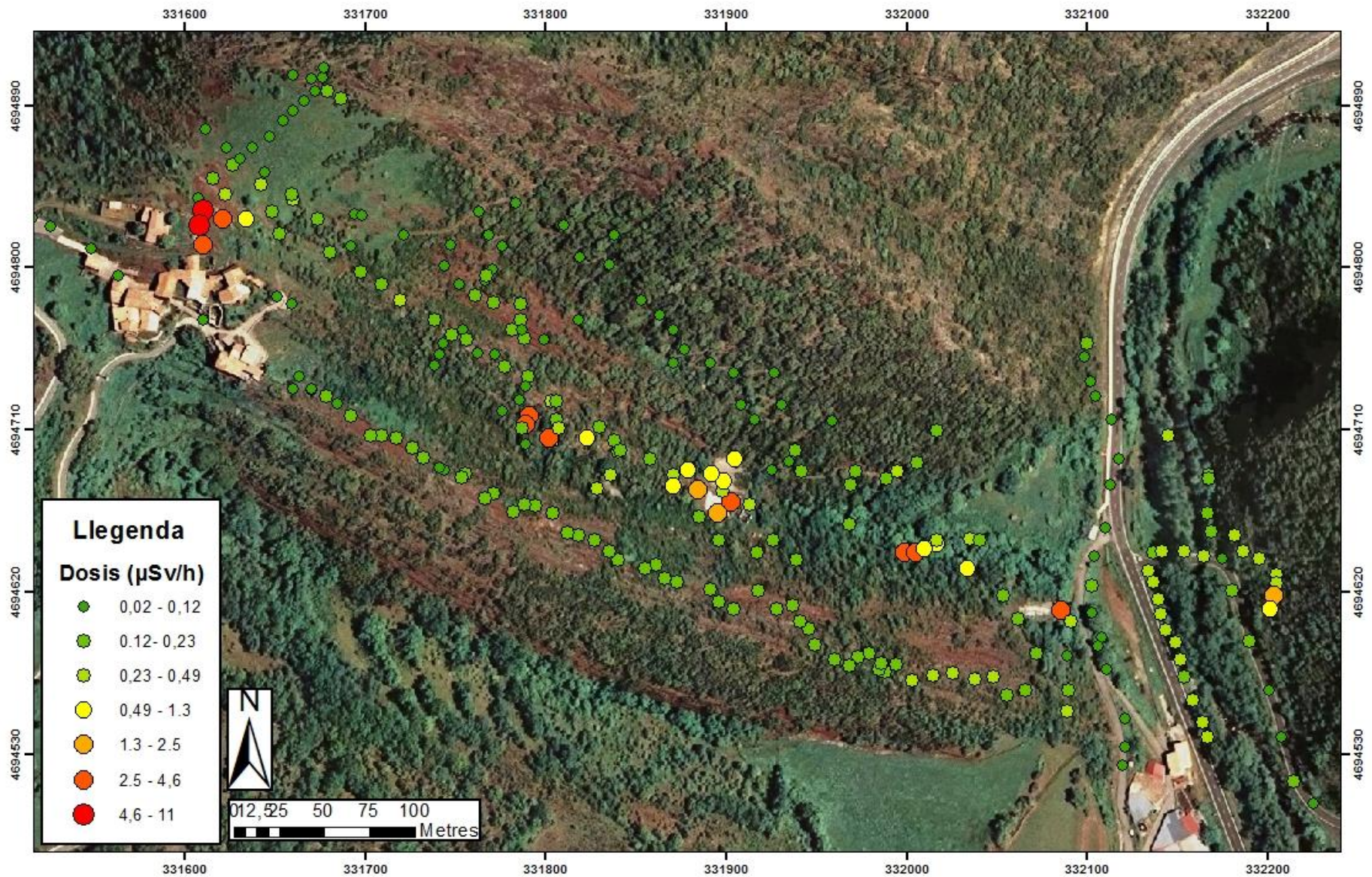


Figura 7. 11 Mapa de punts de dosis ambiental a la zona d'estudi



Figura 7. 12 Mapa de la dosi ambiental en la zona d'estudi

La Figura 7.11 correspon a un mapa de dosi ambiental creat a partir del programa informàtic ArcMap. Aquest mostra les dosis en cada punt, mesurades sobre el terreny de tota l'activitat minera. Les dosis obtingudes es van dividir en set rangs, que van des de 0,05 $\mu\text{Sv/h}$, el fons natural, fins a 11 $\mu\text{Sv/h}$.

Les localitzacions que presenten unes dosis més elevades estan associades principalment a les zones antropitzades o alterades per l'activitat minera. Aquestes, estan representades amb colors taronges i vermells indicats a la llegenda. En canvi, aquells punts on les dosis ambientals no són tant elevades estan representades amb colors verdosos.

A partir del mapa de la Figura 7.12 es va realitzar una interpolació de les dades per cobrir tota l'àrea d'estudi. Aquesta interpolació va consistir en agafar tots els punts mesurats de la Figura 7.11 i, amb el mateix programa (ArcMap), realitzar una aproximació de les dosis que hi ha entre ells.

El resultat final es pot observar a la Figura 7.12. Tot i utilitzar els mateixos colors que la Figura 7.11., s'observa un degradat en comptes de punts. D'aquesta manera, s'aconsegueix una cobertura de dosi ambiental de tota l'àrea d'estudi de la mina Eureka. A més, en aquesta mateixa figura s'hi representen amb un punt negre les zones antropitzades i el camí que passa per les galeries senyalitzades (inferior, intermèdia i superior) i, que en un futur pròxim, correspondrà a l'itinerari turístic.

Amb la Figura 7.12. s'observa que aquelles zones antropitzades, amb major o menor grau, coincideixen en gran part amb aquelles localitzacions on les dosis ambientals són més altes. Aquestes zones alterades per l'activitat minera corresponen a: l'aflorament natural explorat localitzat entre la galeria superior i la intermèdia, a l'escombrera de la galeria intermèdia, a zones d'exploració en el camí entre la galeria intermèdia i la inferior, a la zona de càrrega de la galeria inferior i a l'entrada de la galeria Mont-Ros. Finalment, la zona on la dosi ambiental és més elevada, correspon a l'aflorament del costat del poble de Castell-Estaó, arribant a uns valors d' 11 $\mu\text{Sv/h}$.

7.2.2. Nivells de dosi de cada zona

En els següents apartats s'especifiquen amb més detall aquells punts que s'han detectat dosis significativament més altes a la dosi natural de fons ($0,05 \mu\text{Sv/h}$). Totes les dosis mesurades es representen en $\mu\text{Sv/h}$.

7.2.2.1. Afloraments Naturals Alterats

S'ha observat en el camp afloraments que a priori semblen naturals, però hi ha indicis, com per exemple exploracions en forma de picades dels miners que s'observen a la roca, que demostren el contrari. No es considera que siguin afloraments 100% naturals, ja que no hi ha un registre ni descripció d'aquests, abans de ser afectats per la mineria.

És per aquest motiu, que s'ha considerat que aquests afloraments no són naturals però tenen un grau d'antropització baix, comparat amb altres zones, com per exemple les galeries.

Aquestes alteracions del terreny implicaven que el material del aflorament, en el moment de l'exploració, es disgregués i s'escampés per la zona, fent així que la dosi augmentés allà on es dispersaven els fragments de roca.

Per una banda, trobem dos afloraments naturals principals. Les dosis d'aquestes zones comprenen els valors entre $0,3 - 11 \mu\text{Sv/h}$. Són els afloraments més grans, amb unes dimensions d'aproximadament uns 8 - 9 metres de llargada i uns 3 - 4 m d'amplada. Per altra banda, trobem dos afloraments més petits amb dimensions d'amplada i llargada de 2 - 3 m i 3 - 4 m respectivament, situats al costat del camí al tram entre la galeria inferior i intermèdia.



Figura 7. 13 Aflorament amb grau d'antropització baix entre la galeria inferior i intermèdia

Aflorament sota del mirador de Castell-Estaó

Al capdamunt del camí, situat a la part inferior del mirador del poble de Castell-Estaó, s'hi troba un aflorament que ha estat explorat. Aquest, es troba en superfície, de manera que és una zona relativament accessible.

Com podem observar en la Figura 7.14, la dosi més elevada amb un valor de 32 $\mu\text{Sv/h}$ es troba en contacte amb la roca que conté el mineral d'urani, juntament amb un altre mineral, la malaquita, la qual confereix una tonalitat verdosa al material.

A mesura que s'augmenta la distància amb la mineralització d'urani, la dosi es redueix, tot i que segueix sent significativament alta en comparació al voltant de la zona. Concretament, quan ens localitzem ja en la zona d'argiles, sent l'escombrera de l'aflorament alterat (material vermellós), el rang de dosi oscil·la entre 0,3 – 0,64 $\mu\text{Sv/h}$.

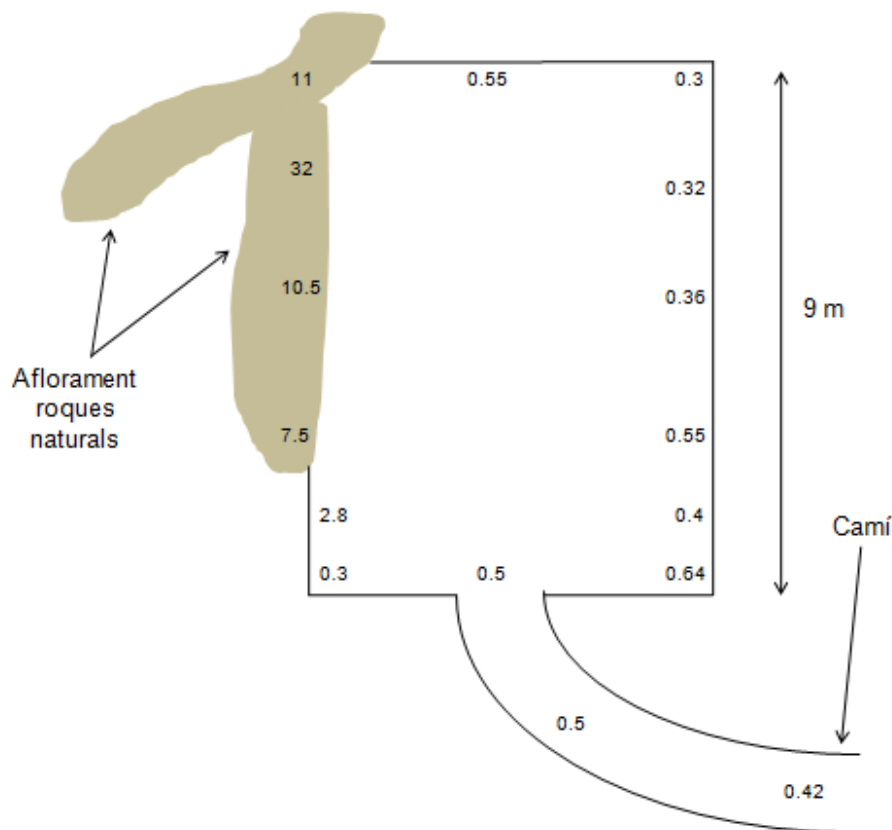


Figura 7. 14 Esquema aflorament sota el mirador



Figura 7. 15 Imatge aflorament sota el mirador

Aflorament antropitzat apartat del camí

Aproximadament 250 m en direcció S-E, es localitza un altre jaciment en superfície que ha estat explorat, segurament per identificar el recorregut que realitza la veta d'urani.

Aquest, però, a diferència de l'anterior, es troba molt amagat i és més inaccessible. Com podem observar, el rang de dosi oscil·la entre 4.5 - 6 $\mu\text{Sv/h}$, molt superior a la dosi de fons (0,05 $\mu\text{Sv/h}$).

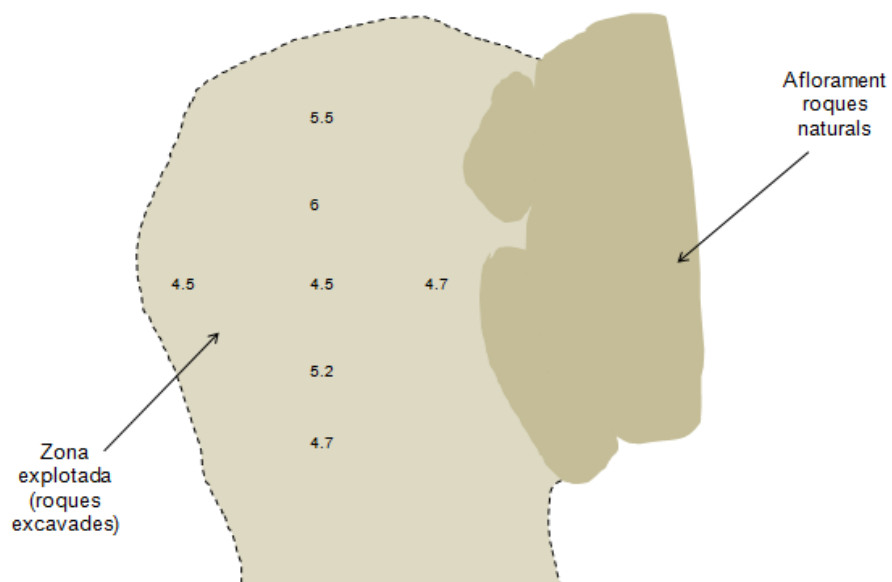


Figura 7. 16 Esquema aflorament antropitzat apartat del camí



Figura 7. 17 Imatge aflorament antropitzat apartat del camí

7.2.2.2. Galeries

Les cinc galeries no presenten les mateixes dosis a l'interior. Els rangs varien entre 0,12 – 41 $\mu\text{Sv/h}$, i en contacte amb les vetes d'uranis s'observen rangs d'entre 6 – 292 $\mu\text{Sv/h}$.

Cadascuna d'elles té unes dosis diferents a cada tram, ja que algunes tenen vetes cap al mig de la galeria (galeria Mont-Ros i superior), i d'altres les tenen al final (galeria intermèdia, "oberta" i inferior).

Les mesures que es van realitzar van estar preses al igual que a l'exterior, a una distància d'uns 20 – 30 cm del terra.

Galeria superior

La galeria superior correspon a la més petita de totes i és la que es troba més propera al poble de Castell-Estaó. De les tres galeries senyalitzades, és la única que actualment es troba oberta. A l'exterior la dosis mitjana és de 0,13 $\mu\text{Sv/h}$, i a l'interior de 0,65 $\mu\text{Sv/h}$. En contacte amb la mineralització assoleixen els 6 i 12 $\mu\text{Sv/h}$.

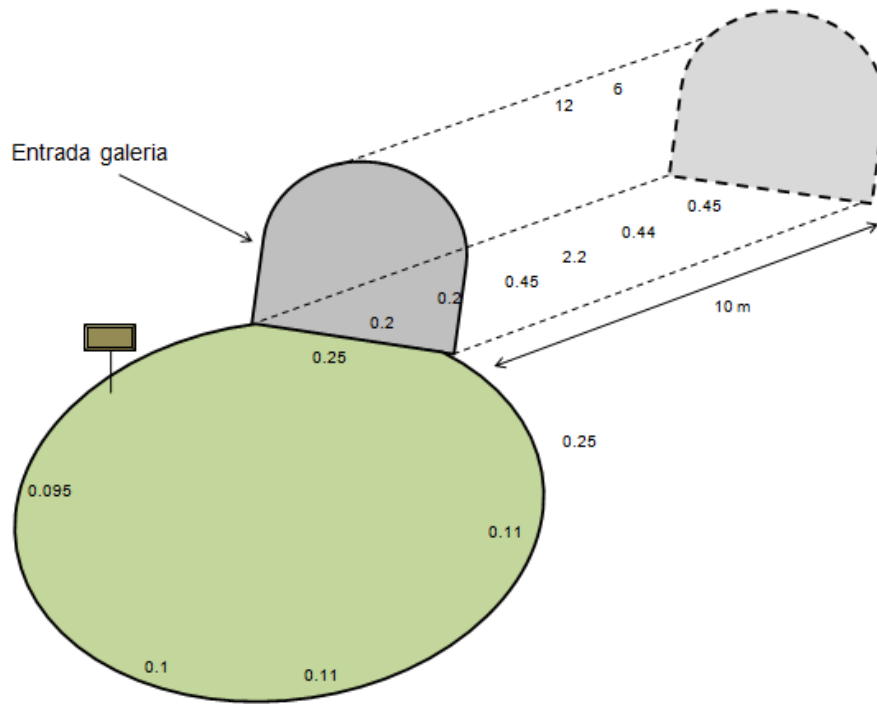


Figura 7. 18 Esquema galeria superior



Figura 7. 19 Imatge galeria superior

Galeria intermèdia

Al llarg de la galeria, s'hi troben algunes bigues de fusta estructurals, que actualment es troben en molt males condicions, indicant-nos que hi poden tenir lloc desprendiments i caigudes. Aquests elements estructurals no presenten unes dosis més elevades que la mesurada a sobre el terra de l'interior de la galeria.

Les dosis al llarg de la galeria es mostren a la Figura 7.20 La dosis mitjana a l'exterior de la galeria, és de 1,11 $\mu\text{Sv/h}$, i la de l'interior de la galeria és de 4,42 $\mu\text{Sv/h}$. Al final de la galeria es detecta la major dosi en contacte a la veta d'urani, arribant a una dosi ambiental de 300 $\mu\text{Sv/h}$.

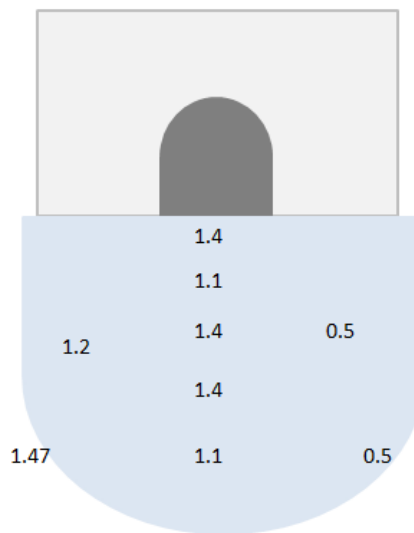


Figura 7. 20 Esquema exterior galeria intermèdia

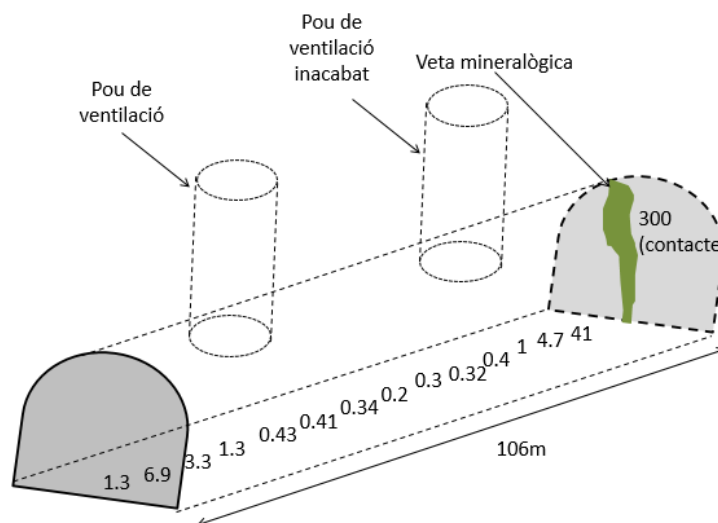


Figura 7. 21 Esquema interior galeria intermèdia



Figura 7. 22 Imatges galeria intermèdia

Galeria inferior

De les tres galeries senyalitzades, és la més propera a la carretera, i de la mateixa manera que la intermèdia, conté una reixa que impedeix l'accés dintre de la galeria.

La Figura 7.23 mostra un esquema de l'exterior de la galeria amb les dosis mesurades a l'exterior. La dosi mitjana és de 0,41 μ Sv/h, i al seu interior, s'hi detecta una dosi mitjana de 1,36 μ Sv/h. En aquest cas la dosi detectada és molt inferior, de 6 μ Sv/h.

Degut a que la seva profunditat és inferior a la intermèdia, només presenta un pou de ventilació. En aquesta galeria hi ha trams que es troben inundats.

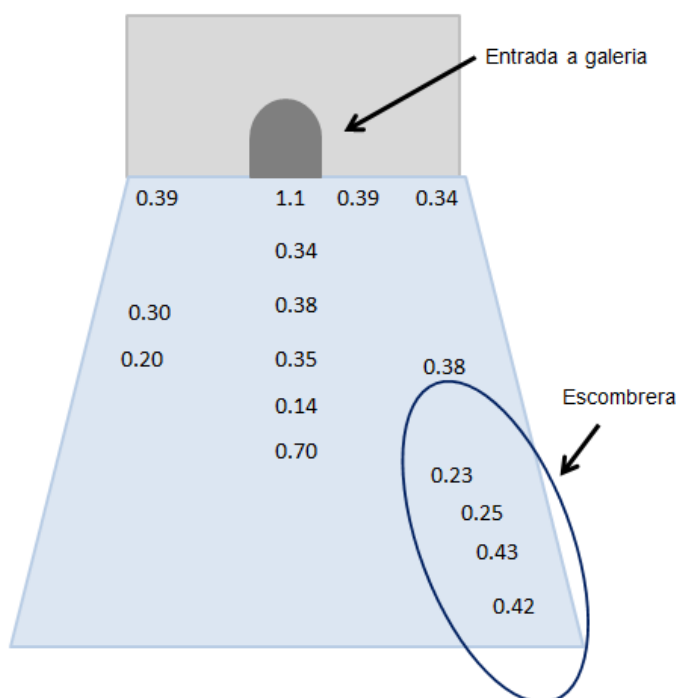


Figura 7. 23 Esquema exterior galeria inferior

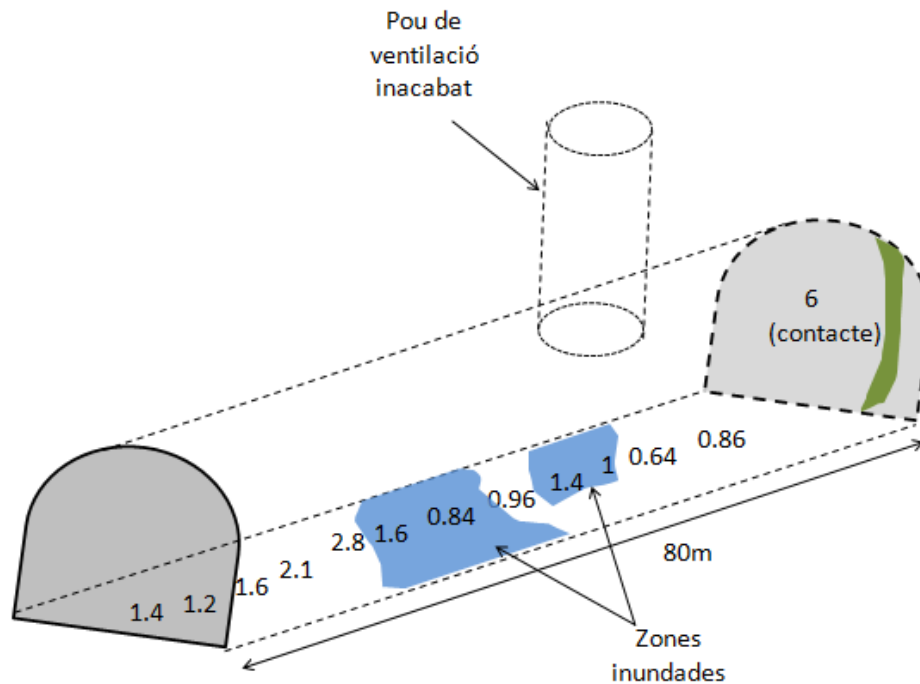


Figura 7. 24 Esquema interior galeria inferior



Figura 7. 25 Imatges galeria inferior



Galeria "oberta"

La galeria que hem anomenat oberta, ja que no està clausurada, és la que es troba situada entre la galeria superior i la intermèdia. Es troba apartada del camí principal, el que la fa molt inaccessible. És per això que no consta en el possible itinerari de visita a la zona minera.

Aquesta no conté pous de ventilació, però sí que presenta punts de fusta i vies de vagoneta visibles en gairebé tota la galeria.

La seva dosi mitjana al seu interior és de 3,9 $\mu\text{Sv/h}$. És la segona galeria que en contacte amb la veta es detecta una dosi més elevada, concretament de 270 $\mu\text{Sv/h}$.

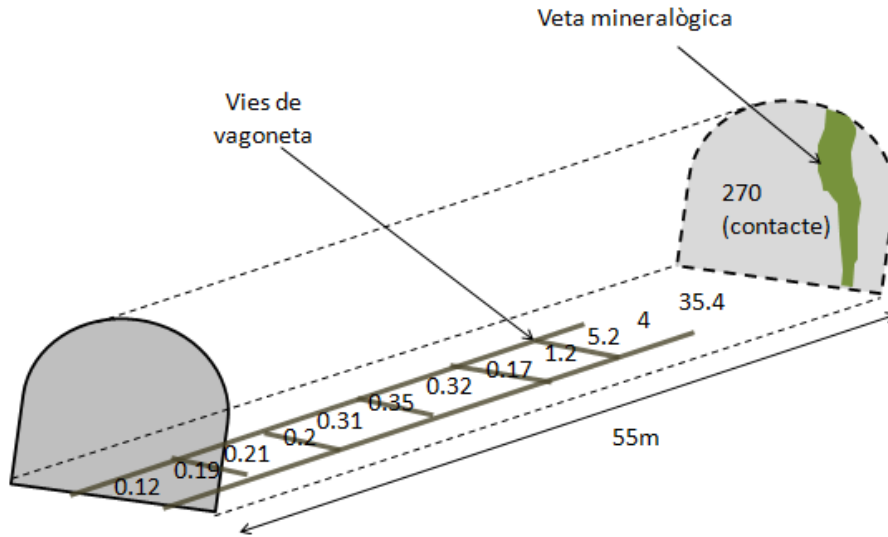


Figura 7. 26 Esquena galeria oberta



Figura 7. 27 Imatges galeria oberta



Galeria de Mont-Ros

El rang de dosis, mesurat a 20 – 30 cm sobre la superfície, al seu interior va dels 0,5 als 4,4 $\mu\text{Sv/h}$. La seva dosi mitjana a l'interior és de 1,4 $\mu\text{Sv/h}$, i en contacte amb la roca és de 9,6 $\mu\text{Sv/h}$.

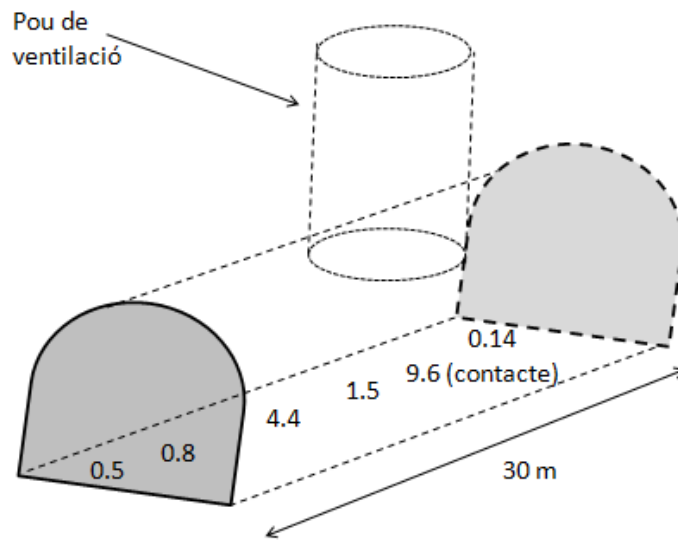


Figura 7. 28 Esquema galeria Mont-Ros



Figura 7. 29 Imatge galeria Mont-Ros

7.2.2.3. Tremuges i escombreres

Les principals galeries d'explotació van acompanyades d'elements que faciliten el transport dels materials extrets de la galeria (tremuges), i l'emmagatzematge d'aquells considerats inerts o sense interès comercial (escombreres).

Tremuja principal i escombrera de la galeria intermèdia

A la galeria intermèdia s'hi pot trobar una tremuja, que és la rampa per on baixava el material extret. Just al final, també s'hi poden trobar les zones de càrrega. A la tremuja, les dosis oscil·len entre els 0.18 - 2.6 $\mu\text{Sv/h}$, i a l'escombrera, entre 0.18 - 0.7 $\mu\text{Sv/h}$. Com es pot observar a la Figura 7.30, les dosis més elevades corresponen a la zona de càrrega, entre 1,9 i 2,6 $\mu\text{Sv/h}$.

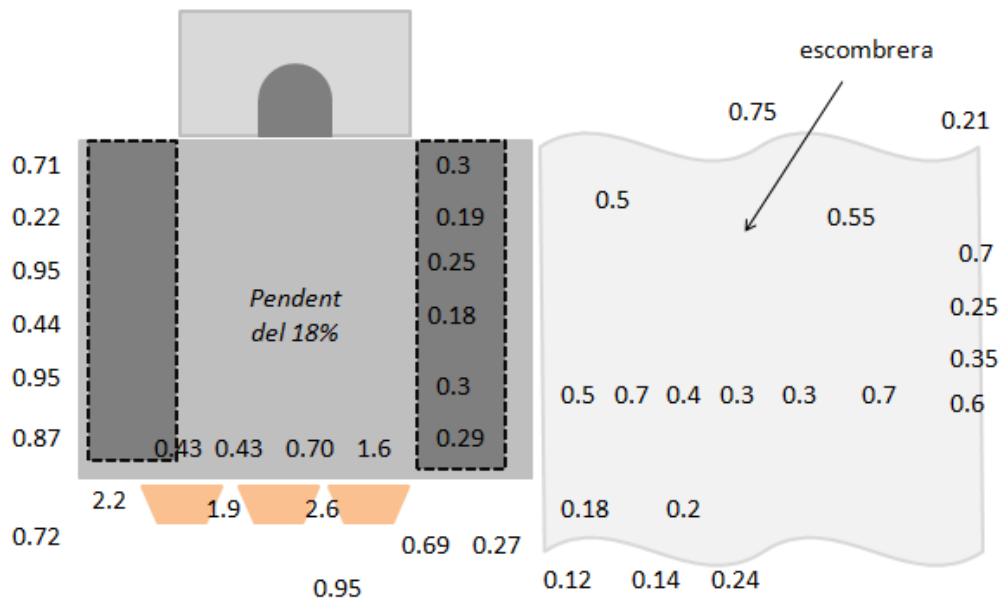


Figura 7. 30 Esquema tremuja galeria intermèdia



Figura 7. 31 Imatge tremuja galeria intermèdia

Tremuja galeria inferior

A la galeria inferior, es poden observar unes vies per on passaven les vagonetes i una petita tremuja per on s'abocava el material . Les dosis oscil·len entre els 0.11 - 0.90 $\mu\text{Sv/h}$, i no varien al llarg de la zona.

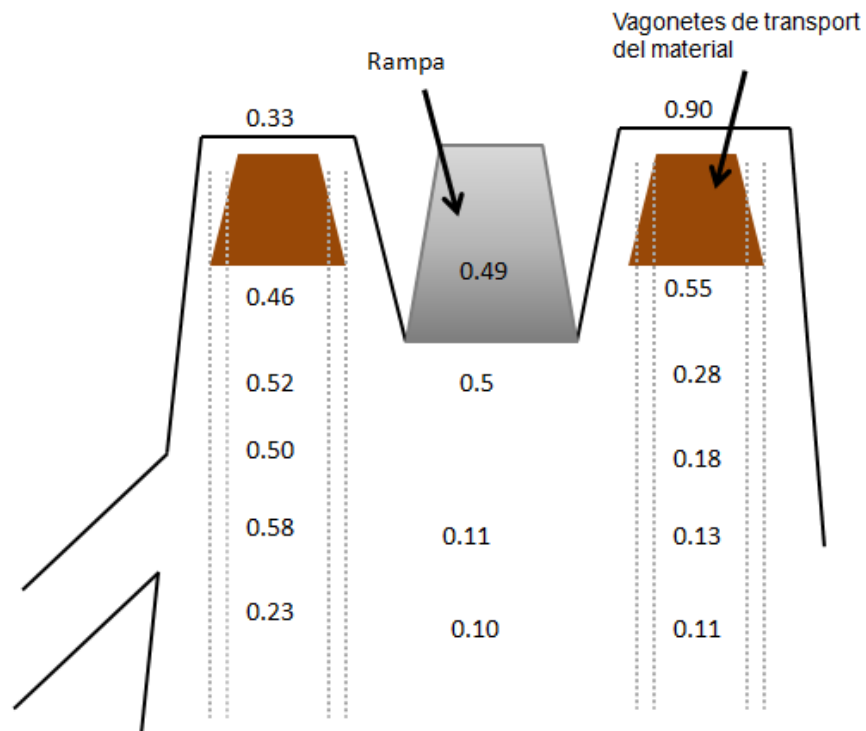


Figura 7. 32 Esquema tremuja galeria inferior

Al ser més petita que l'anterior, només presenta una zona de càrrega.

A diferència de la galeria intermèdia, aquesta es troba connectada amb la tremuja per mitjà de rails pels quals circulaven les vagonetes.



Figura 7. 33 Imatge tremuja galeria inferior

Zona de càrrega i escombrera a peu de carretera

A peu de carretera, just al costat del Riu Flamisell, es troba la zona de càrrega i l'escombrera de la galeria inferior. La zona propera a la rampa d'abocament és la que presenta una dosis més elevades (2.7 $\mu\text{Sv/h}$). Les dosis oscil·len entre els 0.2 - 2.7 $\mu\text{Sv/h}$.

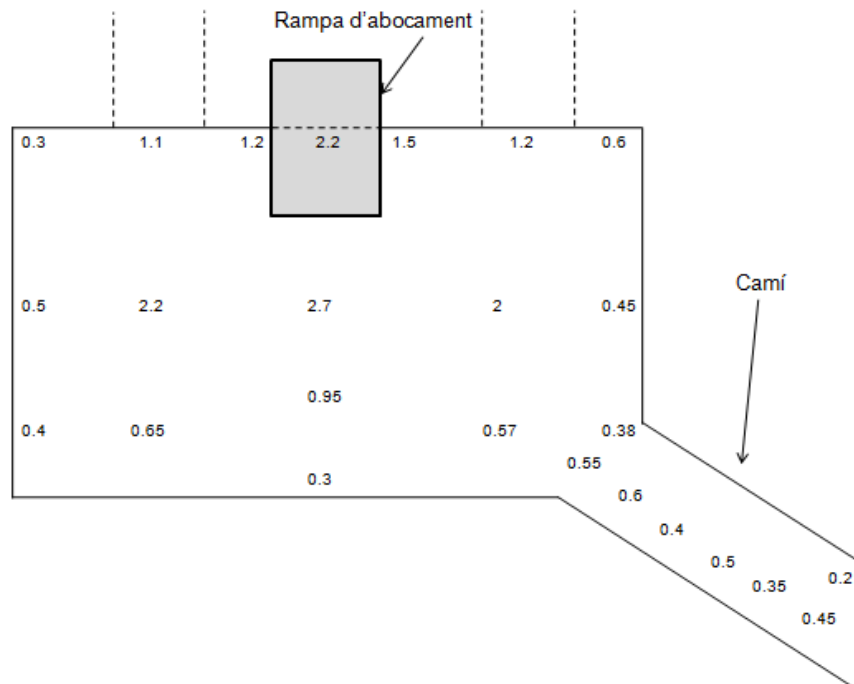


Figura 7. 34 Esquema tremuja galeria inferior



Figura 7. 35 Imatge tremuja galeria inferior

7.3. Concentracions preliminars de Radó (Rn-222)

Degut a l'alt contingut d'urani que presenta tant la galeria intermèdia com la oberta, s'ha considerat oportú realitzar una primera determinació de la concentració de radó a l'interior de les galeries. Aquest, només es va poder mesurar a l'interior de la galeria oberta, ja que la intermèdia es trobava tancada. El detector RAD7, va mesurar una concentració de 75.000 Bq/m³.



8. DISCUSSIÓ

8.1. Relació entre activitat antròpica minera i dosis

Tal com s'ha observat en l'apartat de resultats, aquelles zones alterades per l'activitat minera que va tenir lloc durant les sondejos realitzats a la zona de la Mina Eureka, mostren unes dosis més elevades que el fons de $0,05 \mu\text{Sv/h}$.

Aquelles zones que s'ha detectat unes dosis bastant més elevades que el fons, corresponen, per una banda a les mesures en contacte amb la veta d'urani a l'interior de les galeries; i per altra banda, als afloraments naturals que en el seu moment van ser alterats per l'activitat minera, com per exemple les zones d'exploració de les mineralitzacions en superfície.

Fent referència a les dosis mesurades en contacte amb la veta d'urani de dins les galeries intermèdia i l'oberta, s'ha de tenir present que un cop ens allunyem de la veta 20 o 30 cm, la dosis disminueix significativament. Per exemple, a la galeria oberta, en contacte mesurem una dosis de $270 \mu\text{Sv/h}$, i si ens allunyem 20 cm, la dosis es redueix a $35,4 \mu\text{Sv/h}$.

Juntament amb aquesta mesura, podem relacionar-la amb la dosis de $300 \mu\text{Sv/h}$, mesurada en contacte a la veta de la galeria intermèdia.

En segon lloc, s'ha trobat que l'aflorament natural antropitzat situat sota del mirador del municipi de Castell-Estaó, presenta una dosi en contacte de $32 \mu\text{Sv/h}$, reduint-se a $7,5 \mu\text{Sv/h}$ a l'allunyar-nos uns 20 cm de la veta d'urani.

Per altra banda, ens trobem amb zones també antropitzades, però al contrari del que es podria pensar seguint el criteri utilitzat fins ara, no presenten dosis tant elevades. Es tracten de les zones d'escombreres i zones de càrrega principalment.

Aquestes zones, no presenten dosis superiors a $0,75 \mu\text{Sv/h}$, en el cas de l'escombrera de la galeria intermèdia; i de $2,7 \mu\text{Sv/h}$ si ens referim a l'escombrera de la galeria inferior.

Aquests casos fan pensar que el procés de selecció del material, en el seu moment, era efectiu, ja que no han quedat gairebé materials amb mineral d'urani com a rebuig.

També ens trobem algun aflorament natural (Figura 7.11 i Figura 7.12) que no presenta una dosi superior a $5,5 \mu\text{Sv/h}$. Aquest fet, podria ser degut a dos possibles motius: que zona no contingués suficient concentració d'urani com per donar valors tant elevats com l'altre aflorament mencionat anteriorment; o bé, que no s'hagués alterat tant com a conseqüència de les exploracions dels minaires.

Tot i que aquests resultats són inferiors als explicats anteriorment, es veuen representats ens els mapes, ja que totes aquestes dosis són exteriors.

8.2. Possibles riscos relacionats amb la Mina Eureka

L'itinerari turístic previst, i gràcies a la publicitat que s'està donant en aquest moment, afavorirà l'arribada de gent, fent així que les Mines Eureka sigui una zona molt més coneguda i visitada, tant per persones expertes en minerals i geologia, com a aquelles que només vulguin visitar la zona per conèixer l'activitat minera que s'hi va dur a terme. Cal tenir en compte que els turistes, les persones que realitzaran l'itinerari turístic i les persones que busquen minerals, no s'exposaran als mateixos riscos..

El riscs els podem diferencia en dos tipus: un de caràcter estructural i un relacionat amb la dosi radiològica.

8.2.1. Risc estructural

Aquest risc és aliè a la radiació de la zona. Es troba principalment a l'interior de les galeries, causant possibles desprendiments i caigudes, degut a l'antiguitat dels puntals de fusta i al deteriorament d'aquests.

Un factor agreujant d'aquest risc és l'aigua que s'infiltra a través de les galeries provocant l'increment de la inestabilitat de la roca, augmentant els desprendiments degut a l'eixamplament de les esquerdes.

Aquests són uns dels motius principals pels quals, actualment la galeria intermèdia i la inferior es troben clausurades i només es pot accedir sol·licitant la clau a l'ajuntament de Torre de Cabdella, si es considera un motiu justificat. A més, ha provocat que l'itinerari turístic no contempli l'entrada a les galeries.

Seguint la lògica emprada en la decisió de tancament de les dues galeries, s'haurien de clausurar també les galeries restants, degut a que presenten les mateixes condicions estructurals en major o menor grau.

8.2.2. Risc relacionat amb la dosi rebuda i la concentració de radó

El radó és un gas natural d'origen radioactiu, que es troba dins de la cadena de desintegració de l'urani-238, i que procedeix de la desintegració del radi-226. La presència d'urani-238 en els minerals i roques són la principal font de radó. Aquest gas es troba en una petita proporció a l'aire que es respira, ja que l'urani es troba present en materials de construcció o zones situades sota terra. El gas radó és considerat cancerigen per l'OMS, d'acord amb l'IARC (International Agency for Research on Cancer) i l'EPA (Encuesta de població Activa) dels EUA, provocant principalment el càncer de pulmó, sobretot si es troba en espais poc ventilats i/o tancats.

La concentració de radó que s'ha mesurat a l'interior de la galeria oberta, és de 75.000 Bq/m³, una xifra molt per sobre del límit establert pel Reglament sobre la Protecció Sanitària contra les Radiacions Ionitzants (RPSRI) (Real Decreto 783/2001, 2001), que el fixa en 600 Bq/m³, a partir del qual cal aplicar mesures control si es realitzen inhalacions prolongades, ja que seria la concentració màxima que pot inhalar i a partir de la qual el risc de desenvolupar una malaltia a llarg termini és elevat.

Fent referència a les persones que realitzaran la visita, juntament amb els guies turístics, estaran exposades només a les dosis exteriors reflectides en les Figures 7.11 i 7.12 i, explicades a l'apartat anterior. Aquestes visites no tenen previst entrar a l'interior de les galeries, per tant el seu nivell d'exposició a la radiació i la concentració inhalada de radó és menor al personal que entri a les galeries. En quant al radó, aquestes persones no inhalaran concentracions elevades que puguin comportar un risc.

A l'interior de les galeries, tal com reflecteixen els resultats, s'hi detecten les dosis més elevades, arribant a un màxim de 300 µSv/h en contacte. Tenint així uns rangs de dosis més elevats a l'interior de les galeries que a l'exterior d'aquestes.

Aquell públic que tingui pensat entrar a les galeries, ja siguin experts que volen extreure minerals pel seu estudi i/o persones alienes a la investigació relacionada amb la Mina Eureka, rebran unes dosis més elevades de radiació i probablement inhalaran altes concentracions de radó superiors als 600 Bq/m³.

Per tal d'accedir amb seguretat, reduint el risc d'inhalació de Rn, no és suficient utilitzar una mascara convencional, sinó que seria recomanable utilitzar un filtre de carbó actiu. Aquest tipus de filtre, a part de no permetre la inhalació de partícules que poden crear-se quan els visitants piquen el mineral (i que solen ser les que comporten un major risc), no permeten la inhalació del propi gas. Aquest és un factor important a evitar, ja que

aquestes altes concentracions tenen una alta probabilitat de desintegrar-se en el propi pulmó dels visitants.

Tot i així, no serveix qualsevol mascara de carboni activat, sinó que es necessita una amb uns porus inferiors a 2 nm, degut a l'element que trobem a l'interior de les galeries estudiades és un gas, i una mascara amb un diàmetre de porus superior a aquest, no serviria pel gas radó (Empresa Carbotecnia).

Per últim, caldria tenir en compte el risc derivat del fet d'emportar-se pedres que puguin contenir minerals d'urani. Aquest, fa referència a les persones que facin el recorregut turístic i s'emportin alguna pedra de les mines.

El perill que hi pot haver és que la pedra que s'emportin tingui un alt contingut d'urani, ja que se'n troben en algun punt del camí que servirà d'itinerari turístic. Aquestes pedres que s'emportin poden provocar un risc si les deixen en un lloc on les persones estiguin exposades un període de temps prolongat.

8.3. Comparativa amb altres activitats mineres d'Urani

Per tal d'interpretar millor les dosis mesurades a la zona de la mina Eureka, s'han comparat amb altres dosis mesurades en diferents mines d'urani d'arreu del món.

Hi ha una certa dificultat a l'hora de comparar els valors obtinguts, ja que les nostres mesures estan realitzades a 20 -30 cm d'alçada del terra i, els altres estudis, han pres mesures a 1 m de distància. És per aquest motiu, tal com observem a la Taula 8.1, que el rang de dosis de la Mina Eureka pot semblar superior a la resta.

MINES	DISTÀNCIA (m)	RANG DE DOSIS ($\mu\text{Sv/h}$)
Eureka (Catalunya, Espanya)	0,2 – 0,3	0,02 – 11
Albala (Extremadura, Espanya)	1	0,045 – 0,12
Alburquerque (Extremadura, Espanya)	1	0,025 – 0,11
Juzbado (Castilla i Lleó, Espanya)	1	0,031 – 0,17
Andujar (Andalusia, Espanya)	1	0,012 – 0,11
Cabril (Andalusia, Espanya)	1	0,019 – 0,12
Gogi (India)	1	0,088 – 0,46
Stara Planina Mt. (Sèrbia)	1	0,046 - 0,21

Taula 8. 1 Comparació dosis amb altres mines del món i la distància de les mesures

Per tal de poder-los comparar, s'hauria de conèixer com disminueix la dosi amb la distància, com si s'haguessin realitzat les mesures a 1 m.

MINES	RANG DE DOSIS ($\mu\text{Sv/h}$)
Eureka (Catalunya, Espanya)	0,0008 – 0,44
Albala (Extremadura, Espanya)	0,045 – 0,12
Alburquerque (Extremadura, Espanya)	0,025 – 0,11
Juzbado (Castilla i Lleó, Espanya)	0,031 – 0,17
Andujar (Andalusia, Espanya)	0,012 – 0,11
Cabril (Andalusia, Espanya)	0,019 – 0,12
Gogi (India)	0,088 – 0,46
Stara Planina Mt. (Sèrbia)	0,046 - 0,21

Taula 8. 2 Comparació rang de dosis amb altres mines del món

A la Taula 8.2, es pot observar que el rang de dosis ja no difereixen tant dels altres valors. La dosi més baixa (0,0008 $\mu\text{Sv/h}$) es troba molt per sota de les obtingudes en els altres estudis. Això podria ser degut a que la mina Eureka és tan sols un sondeig i no una mina explotada a gran escala com les altres, o bé, al tipus de mineralització d'aquesta mina.

Rang de dosis a 1 m de distància:

Com es pot observar a la Taula 8.2, els rangs de dosis corresponents a les mines d'Espanya són força inferiors a les dosis d'altres mines del món. Cap d'elles superen els $0,17 \mu\text{Sv/h}$, excepte la mina Eureka, que algun punt marca una dosi de $0,44 \mu\text{Sv/h}$. Cal esmentar, que totes les mines són subterrànies, tant les de Espanya com les de la Índia, Xina i Sèrbia.

Les mines d'Albalà i d'Albuquerque, situades a la comunitat autònoma d'Extremadura, presenten unes dosis molt similars i baixes en comparació a altres mines (rang de dosis de $0,045\text{-}0,12 \mu\text{Sv/h}$ i $0,025\text{-}0,11 \mu\text{Sv/h}$, respectivament), ja que no es varen explotar durant molts anys, i la concentració d'urani era molt baixa (Marcuello et.al, 2005). El que es va realitzar a les mines d'Albuquerque eren treballs d'investigació i sondeigs, com a la mina Eureka. (Iranzo i Liarte, 1963).

Per una altra banda, les mines d'Andújar i Cabril, situades a Andalusia, segueixen el mateix patró. Presenten dosis molt semblants, amb uns valors de $0,012\text{-}0,12 \mu\text{Sv/h}$. La mina de Cabril presentava mineral de bona llei, però en petites quantitats, fet que la va fer poc rentable en el seu moment. (Revista SierraAlbarrana, 2005).

La mina Eureka presenta uns valors màxims de dosi ambiental molt semblants al de la mina de Gogi (Índia). Per la mina Eureka el rang de dosis és de $0,05\text{-}0,44 \mu\text{Sv/h}$, i per la mina de Gogi, el rang és de $0,088\text{-}0,46 \mu\text{Sv/h}$. L'estudi d'aquesta mina es basa en una zona de prospecció d'urani i de les poblacions del voltant. (Karunakara et al, 2014).

Per últim, la mina de Stara Planina Mt. (Sèrbia), es troba abandonada i es va explotar durant 7 anys. Presenta un valor de dosi màxim inferior al de la mina Eureka, $0,21 \mu\text{Sv/h}$ i $0,44 \mu\text{Sv/h}$, respectivament. (Momcilovic. 2010).

Els valors dels rangs de dosi de la mina Eureka no difereixen en gran mesura en comparació amb les mines de Gogi i Stara Planina Mt, però si ho fan, comparant els seus valors màxims del rang amb els valors corresponents a les mines de la resta d'Espanya. Cal esmentar, que aquest valor màxim de $0,44 \mu\text{Sv/h}$ correspon a un aflorament natural explorat a la mina Eureka, i pot ser la causa d'aquesta diferència de dosis ambiental amb les altres mines d'Espanya.

8.4. Estudi preliminar d'exposició a visitants

Per tal de realitzar un estudi del possible risc al que estarien exposats els visitants de les mines Eureka, s'ha realitzat un estudi preliminar dels nivells de dosi que aquests rebrien.

S'han classificat visitants en tres grups segons la durada, el motiu i la freqüència de les visites; els visitants de les mines (turistes), el guia turístic i, per últim, els geòlegs (mineròlegs i gemmòlegs) interessats en fer estudis a l'interior de les galeries.

En el primer cas, suposem que el grup de visitants que realitzen l'itinerari el fan tan sols un cop a l'any, i que el mateix dura aproximadament dues hores. S'ha de tenir en compte que en cap moment entraran a l'interior de les galeries (segons han informat des de l'Ajuntament de Torre de Cabdella) i, per tant, les dosis rebudes seran sempre exteriors.

POSSIBLES VISITANTS DE LES MINES EUREKA	NOMBRE DE VISITES A L'ANY	TEMPS DE LES VISITES (en hores)	ACCÉS A LES MINES
Visitants turístics	1	2	NO
Guies turístics	2	2	NO
Geòlegs (Mineròlegs i gemmòlegs)	6	6	SI

Taula 8. 3 Taula diferenciació visitants de les Mines Eureka

A les tres taules de supòsits es poden observar les estimacions de dosis externa a les quals es veureien sotmesos: el temps d'exposició estimat en hores per a cadascun dels punts, l'exposició en μSv per visita, el nombre de visites a l'any, l'exposició en μSv per any i, finalment, el nombre de visites que s'haurien de realitzar per tal de superar els límits de dosi anual màxima permessa de 1mSv/any ($1000\ \mu\text{Sv/any}$) a la legislació vigent (Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones).

JUNY 2016
 AVALUACIÓ DE LA DOSI AMBIENTAL D'UNA MINA D'URANI: LA MINA EUREKA

		Dosi Mitjana en el Punt ($\mu\text{Sv/h}$)	Dosi Límit ($\mu\text{Sv/any}$)	Temps d'exposició (h)	Exposició ($\mu\text{Sv/visita}$)	Visites realitzades/any	Exposició ($\mu\text{Sv/any}$)	Visites/any
Aflorament sota el mirador		2,40	1000,00	0,25	0,60	1,00	0,60	485
Aflorament picat al camí		5,01	1000,00	0,08	0,40	1,00	0,40	
Galeria superior	Exterior	0,13	1000,00	0,25	0,03	1,00	0,03	
Galeria intermèdia	Exterior	1,11	1000,00	0,25	0,28	1,00	0,28	
	Tremuja	0,78	1000,00	0,25	0,20	1,00	0,20	
	escombrera	0,40	1000,00	0,25	0,10	1,00	0,10	
Galeria inferior	Exterior	0,41	1000,00	0,25	0,10	1,00	0,10	
	zona de descàrrega	0,37	1000,00	0,25	0,09	1,00	0,09	
	escombrera i zona de càrrega	1,03	1000,00	0,25	0,26	1,00	0,26	
SUMATORI				2,08	2,06		2,06	

Taula 8. 4 Dosis rebudes pels turistes i nombre de visites màximes

El segon cas està enfocat en els guies que realitzaran l'itinerari turístic i que portaran a terme aquesta activitat de forma periòdica. Considerem que el guia realitza tot l'itinerari amb els turistes, per aquest motiu, el temps d'exposició i els punts que es visiten són els mateixos en els dos casos (guies i visitants). La gran diferència recau en el nombre de visites que el guia realitza a l'any. Actualment, està previst que es duguin a terme visites puntuals, concretament dues a l'any. Per realitzar els càlculs, però, suposarem que es fan visites més freqüentment, concretament dos cops setmanals des de el mes de Maig fins a l'Octubre, sempre el mateix guia i evitant els períodes hivernals per les baixes temperatures i la possibilitat de nevades.

Així doncs, s'ha comptabilitzat que, en el supòsit, el guia accedirà a la mina 52 vegades l'any. Com podem observar en la Taula 8.5, l'exposició a l'any és l'únic paràmetre que es modifica respecte el cas analitzat pels turistes. La resta es mantenen.

JUNY 2016
 AVALUACIÓ DE LA DOSI AMBIENTAL D'UNA MINA D'URANI: LA MINA EUREKA

		Dosi Mitjana en el Punt ($\mu\text{Sv/h}$)	Dosi Límit ($\mu\text{Sv/any}$)	Temps d'exposició (h)	Exposició ($\mu\text{Sv/visita}$)	Visites realitzades/any	Exposició ($\mu\text{Sv/any}$)	Visites possibles/any
Aflorament sota el mirador		2,40	1000,00	0,25	0,60	52,00	31,20	485
Aflorament picat al camí		5,01	1000,00	0,08	0,40	52,00	20,84	
Galeria superior	exterior	0,13	1000,00	0,25	0,03	52,00	1,69	
Galeria intermèdia	exterior	1,11	1000,00	0,25	0,28	52,00	14,43	
	tremuja	0,78	1000,00	0,25	0,20	52,00	10,14	
	escombrera	0,40	1000,00	0,25	0,10	52,00	5,20	
Galeria inferior	exterior	0,41	1000,00	0,25	0,10	52,00	5,33	
	zona de descàrrega	0,37	1000,00	0,25	0,09	52,00	4,81	
	escombrera i zona de càrrega	1,03	1000,00	0,25	0,26	52,00	13,39	
SUMATORI				2,08	2,06		107,03	

Taula 8. 5 Dosis rebudes pel guia i nombre de visites màximes

Finalment, s'analitza l'últim dels casos: els geòlegs que realitzen estudis en les mines, sobretot exploració de nous minerals. A diferència dels casos anteriors, aquests sí que accedeixen a l'interior de les galeries, on passen la major part del temps.

Segons el mineròleg Joan Abella, solen realitzar aproximadament unes 6 visites a l'any, amb una jornada de 6 hores. El temps de permanència dins de les galeries és de màxim 2 hores, però per realitzar els càlculs, establirem un temps d'exposició de 1,5h a l'interior de les galeries, i de mitja hora a l'exterior de les mateixes preparant el material i fent l'anàlisi dels minerals que es trobin (ja que no estan dues hores completes a dins de les galeries).

Així doncs, en la Taula 8.6 podem observar que els punts en els quals accedeix el geòleg són diferents al visitant, ja que s'accedeix a les galeries. A més, també varia la freqüència de les visites i el temps d'exposició respecte els dos casos anteriors.

JUNY 2016
 AVALUACIÓ DE LA DOSI AMBIENTAL D'UNA MINA D'URANI: LA MINA EUREKA

		Dosi Mitjana en el Punt ($\mu\text{Sv/h}$)	Dosi Límit ($\mu\text{Sv/any}$)	Temps d'exposició (h)	Exposició ($\mu\text{Sv/visita}$)	Visites realitzades/an y	Exposició ($\mu\text{Sv/any}$)	Visites possibles/an y
Galeria superior	exterior	0,13	1000,00	0,50	0,07	6,00	0,39	95
	interior	0,65	1000,00	1,50	0,98	6,00	5,85	
Galeria intermitja	exterior	1,11	1000,00	0,50	0,56	6,00	3,33	
	interior	4,42	1000,00	1,50	6,63	6,00	39,78	
Galeria inferior	exterior	0,41	1000,00	0,50	0,21	6,00	1,23	
	interior	1,36	1000,00	1,50	2,04	6,00	12,24	
SUMATORI				6	10,47		62,82	

Taula 8. 6 Dosis rebudes pels geòlegs i nombre de visites màximes



9. Conclusions

Després d'analitzar curosament i discutir els resultats obtinguts del nostre projecte, s'ha pogut extreure un seguit de conclusions. Aquestes, ens donen resposta als objectius marcats inicialment i, alhora, han obert noves vies de possibles investigacions futures.

Inicialment, es van qualificar certes zones com a afloraments naturals, ja que no eren estrictament mines i/o zones en les que s'havia desenvolupat l'activitat. Tot i així, després dels pertinents estudis de la zona que s'han pogut realitzar, es pot dir amb certesa que aquests afloraments han estat alterats antropícament en major o menor mesura per la mineria de la zona, així doncs ja cap es pot considerar totalment natural.

Cal destacar, però, que l'activitat simplement es redueix al trencament de la roca superficial per tal de poder trobar la veta, i d'aquesta manera obtenien més informació de la trajectòria del material. Aquest fet ha deixat, doncs, el material en superfície i sense cap tipus d'impossibilitat d'accés.

S'ha observat també que aquests punts presenten una dosi superior (rang 0.3-11 $\mu\text{Sv/h}$) a aquella que s'ha pres com a fons (0,055 $\mu\text{Sv/h}$). Tot i així, comparativament amb aquells punts que han patit major antropització, com per exemple les galeries (rang 0.12 – 41 $\mu\text{Sv/h}$), els valors de dosi són inferiors. Cal tenir en compte, però, que aquestes mesures no inclouen la dosi detectada en contacte amb l'urani, ja que aquestes poden arribar a tenir unes dosis comparativament molt superiors, arribant a uns valors de 270 - 292 $\mu\text{Sv/h}$ en la galeria amagada i la intermitja, respectivament.

Analitzant en conjunt totes les dades obtingudes, i tal i com es pot observar en la Figura 7.12, podem afirmar que aquelles zones que presenten major antropització degut a la l'activitat minera present, són també aquelles que s'hi detecta una dosi més elevada. Podem declarar, doncs, que l'antropització deguda a la mineria d'urani ha modificat les condicions naturals de la nostra zona d'estudi.

Com ja s'ha introduït anteriorment, existeix un projecte d'un itinerari en el qual s'hi volen realitzar visites turístiques en la zona d'estudi, passant per les galeries analitzades. Al llarg del recorregut que es vol realitzar, certs punts que s'han qualificat com a "punts calents" es troben situats al llarg de l'itinerari. Tot i així, com s'ha observat en les Taules 8.4, 8.5 i 8.6, els nivells de dosi no són prou significatius per tal de suposar un possible risc pels visitants, ja que el temps que haurien d'estar exposats és molt superior al que actualment s'hi están.

Tenint en compte que el màxim de dosi permès per una persona normal és de 1 mSv ($10^3 \mu\text{Sv}$) i, com s'ha observat en les Taules 8.4, 8.5 i 8.6, els nivells de dosi no són prou significatius per tal de suposar un possible risc pels visitants. Podem afirmar que no hi ha perill immediat causat per la dosi radioactiva present a la zona, si l'exposició no és molt prolongada. Concretament, per començar a parlar de risc pel visitant, el nombre de visites que s'han de realitzar són de 485 en el cas dels turistes i el guia i 95 en el cas dels geòlegs.

Tot i així, recordar que l'exposició dintre de les mines al radó segueix sent molt elevada, per tant no recomanem l'accés a aquestes.

Finalment, realitzant una visió més extensa dels nivells de dosi que hi ha en les zones de les galeries Eureka, s'observa que els rangs de dosi d'aquesta són aproximadament 0.2-4.6 μSv , mentre que la resta de Mines d'Espanya (i gran part de les del món), són més baixes.

Creiem que aquest fet es deu a que s'ha extret molt poc material, i gran part segueix en la zona, a més de trobar-se en més superfície degut a l'activitat minera. A més, no hi ha cap tipus de gestió al voltant de les galeries, i els materials que es van emprar a dia d'avui segueixen en el seu lloc.



10. ACCIONS I PROPOSTES DE MILLORA

Seguidament d'extreure les conclusions que s'han extret en l'apartat anterior, s'ha considerat fonamental realitzar un llistat d'aquelles accions i propostes que es creu convenient de dur a terme per tal de completar el projecte.

ACCIONS I PROPOSTES DE MILLORA		
PROPOSTES DE MILLORA	ACCIONS	JUSTIFICACIÓ
Realització d'estudis complementaris	1. Estudi de la qualitat de l'aigua	Per tal de conèixer amb més detall la concentració de radionúclids a l'aigua, caldrien fer més anàlisis en totes les zones que s'han mostregat, i d'aquesta manera obtenir uns resultats més significatius, tot i que els actuals no superen els límits establerts.
	2. Estudi de la hidrologia i del subsòl	Caldria realitzar un estudi del comportament de l'aigua, i d'aquesta manera, detectar si l'aigua infiltrada a les galeries va a parar a possibles aquífers.
	3. Estudi de la fauna	Seria convenient fer un estudi de tota la fauna que viu a l'interior de les galeries, per conèixer si contenen alguna característiques que les fa diferents i si les dosis i concentracions de radó rebudes tenen algun efecte sobre ella.
	4. Estudi de la flora	De la mateixa manera que en l'anàlisi d'aigua, s'hauria de realitzar un anàlisi de la vegetació pròxima a les zones d'estudi, i així conèixer si es veuen afectades per la mineralització d'urani.
	5. Anàlisi de les concentracions de radó	Actualment, les concentracions de radó obtingudes en l'estudi són escasses. Seria necessari, per tal de tenir uns resultats més significatius, realitzar un anàlisi de la concentració de radó a cadascuna de les galeries.

ACCIONS I PROPOSTES DE MILLORA		
PROPOSTES DE MILLORA	ACCIONS	JUSTIFICACIÓ
Anàlisi de factors climàtics	1. Anàlisi de la variació dels nivells de radó en funció de la precipitació	Es considera rellevant conèixer com varien els nivells de radó en funció de les diferents situacions climàtiques, per tal en quina mesura augmenta o disminueix la seva concentració dins de les galeries.
	2. Anàlisi de la variació dels nivells de radó en funció dels canvis de pressió	
Clausurar l'accés a certes zones	1. Clausurar l'accés a les galeries	És necessari realitzar un condicionament de la zona i tancar l'accés de les galeries, ja que no hi ha cap element estructural en bones condicions que eviti possibles desprendiments. A més, així evitar l'exposició al radó i a la radiació.
Incrementar la senyalització	1. Senyalitzar els punts anomenats "calents"	Per tal de que la població i/o els possibles visitants de l'itinerari conegui les dosis a les quals s'exposen, tant a l'exterior com a l'interior, i en quins punts es troben les dosis més elevades.
	2. Informar de les dosis presents al llarg del recorregut	
Regulació extracció de minerals	1. Realitzar un programa d'educació ambiental	Realitzar un programa per tal de conscienciar als municipis propers i a tots els visitants i d'aquesta manera donar a conèixer les possibles implicacions d'extreure minerals.
	2. Redactar una normativa de seguretat	També es considera rellevant realitzar una normativa bàsica de seguretat i d'aquesta manera, poder accedir a les mines a aquelles persones que se'ls hi permeti l'accés momentani.

Taula 10. 1 Propostes de millora

Les propostes de millora esmentades en aquest apartat, serien necessàries per tenir una visió més integrada i global de l'estudi d'una possible problemàtica. Els estudis de la qualitat de l'aigua, de la hidrologia i el subsòl, de la flora i la fauna ajudarien a complementar la informació que s'ha extret fent mesures de dosi al camp. D'aquesta manera es podria conèixer amb més exactitud en quina mesura la radiació de la zona té un impacte sobre aquests factors.

També caldria fer un estudi dels factors ambientals que poden alterar les condicions de l'interior de les galeries i del medi extern com, per exemple, la variació dels nivells de radó en funció de la precipitació i en funció dels canvis de pressió. D'aquesta forma, es podria fer uns estudis més acurats, i sense errors de mesura que alterin els resultats reals en condicions normals.

Per continuar, tal i com explica el geòleg català Joan Mata Perelló en el seu article "*El patrimonio minero. el caso concreto del NE peninsular. los parques y museos mineros y su uso turístico*" en moltes mines d'Espanya (i en la resta del món) s'han portat a terme projectes de museïtzació. Aquesta és sovint una pràctica comuna en moltes mines que es troben abandonades, per tal conservar i revaloritzar el patrimoni miner d'una zona, i encaminar-les cap a un sector més turístic-cultural. No obstant, a priori aquesta alternativa no es podria aplicar del tot a les mines d'aquest estudi per motius de seguretat. Per una banda, primer s'haurien de restaurar (i en alguns casos construir) les bigues estructurals de l'interior de les galeries per evitar desprendiments i danys en les persones que hi accedeixen. En segon lloc, el fet de que les galeries només tinguin una sola boca d'entrada i de sortida, és un factor de risc en cas de qualsevol accident aliè a la radiació.

Per finalitzar, el fet de que siguin mines d'urani, dificulta la possibilitat de portar a terme la museïtzació, ja que s'estaria exposant al visitant a unes determinades dosis de radiació i de radó dins de galeries. En el cas del radó, es podrien col·locar bombes d'extracció d'aire per reduir la seva quantitat, però tot i així, no reduiria la dosi de radiació.

Tal i com s'ha esmentat anteriorment, la part de museïtzació de les mines no es podria portar a terme com a tal pels motius de seguretat explicats, però, tal i com s'està posant en marxa actualment, es pot crear una ruta turística que passi per les galeries principals, la superior, la intermitja i la inferior. Per fer-ho, caldria tancar totes les mines per evitar la exposició a radiació i radó a possibles visitants.

Actualment, es troben clausurades la galeria intermitja i la inferior, però tant la superior, com la que s'ha anomenat "amagada" i la de Mont-Ros estan obertes. En relació amb la ruta turística, també es considera necessari senyalitzar els punts anomenats "calents" per presentar una dosi superior a la dosi de fons. D'aquesta manera, a part de informar a la gent de les característiques físiques de les galeries, també informaria de la dosi a la que s'estan exposant.

En el cas de l'extracció de minerals, se sap que en els últims anys, grups de geòlegs i interessats han visitat la mina per estudiar-los i extreure'ls. Aquesta pràctica s'hauria de regular, i per part de l'Ajuntament, realitzar programes d'educació ambiental en les quals s'informi, tant a visitants com a les poblacions del municipis propers, les característiques de les mines. D'aquesta manera es mantindria informada a la població, i es reforçaria la seva seguretat.



11. PROGRAMACIÓ DEL TREBALL

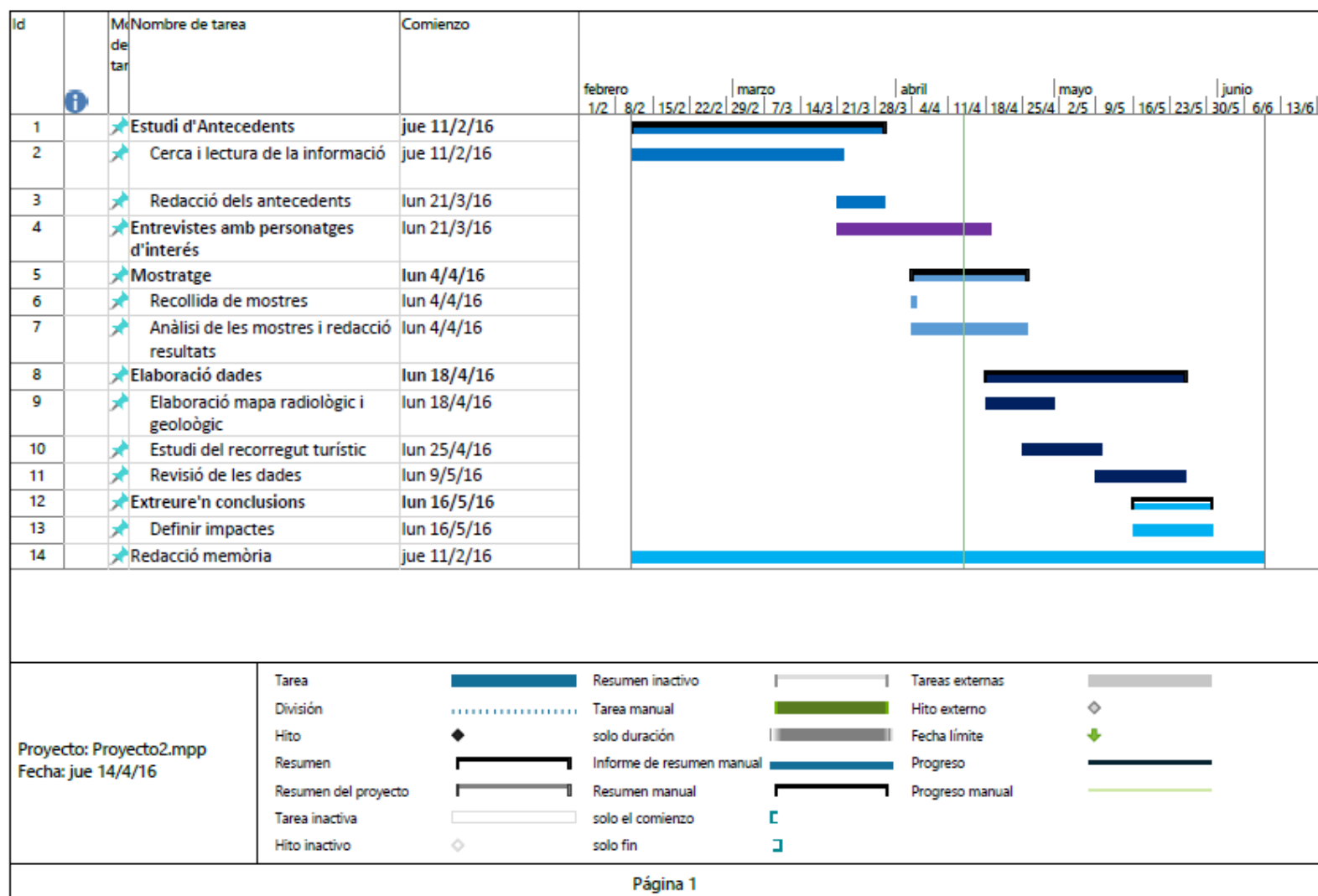


Figura 11. 1 Programació del treball



12. PRESSUPOST

TIPOLOGIA DE COST	QUANTITAT (HORES, KM, ETC.)	EXPLICACIÓ	COST (€)
TRANSPORT			
Transport privat Manresa- Castell- Estaó	162 km	6 viatges realitzats amb vehicle particular. Calculant un consum de 5,4 L/100 km i un preu de 1,06 €/L.	106,03 €
Transport privat Barcelona - Castell- Estaó	222 km	2 viatges realitzats amb vehicle particular. Calculant un consum de 5,4 L/100 km i un preu de 1,06 €/L.	25,41
Transport privat Masnou - Manresa	67,1	6 viatges realitzats amb vehicle propi. Calculant un consum de 4,6 L/100 km i un preu de 1,06 €/L.	19,63 €
Transport públic Barcelona - Manresa	2 viatges	2 viatges realitzats en autocar a un preu de 6,5 €/viatge.	13,00 €
TOTAL TRANSPORT			164,07 €
SALARI TREBALLADORS			
Hores de treball	630 h	Hores d'oficina totals dedicades al projecte. Es calcula un preu de 15 €/hora.	9.450,00 €
Hores de treball de camp	72 h	Hores de camp totals dedicades al projecte. Es calcula un preu de 17 €/hora.	1.224,00 €
Dietes	3 dies	El preu de les dietes és de 20 €/ persona i dia (esmorzar i dinar). En total s'han realitzat tres viatges, en el primer de tres persones, el segon de set i l'últim de dos.	240,00 €
TOTAL SALARI			10.914,00 €

LLOGUER DE MATERIAL			
Lloguer Comptador	1 dia	El preu del lloguer del detector és de 180 €/dia	180,00 €
Lloguer Detector iodur de Sodi	2 dies	El preu del lloguer del detector és de 400 €/dia	800,00 €
Lloguer GPS	10 dies	El preu del lloguer del GPS és de 6 €/dia	12,00 €
TOTAL LLOGUER			992,00 €
ESTUDIS REALITZATS			
Estudis radiològics d'urani realitzats al laboratori	3 estudis	El preu per mostra és de 300 €.	900,00 €
Estudis radiològics de radó realitzats al laboratori	3 estudis	El preu per mostra és de 100 €.	300,00 €
TOTAL ESTUDIS			1.200,00 €
MATERIAL			
Impressió	120 fulls	5 impressions de 120 fulls a 0,2€/full	120,00 €
CD	6 unitats	A 0,75 € / unitat	4,50 €
TOTAL MATERIAL			124,50 €
Cost total	-		13.394,57 €

Taula 12. 1 Pressupost



13. PETJADA DE CARBONI

Com a professionals del medi ambient que som, considerem que qualsevol acció que hem realitzat és rellevant calcular la petjada de carboni, per tal de conèixer de manera més exhaustiva quin és l'impacte de la nostra feina i del projecte en general.

Desplaçament en cotxe	Distància per viatge (km)	Viatges totals	Distància total (km)	Tipus de combustible	Consum (L / 100 km)	Combustible emprat (L)	FE (kgCO ₂ /L)	Petjada (kgCO ₂ eq)
Transport privat Manresa- Castell- Estaó	162	6	972	Dièsel	5,6 l	52,48	2,47	129,68
Transport privat Barcelona - Castell- Estaó	222	2	444	Dièsel	5,6	23,97	2,47	59,23
Transport privat Masnou - Manresa	67,1	6	402,6	Dièsel	4,6	18,51	2,47	45,73
Transport públic Barcelona - Manresa	66,5	2	133	Dièsel	20	2660	2,47	6572,86
TOTAL TRANSPORT								6807,50
Electricitat	Potència (kW)	Numero d'aparells	Hores	Consum total (KWh)	FE (kgCO ₂ /kWh)	Petjada (kgCO ₂ eq)		
Il·luminació	0,03	2	630	37,8	0,49	18,52		
Ordinadors	0,3	3	630	567		277,83		
Detectors	0,003	2	72	0,43		0,21		
GPS	0,003	1	72	0,22		0,10		
TOTAL ELECTRICITAT								296,67
Material	Quantitat	Pes per element (kg)	Pes total (kg)	FE (kgCO ₂ /kg)	Petjada (kgCo2)			
Full reciclat	240	0,04	9,6	1,8	17,28			
Full verge	360		14,4	3,3	47,52			
TOTAL MATERIAL								64,8
TOTAL								7168,97

Taula 13. 1 Càlcul Petjada de Carboni



14. GLOSSARI

Basament: Conjunt de roques que jeu en discontinuïtat a la base d'una sèrie estratigràfica.

Conglomerats: Roca coherent, sedimentària, detrítica, constituïda per fragments de roca, ja siguin còdols, blocs o bé cairells, que tenen llur origen en d'altres roques preexistents que han estat arrencades per l'acció dels elements erosius i que posteriorment s'han sedimentat i cimentat.

Desintegració radioactiva: Transformació d'un núclid per emissió de partícules.

Explotació: Resultat d'extreure materials, d'una manera selectiva o no, en un ecosistema.

Filonià: Relatiu o pertanyent al filó.

Filó o veta: Dipòsit o jaciment mineral de forma aproximadament tabular o lenticular format en una fractura d'una roca o d'un terreny per precipitació de minerals a partir de fluids hidrotermals.

Fissió: Escissió d'un nucli atòmic pesant en diversos fragments de masses semblants, amb alliberament d'energia.

Hematites: Mineral, òxid de ferro trivalent, de fórmula Fe_2O_3 , que cristal·litza en el sistema trigonal, forma cristalls de color negre amb una ratlla rogenca que poden ésser tallats com a pedra fina, o bé masses terroses o compactes vermelloses, i és la principal mena de ferro.

Jaciment: Lloc on es troba una acumulació o un enriquiment d'una substància mineral qualsevol, de fòssils o de restes arqueològiques.

Junta d'Energia Nuclear (JEN), organisme creat al 1951, que va liderar la investigació, el procés de producció i el control institucional de l'energia nuclear de fissió a Espanya.

Mineral: Material sòlid, homogeni, de composició química definida, o variable entre dos límits perfectament determinats, generalment inorgànic, format per un procés natural i

amb una estructura cristal·lina ben definida. Els animals, els vegetals i els minerals. Un mineral de ferro, de plom.

Nuclear: Relatiu o pertanyent al nucli atòmic. Energia nuclear.

Prospecció: Exploració del terreny i conjunt de tècniques aplicades en la localització de jaciments d'hidrocarburs, de carbó o de minerals, de dipòsits subterranis d'aigua, etc.

Radiació alfa: Acció que es produeix al desprendre's del nucli dos protons i dos neutrons. És una emissió de partícules carregades positivament, que són idèntiques als nuclis d'Heli. Donat que les partícules alfa són molt massives, la seva capacitat de penetració en la matèria és molt baixa, presentant una elevada pèrdua d'energia per unitat de longitud recorreguda.

Radiació gamma: Els raigs gamma, a diferència dels alfa, són protons. Es tracta dels rajos més penetrants dels tipus de radiació (alfa, beta o gamma). En molts casos, la radiació gamma acompanya a la beta, i en alguns, també a l'alfa.

Sondeig: El sondeig és un tipus de prospecció manual o mecànica que pertany a les tècniques de reconeixement del terreny, portades a terme per tal de conèixer les seves característiques.



15. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- ALBA, Silvia; Enginyera de Mines. *Centrals Nuclears: Minería i preparació de l'Urani*. [en línia] 2 Octubre 2012 <<http://www.hablandodeciencia.com/articulos/2012/10/02/centrales-nucleares-mineria-y-preparacion-del-uranio/>> [Consulta: 29 Febrer2016]
- ARRIBAS, A. (1974) *Caracteres geológicos de los yacimientos españoles de uranio*. Universidad Politécnica de Salamanca
- ARRIBAS, A. (1966) Mineralogía y metalogenia de los yacimientos españoles de uranio. Indicios cupro-uraníferos en el Trías de los Pirineos Centrales. Estudios Geológicos, Vol. XXII, pp.31-45. [Consulta: 16 de Maig].
- ARTIENDA GONZALEZ-GRANDA, J. (2007). *EL URANIO, el recorrido de los minerales*. Dirección general de Industria, Energía y Minas.Comunidad de Madrid. <<http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1202793916999&ssbinar y=true>> [consulta: 21 març 2016].
- ASOCIACIÓN NACIONAL DE INGENIEROS DE MINAS GRUPO ESPECIALIZADO EN RECURSOS Y RESERVAS (2015). *Minerales análisis de situación de la minería española en el año 2014 y comienzos de 2015. Minerales metálicos* . [en línia]. <http://germ.ingenierosdeminas.org/informes/analisis_mineria_metalica_2014_2015.pdf>. [Consulta: 29 Març 2016]
- BAZÁN S. (1978). *Génesis y Depositación de los Yacimientos de Molibdeno y Uranio, en el Distrito de Villa Aldama, Chihuahua*. Boletín Sociedad Geológica Mexicana, Tomo XXXIX, No. 2, p.p. 25-33 <<http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/>> [Consulta: 16 de Maig].
- C.U. NWANKWO et Al. (2015) "Radioactivity concentration variation with depth and assessment of workers' doses in selected mining sites" – Elsevier. [Consulta: 10 de Juny].
- CABRÉ O., CARBONELL P., PUIG J., VILANOVA S. (1981). *Catalunya sota el perill de l'urani*. Catalunya. Edicions 62 S.A. [Consulta: 16 de Maig].

CARVALHO FP (2014) "The national radioactivity monitoring program for the regions of uranium mines and uranium legacy sites in Portugal" – Elsevier. [Consulta: 10 de Juny].

CASTELLÀ GASSOL J. (1981). *LA FEBRE DE L'URANI. Catalunya dins l'estratègia atòmica mundial*. Catalunya. Editorial Blume. [Consulta: 3 de Juny].

Comisión Nacional de Energía Atómica. [en línia] <www.cnea.gov.ar/CombustibleNuclear>.

CUIVER, ALICIA (2015) "Accumulations et sources de l'uranium, de ses descendants et des éléments traces métalliques dans les zones humides autour des anciens sites miniers uranifères" – Thèse de la Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées.

DECOURT J. i PAQUET J. (1987). *Géologie. Objects et méthodes*. França. Ed. Reverté S.A

DIEC2, Institut d'Estudis Catalans. [en línia] < <http://dlc.iec.cat/> >

DONG XIE et Al. (2014) "Radon dispersion modeling and dose assessment for uranium mine ventilation shaft exhausts under neutral atmospheric stability" – Elsevier

Educa Madrid. *El Uranio*. [en línia] <<http://herramientas.educa.madrid.org/tabla/1historia/u.htm>> [Consulta: 29 Febrer 2016]

ESPUNY SOLANI J., MATA-PERELLÓ J.M., *El "red bed" de Castell-Estaó. un patrimonio geológico y mineralógico singular de la comarca del Pallars Jussà* [en línia] http://www.sedpgym.es/descargas/libros_actas/V_MEIA-2001/17.MEIA_2001.pdf [Consulta: 22 d'Abril 2016]

Eureka mine, Castell-estaó, La Plana de Mont-ros, La Torre de Cabdella, El Pallars Jussà, Lleida (Lérida), Catalonia, Spain. [en línia] <<http://www.mindat.org/loc-53316.html>> [Consulta: 27 març 2016].

FERNANDO P. CARVALHO et Al. (2013) "Radioactivity in soils and vegetables from Uranium mining regions" – Elsevier

Fundación Mafre. *Uranio como Fuente energética*. [en línia] Juliol 2008 <https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1055663> [Consulta: 25 Febrer 2016]

GENERALITAT DE CATALUNYA. *La geologia en Catalunya. Problemàtica actual i perspectives* [en línia] <http://info.igme.es/SidPDF%5C005000%5C953%5CInforme%5C5953_0001.pdf>

GRAU I GIRONA R. (1997). *Lignitos uraníferos del Calaf: Estudio cinético de lixiviación en medio bicarbonatado.* <<http://www.sociedadgeologica.es/archivos/geogacetas/Geo21/Art33.pdf>> [consulta: 28 març 2016]

HARIBALA (2016) "Assessment of radioactive materials and heavy metals in the surface soil around uranium minig área of Tongliao, China" – Elsevier

Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. [en línia] < www.icgc.cat > [Consulta: 25 març 2016]

IRANZO, Juan E. (2009). *La energía nuclear y la garantía de suministro.* [en línia]. <[http://www.colegiodeemeritos.es/docs/repositorio/es_ES/ponencia_ok_\(sr._iranzo\).pdf](http://www.colegiodeemeritos.es/docs/repositorio/es_ES/ponencia_ok_(sr._iranzo).pdf)>. [Consulta: 29 Febrer 2016]

JIMÉNEZ-REYES M., BULBULIAN S. *Urania, musa de la astronomia.* [en línia] <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/120/htm/sec_4.htm> [Consulta: 20 de Febrer 2016]

L.S. QUINDÓS PONCELA et. Al. (2004) "Population dose in the vicinity of old Spanish uranium mines." – Elsevier

MATA I PERELLÓ, JOSEP M. (1990). *Els minerals de Catalunya.* Institut d'estudis Catalans. Arxius de la secció de ciències, XCIII. [Consulta: 8 de Març]

MERCIU GEORGE-LAURENTIU et Al (2016) "The assessment of social and economic impacts associated to an abandoned mining site. Case study: Ciudanovita (Romania)" – Elsevier

METEOCAT, El temps a Catalunya [en línia] < <http://www.meteo.cat/> > [Consulta: 15 de Juny 2016]

MINISTERIO DE INDÚSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO [en línia] <www.minetur.gob.es/energia/ca-ES/Novedades/Paginas/legislacion-basica-sector-electrico.aspx> [Consulta: 22 de Març 2016]

- MONTGARRI CASTILLO et. Al. (2009) “Mineralogía del depósito de uranio eureka (castell-estaó, Pirineo, Cataluña)” – Revista de la sociedad española de mineralogía.
- N. KARUNAKARA et Al. (2014) “Assessment of ambient gamma dose rate around a prospective uranium mining area of South India – A comparative study of dose by direct methods and soil radioactivity measurements” – Elsevier
- Organització Mundial de la Salut (OMS). *El radón y sus efectos en la salud* [en línia] <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs291/es/>> [consulta: 28 març 2016]
- PADILLA, Pedro; PADILLA RUIZ, Jaime. *Uranio: de mineral a combustible mineral*. [en línia] < <http://www.nuclear.5dim.es/uranio.php> > [Consulta: 25 Febrer 2016]
- PLATAFORMA ANTIURANI: No a la mina de Uranio de Salamanca. [en línia] <<http://stopuranio.blogspot.com.es/p/la-mineria-del-uranio-y-sus-efectos.html>>. [Consulta: 5 de Març]
- QUÈ, QUI, COM? (2011) : El lluminós món dels minerals [en línia] < <http://blogs.ccma.cat/quequicom.php?itemid=37882> > [Consulta: 7 de Juny]
- RAYMOND L. NJINGA, VICTOR M. TSHIVHASE (2015) “Lifetime cancer risk due to gamma radioactivity in soils from Tudor Shaft mine environs, South Africa” – Elsevier
- REVISTA DIGITAL MINERA. *Desciende la producción mundial de uranio* [en línia] <<http://www.redimin.cl/desciende-la-produccion-mundial-de-uranio/>> [Consulta: 22 març 2016]
- SÁNCHEZ-GONZÁLEZ S^a et Al (2014) “Natural Gamma Radiation and Uranium Distribution in Soils and Waters in the Agueda River Basin (Spain-Portugal)” – Elsevier
- SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO. *Minería del Uranio*. [en línia] <<http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/uranio/mineriauranio>> [Consulta: 1 Març 2016]
- VALL FOSCA, L'energia dels pirineus [en línia] < <http://www.vallfosca.net/ca/> > [Consulta: 11 de Maig 2016]

VICTOR MANUEL GOMES DE OLIVEIRA et Al (2014) "Hydrogeologic characterization of the abandoned mining site of Castelejo, Portugal by VLF-EM & RMT-R geophysical surveying" – Geofísica Internacional

WORLD NUCLEAR ASSOCIATION. Uranium Information Centre (Australia). *"Ciclo del combustible nuclear: actividades industriales que transforman el uranio en combustible para producir energía eléctrica"* [en línia] - <www.almez.pntic.mec.es/~jrem0000/dpbg/2bch-ctma/tema11/obtencion-uranio.swf / www.educalab.es/intef>. [Consulta: 14 d'Abril]



16. ANNEXOS

Annex 1

Nº MESURA	COORDENADES UTM		DÒSI
	X	Y	
1	332086	4694610	2,1
2	331515	4694828	0,05
3	331651	4694784	0,06
4	331648	4694831	0,17
78	331621	4694827	3,2
79	331660	4694838	0,2
80	331680	4694809	0,11
81	331694	4694830	0,09
82	331698	4694829	0,082
83	331692	4694812	0,084
84	331721	4694818	0,08
85	331747	4694813	0,089
86	331763	4694831	0,081
87	331783	4694836	0,093
88	331768	4694818	0,07
89	331776	4694812	0,08
90	331810	4694824	0,072
91	331838	4694818	0,045
92	331819	4694806	0,062
93	331835	4694802	0,054
94	331818	4694771	0,093
95	331853	4694782	0,051
96	331863	4694774	0,046
97	331871	4694766	0,056
98	331877	4694755	0,05
99	331871	4694747	0,054
100	331891	4694747	0,062
101	331904	4694742	0,08
102	331927	4694742	0,04
103	331908	4694724	0,07
104	331931	4694724	0,053
105	331916	4694716	0,069
106	331959	4694715	0,083
107	331938	4694699	0,1
108	331925	4694688	0,08
109	331913	4694669	0,3
110	331885	4694662	0,12

Nº MESURA	X	Y	DÒSI
111	331896	4694649	0,14
112	331917	4694642	0,12
113	331939	4694638	0,1
114	331926	4694649	0,14
115	331935	4694693	0,088
116	331942	4694687	0,1
117	331972	4694687	0,1
118	331989	4694683	0,1
119	331968	4694658	0,13
120	331999	4694642	2,8
121	332005	4694642	2,7
122	332054	4694618	0,11
123	332034	4694633	0,8
124	332062	4694605	0,11
125	332072	4694586	0,12
126	332090	4694566	0,11
127	332089	4694585	0,091
128	332091	4694604	0,18
129	332100	4694758	0,1
130	332099	4694751	0,077
131	332102	4694737	0,094
132	332105	4694729	0,091
133	332114	4694716	0,07
134	332118	4694694	0,05
135	332113	4694680	0,048
136	332110	4694656	0,06
137	332104	4694640	0,07
138	332103	4694624	0,12
139	332103	4694609	0,05
140	332108	4694595	0,045
141	332106	4694590	0,041
142	332111	4694577	0,05
143	332121	4694550	0,054
144	332121	4694534	0,046
145	332120	4694524	0,09
146	332168	4694685	0,12
147	332168	4694683	0,11

AVALUACIÓ DE LA DOSI AMBIENTAL D'UNA MINA D'URANI: LA MINA EUREKA

Nº MESURA	X	Y	DÒSI	Nº MESURA	X	Y	DÒSI
148	332167	4694664	0,1	189	331743	4694758	0,08
149	332169	4694654	0,12	190	331741	4694752	0,07
150	332175	4694639	0,08	191	331738	4694746	0,097
151	332181	4694621	0,12	192	331748	4694763	0,11
152	332190	4694593	0,14	193	331754	4694766	0,09
153	332201	4694566	0,06	194	331756	4694760	0,1
154	332208	4694540	0,05	195	331762	4694753	0,074
155	332215	4694515	0,1	196	331772	4694752	0,098
156	332226	4694503	0,08	197	331777	4694745	0,12
157	331525	4694823	0,02	198	331785	4694727	0,069
158	331548	4694811	0,05	199	331776	4694721	0,085
159	331563	4694796	0,062	200	331790	4694740	0,1
160	331610	4694771	0,045	201	331799	4694760	0,098
161	331659	4694780	0,072	202	331788	4694761	0,11
162	331652	4694819	0,11	203	331781	4694766	0,15
163	331642	4694846	0,33	204	331786	4694771	0,1
164	331607	4694839	0,094	205	331786	4694780	0,11
165	331615	4694850	0,12	206	331771	4694781	0,1
166	331626	4694857	0,1	207	331761	4694785	0,11
167	331630	4694861	0,095	208	331766	4694793	0,094
168	331637	4694867	0,077	209	331770	4694799	0,082
169	331647	4694873	0,08	210	331767	4694796	0,11
170	331654	4694882	0,07	211	331752	4694791	0,099
171	331660	4694887	0,083	212	331744	4694801	0,095
172	331666	4694893	0,08	213	331787	4694766	0,094
173	331672	4694898	0,09	214	331789	4694734	0,089
174	331676	4694906	0,06	215	331803	4694726	0,3
175	331677	4694911	0,064	216	331806	4694726	0,13
176	331686	4694894	0,1	217	331806	4694716	0,14
177	331679	4694898	0,1	218	331791	4694718	4,6
178	331670	4694905	0,07	219	331789	4694713	2,9
179	331660	4694907	0,074	220	331787	4694711	0,12
180	331611	4694877	0,095	221	331789	4694702	0,092
181	331623	4694867	0,075	222	331804	4694704	0,37
182	331644	4694853	0,096	223	331802	4694706	2
183	331659	4694841	0,12	224	331807	4694711	0,2
184	331673	4694827	0,13	225	331823	4694706	0,67
185	331697	4694798	0,12	226	331830	4694712	0,1
186	331709	4694791	0,11	227	331840	4694698	0,11
187	331719	4694782	0,18	228	331838	4694704	0,1
188	331738	4694771	0,12	229	331836	4694685	0,32

AVALUACIÓ DE LA DOSI AMBIENTAL D'UNA MINA D'URANI: LA MINA EUREKA

Nº MESURA	X	Y	DÒSI	Nº MESURA	X	Y	DÒSI
230	331828	4694678	1,3	271	332056	4694563	0,17
231	331828	4694678	0,25	272	332048	4694573	0,18
232	331841	4694699	0,14	273	332038	4694572	0,2
233	331858	4694694	0,1	274	332026	4694575	0,18
234	331871	4694685	0,4	275	332015	4694574	0,2
235	331871	4694679	0,8	276	332003	4694571	0,21
236	331879	4694688	0,62	277	331994	4694580	0,17
237	331969	4694680	0,17	278	331988	4694576	0,14
238	331995	4694687	0,3	279	331985	4694577	0,16
239	332006	4694692	0,15	280	331986	4694581	0,15
240	332017	4694710	0,12	281	331979	4694586	0,14
241	332017	4694647	0,6	282	331973	4694584	0,15
242	332010	4694644	0,49	283	331968	4694579	0,16
243	332017	4694649	0,25	284	331960	4694583	0,13
244	332035	4694650	0,2	285	331949	4694591	0,14
245	332041	4694649	0,17	286	331946	4694600	0,15
246	332134	4694632	0,2	287	331941	4694604	0,13
247	332137	4694626	0,21	288	331937	4694613	0,16
248	332140	4694616	0,19	289	331928	4694611	0,13
249	332141	4694608	0,21	290	331918	4694621	0,14
250	332144	4694599	0,19	291	331904	4694611	0,17
251	332149	4694592	0,2	292	331896	4694615	0,11
252	332152	4694583	0,19	293	331891	4694622	0,16
253	332154	4694573	0,17	294	331873	4694626	0,13
254	332159	4694560	0,18	295	331866	4694628	0,14
255	332164	4694548	0,2	296	331861	4694635	0,12
256	332167	4694540	0,19	297	331855	4694633	0,14
257	332137	4694642	0,16	298	331840	4694638	0,14
258	332142	4694643	0,2	299	331835	4694643	0,14
259	332154	4694643	0,2	300	331827	4694649	0,12
260	332165	4694640	0,21	301	331818	4694652	0,1
261	332182	4694652	0,28	302	331812	4694653	0,12
262	332187	4694643	0,25	303	331804	4694664	0,13
263	332196	4694639	0,22	304	331794	4694668	0,14
264	332205	4694630	0,23	305	331788	4694669	0,11
265	332205	4694625	0,27	306	331782	4694665	0,12
266	332204	4694618	0,9	307	331771	4694675	0,12
267	332202	4694611	0,7	308	331766	4694672	0,14
268	332145	4694707	0,21	309	331755	4694686	0,11
269	332089	4694554	0,19	310	331753	4694684	0,1
270	332066	4694566	0,17	311	331744	4694688	0,08

Nº MESURA	X	Y	DÒSI
312	331741	4694689	0,095
313	331732	4694695	0,1
314	331726	4694700	0,12
315	331717	4694706	0,13
316	331709	4694707	0,13
317	331703	4694707	0,12
318	331692	4694718	0,13
319	331684	4694725	0,097
320	331678	4694729	0,11
321	331670	4694732	0,091
322	331670	4694733	0,093
323	331663	4694740	0,085
324	331660	4694733	0,08

Taula 16. 1 Taula de punts de dosi mesurats

Annex 2

GALERIA SUPERIOR	
PUNT 1	
DESCRIPCIÓ DEL LLOC	Es tracta de la boca superior de la mina, situada més propera al municipi de Castell-Estaó. Disposava d'una instal·lació de canonades que des de l'estació intermèdia pujaven l'aire per a fer funcionar els martells pneumàtics.
DIMENSIONS	10 m de profunditat; 1.75 m d'ample; 2m d'alçada.
RANG DE DOSI EXTERIOR	0.055 - 0.25 $\mu\text{Sv/h}$
RANG DE DOSI GALERIA	0.2 - 2.2 $\mu\text{Sv/h}$
DOSI EN CONTACTE VETA	12 $\mu\text{Sv/h}$

	
---	--

Figura 16. 1 Fitxa descriptiva galeria superior

GALERIA INTERMÈDIA	
PUNT 2	
DESCRIPCIÓ DEL LLOC	Es tracta de la boca mitjana de la mina, situada a la part meridional del camí. També s'anomena la boca principal, ja que és la que es va extreure més material. Penetra paral·lela a la veta d'urani que té uns 30 cm de gruix.
DIMENSIONS	108 m de profunditat; 1.5 m d'ample; 2.3 m d'alçada.
RANG DE DOSI EXTERIOR	0.5 - 1.47 $\mu\text{Sv/h}$
RANG DOSI GALERIA	0.2 - 41 $\mu\text{Sv/h}$
DOSI EN CONTACTE VETA	292 $\mu\text{Sv/h}$

	
---	--

Figura 16. 2 Fitxa descriptiva galeria intermèdia

GALERIA INFERIOR	
PUNT 3	
DESCRIPCIÓ DEL LLOC	Es tracta de la galeria inferior de la Mina, situada molt a prop de la carretera. Va ser la segona més explotada. A l'exterior hi podem trobar un petit edifici, concretament uns vestidors, amb testimonis a dintre.
DIMENSIONS	80 m de profunditat; 1.7 m d'ample; 2m d'alçada (aprox).
RANG DE DOSI EXTERIOR	0.14 - 1.1 $\mu\text{Sv/h}$
RANG DOSI GALERIA	0.84 - 2.8 $\mu\text{Sv/h}$
DOSI EN CONTACTE VETA	6 $\mu\text{Sv/h}$

	
---	--

Figura 16. 3 Fitxa descriptiva galeria inferior

GALERIA "OBERTA"	
PUNT 4	
DESCRIPCIÓ DEL LLOC	Aquesta boca es troba a l'altre costat del riu, situat ja més pròximament amb la Plana de Mont-Ros. Es tracta d'una boca d'exploració, no va ser mai explotada.
DIMENSIONS	55 m de profunditat; 2 m d'ample ; 2 m d'alçada
DOSI DETECTADA A L'EXTERIOR	0.2 μ S
RANG DOSI GALERIA	0.12 - 35.4 μ Sv/h
DOSI EN CONTACTE VETA	270 μ Sv/h



	
---	--

Figura 16. 4 Fitxa descriptiva galeria "oberta"

GALERIA "MONT-ROS"	
PUNT 5	
DESCRIPCIÓ DEL LLOC	<p>Es tracta d'una boca que es desconeixia exactament on es trobava. No va ser mai explotada, i té un molt difícil accés.</p> <p>Es pot visualitzar perfectament el material d'urani al fons de la mateixa.</p>
DIMENSIONS	30 m de profunditat; 1.75 m d'ample; 2m d'alçada.
DOSI DETECTADA A L'EXTERIOR	0.5 μ S
RANG DOSI GALERIA	0.14 - 4.4 μ Sv/h
DOSI EN CONTACTE VETA	9.6 μ Sv/h

	
---	--

Figura 16. 5 Fitxa descriptiva galeria Mont-Ros

RED-BED	
PUNT 6	
DESCRIPCIÓ DEL LLOC	Es una petita excavació a l'aire lliure que es va realitzar per tal de detectar el filó d'urani.
DIMENSIONS	7 m de longitud ; 3 m d'amplada
RANG DOSI	0.3 - 11 $\mu\text{Sv/h}$
DOSI EN CONTACTE VETA	32 $\mu\text{Sv/h}$




Figura 16. 6 Fitxa descriptiva Red-Bed

ESCOBRERA GALERIA INTERMÈDIA	
PUNT 7	
DESCRIPCIÓ DEL LLOC	Es tracta d'una escombrera on hi abocaven material suposadament inert que es trobava entre l'urani extref.
DIMENSION S	40 m de longitud; 15 m d'amplada
RANG DOSI	0.12 - 0.75 μ Sv/h




Figura 16. 7 Fitxa descriptiva galeria intermèdia

ESCOBRERA GALERIA INFERIOR	
PUNT 8	
DESCRIPCIÓ DEL LLOC	Es tracta de l'escombrera principal, situada al costat de la galeria inferior i la tremuja principal. Passa quasi inadvertida. Com a l'altre escombrera, s'hi acumulava el material que no era d'interès.
DIMENSION S	40 m de longitud; 15 m d'amplada
RANG DOSI	0.23 - 0.43 μ Sv/h



Figura 16. 8 Fitxa descriptiva escombrera galeria inferior

TREMUJA INTERMÈDIA	
PUNT 9	
DESCRIPCIÓ DEL LLOC	Com hem comentat anteriorment, la Tremuja era una construcció que feia de rampa, per tal d'abocar-hi el material i poder-lo acumular per omplir les vagonetes.
DIMENSION S	40 m de longitud; 15 m d'amplada
RANG DE DOSI TREMUJA	0.18 - 1.6 μ Sv/h
RANG DE DOSI ZONA DE CÀRREGA	1.9 - 2.8 μ Sv/h

Figura 16. 9 Fitxa descriptiva tremuja galeria intermèdia

TREMUJA INFERIOR	
PUNT 10	
DESCRIPCIÓ DEL LLOC	Es la principal tremuja. Les vagonetes hi duïen el material i s'abocava, de manera que a sota hi havia els camions per tal de transportar el material.
DIMENSION S	30 m de longitud; 15 m d'amplada
RANG DE DOSI TREMUJA	0.1 - 0.9 μ Sv/h
RANG DE DOSI ZONA DE CÀRREGA	0.3 - 2.7 μ Sv/h


	
---	--

Figura 16. 10 Fitxa descriptiva tremuja inferior

Annex 3

Entrevista Joan Abella i Creus

Amb quina freqüència va a cercar minerals o a realitzar estudis a les Mines Eureka?

La presència física en el jaciment es concreta en el període d'estiu solament hi dedico dos dies o tres i un o dos dies a la resta de l'any, i la visita sol ser només al matí, parlem d'una jornada de 6 hores presencials al jaciment per dia.

- En quins punts concrets accedeix? (Si tan sols es va als afloraments externs o accediu a la mina, i en el cas d'accedir-hi a quina)

Sempre es mixta una part del temps a l'interior de les galeries (galeria A, C i minota) majorment a la galeria C per presentar una paragènesis mes rica, l'estada a l'interior de la galeria procuro que no superi les dues hores.

- En ambdos casos, quant de temps esteu a de manera pròxima al mineral?

- Quines mesures de seguretat preneu?

La radiació Gamma és evident i inevitable en la recerca de minerals doncs els equips plomats serien inviàbles. Per evitar la inhalació de partícules porto una màscara amb filtres especials per pols radioactiva, encara que no eviten la inhalació del radó, motiu pel que dintre de les galeries mi estigui un període no superior a les dues hores.

També porto un dosímetre personal (un escintilometre), de manera que puc mesurar la radiació Gamma a la que estic exposat, evitant un contacte directa amb els filons d'òxid d'urani per la seva forta radioactivitat.

Entrevista Geòlegs ruta turística (EurekaSGN)

Cada quan es realitzarà la visita?

Aquesta activitat té una demanda mitjana de 2 cops a l'any.

Sempre serà el mateix guia o anirà canviant?

Al tractar-se de 2 cops l'any sempre va el mateix guia. Si se'n realitzés, per exemple, una al mes, s'aniria combinant entre 2 guies.

Es té pensat entrar a dins les galeries?

L'activitat que ofereix Eureka SGN, no, per una qüestió doble de seguretat. La primera per no exposar al visitant a la radiació de l'Urani en un lloc tancat, l'altre la mateix inseguretat de la galeria al només tenir una boca d'entrada, i per tant de sortida.

Per on passarà el recorregut?

El recorregut comença a la tolba (Plana de Montrós) i es va visitant diferents instal·lacions del complexe Eureka, per acabar finalment al poble de Castell-Estaó, en el mirador, i altres cops a la mina a cel obert.

Quant de temps durarà?

2h aproximadament és la seva durada.

Quanta estona aproximadament es donarà explicacions davant les galeries i/o afloraments descoberts?

20 minuts aproximadament, no més.

1. Qüestionari Mines Eureka

1. Sap de l'existència de les Mines Eureka?

Si No

1.1. En cas afirmatiu. Sap on es localitzen?

Si No

2. Sap quin material s'hi troba?

Si No

3. Coneixeu quines característiques té aquest tipus de material?

Si No

3.1. Expliqueu quines:

4. Coneixeu algú que hi hagi treballat?

Si No

En cas afirmatiu, quina tasca realitzava?

5. Coneixeu el projecte per tal de realitzar un recorregut turístic?

Si No

6. Considereu que és un bon projecte?

Si No

Per què?

7. Considereu que esteu ben informats?

Si No X

En cas afirmatiu: Quines són les vies que s'utilitzaven per informar a la població?

En cas negatiu: Què creus que es podria realitzar per tal de millorar la informació?

Que l'ajuntament proporcionés informació del perill que hi pugui haver i informació en general de la zona.

8. Creieu que la informació existent sobre les mines és suficient?

Si No X

9. Considereu que aquestes mines poden ser beneficioses pel poble d'alguna manera?

Si X No

En cas afirmatiu, de quina?

Beneficis econòmics sempre i quan no hi hagi un perill.

10. Creieu que en un futur es podrien arribar a explotar?

Si No X

11. Considera que poden arribar a ser perilloses pels habitants o pel medi ambient en general?

Si No

Per què?

Perquè es poden produir esllavissades, i pot contaminar l'aigua del riu i el medi que estigui a prop.

2. Qüestionari Mines Eureka

1. Sap de l'existència de les Mines Eureka?

Si No

1.1. En cas afirmatiu. Sap on es localitzen?

Si No

2. Sap quin material s'hi troba?

Si No

3. Coneixeu quines característiques té aquest tipus de material?

Si No

3.1. Expliqueu quines:

4. Coneixeu algú que hi hagi treballat?

Si No

En cas afirmatiu, quina tasca realitzava?

5. Coneixeu el projecte per tal de realitzar un recorregut turístic?

Si No

6. Considereu que és un bon projecte?

Si No

Per què?

No ho se amb certesa ja que no tinc informació d'aquest, només he vist una petita informació del projecte al diari del poble.

7. Considereu que esteu ben informats?

Si No

En cas afirmatiu: Quines són les vies que s'utilitzaven per informar a la població?

En cas negatiu: Què creus que es podria realitzar per tal de millorar la informació?

Que ens proporcionessin informació del que hi ha i les característiques de la mina.

8. Creieu que la informació existent sobre les mines és suficient?

Si No X

9. Considereu que aquestes mines poden ser beneficioses pel poble d'alguna manera?

Si X No

En cas afirmatiu, de quina?

Podrien portar llocs de treball.

10. Creieu que en un futur es podrien arribar a explotar?

Si No X

11. Considera que poden arribar a ser perilloses pels habitants o pel medi ambient en general?

Si X No

Per què?

Poden contaminar l'aigua del riu i al mateix temps l'aigua que consumim.

3. Qüestionari Mines Eureka

1. Sap de l'existència de les Mines Eureka?

Si No X

1.1. En cas afirmatiu. Sap on es localitzen?

Si No

2. Sap quin material s'hi troba?

Si No X

3. Coneixeu quines característiques té aquest tipus de material?

Si No X

3.1. Expliqueu quines:

4. Coneixeu algú que hi hagi treballat?

Si No X

En cas afirmatiu, quina tasca realitzava?

5. Coneixeu el projecte per tal de realitzar un recorregut turístic?

Si No X

6. Considereu que és un bon projecte?

Si No

Per què?

7. Considereu que esteu ben informats?

Si No X

En cas afirmatiu: Quines són les vies que s'utilitzaven per informar a la població?

En cas negatiu: Què creus que es podria realitzar per tal de millorar la informació?

8. Creieu que la informació existent sobre les mines és suficient?

Si No X

9. Considereu que aquestes mines poden ser beneficioses pel poble d'alguna manera?

Si No X

En cas afirmatiu, de quina?

10. Creieu que en un futur es podrien arribar a explotar?

Si No X

11. Considera que poden arribar a ser perilloses pels habitants o pel medi ambient en general?

Si X No

Per què?

No les conec, però per la informació que m'has proporcionat de les característiques i el material que s'hi va extreure, penso que no són gaires segures en quant al medi o per la gent que hi vagi.

4. Qüestionari Mines Eureka

1. Sap de l'existència de les Mines Eureka?

Si X No

1.1. En cas afirmatiu. Sap on es localitzen?

Si X No

2. Sap quin material s'hi troba?

Si X No

3. Coneixeu quines característiques té aquest tipus de material?

Si No X

3.1. Expliqueu quines:

4. Coneixeu algú que hi hagi treballat?

Si X No

En cas afirmatiu, quina tasca realitzava?

Era un Alemany que va viure aquí però ja és mort. Es deia Vinder, però la feina que va fer en les mines la desconec.

5. Coneixeu el projecte per tal de realitzar un recorregut turístic?

Si X No

6. Considereu que és un bon projecte?

Si X No

Per què?

Sempre i quan no sigui perillós ni perjudicial per la gent que fa el recorregut.

7. Considereu que esteu ben informats?

Si No X

En cas afirmatiu: Quines són les vies que s'utilitzaven per informar a la població?

En cas negatiu: Què creus que es podria realitzar per tal de millorar la informació?

Hi ha una manca d'informació, i crec que l'ajuntament hauria d'informar millor als ciutadans de la zona.

8. Creieu que la informació existent sobre les mines és suficient?

Si No X

9. Considereu que aquestes mines poden ser beneficioses pel poble d'alguna manera?

Si No X

En cas afirmatiu, de quina?

10. Creieu que en un futur es podrien arribar a explotar?

Si No X

11. Considera que poden arribar a ser perilloses pels habitants o pel medi ambient en general?

Si X No

Per què?

Com he dit abans, no tinc gaire informació però crec que hi ha algunes zones com dins de la mina o algun tram del camí que no són gaire segurs per les persones. I a part, també pot haver-hi contaminació de l'aigua del riu ja que es troba just a sota.

