

UNIVERSIDADE DE LISBOA

FACULDADE DE LETRAS



**Lithic raw materials in the Late Bronze Age:
the case of Fraga dos Corvos (Vilar do Monte,
Macedo de Cavaleiros)**

Margarida Moreira de Carvalho

Thesis guided by Professors João Carlos de Freitas de Senna Martinez and Luís Miguel Guerreiro Galla Gaspar, specially designed to obtain the degree of Master in Archaeology

2018

Agradecimentos

No final de mais uma importante etapa é importante recordar e agradecer todos aqueles que estiveram presentes e que me ajudaram a nível pessoal e/ou académico com o desenvolvimento desta tese de mestrado.

Um especial obrigado ao meu orientador e coorientador, Professores João Carlos Senna Martinez e Luís Miguel Gaspar pelo apoio (paciência) e orientação desta tese. Ao professor Senna Martinez por ter aceitado e arriscado guiar uma geóloga pelos caminhos da Arqueologia e de Trás-os Montes. Pela amizade e conselhos, por disponibilizar espaço de trabalho (com *soundtrack* incluído) e por me contagiar com o gosto pela Idade do Bronze e pelo sítio arqueológico da Fraga dos Corvos. Ao professor Miguel Gaspar por me encaminhar para a Geoarqueologia, para a união destas duas áreas de que tanto gosto. Por ter me acompanhado e guiado pelos arredores da Fraga dos Corvos e pela ajuda no complicado mundo das análises de química mineral.

Um especial obrigado à Professora Marta Manso pela disponibilidade e orientação na realização das análises de μ -XRF, ao Mestre Henrique Matias pelas fotografias com recurso a lupa estereoscópica do pequeno martelo e ainda, à Doutora Cynthia Mourão pela preparação das lâminas delgadas usadas neste estudo.

Agradeço ainda ao Mestre Carlos Mendes da Associação Terras Quentes e à Câmara Municipal de Macedo de Cavaleiros pela logística e financiamento da escavação arqueológica do sítio em estudo ao longos destes vários anos.

A todos os meus colegas e amigos arqueólogos que aturaram esta geóloga meio perdida que acabou por aterrar de paraquedas no topo da Fraga dos Corvos. Agradeço a ajuda com a arqueologia, as gargalhadas e o apoio nos momentos mais complicados.

Como não podia deixar de ser, agradeço aos que sempre estiveram presentes, que aturaram todos os altos e baixos, todas as mudanças de humor, durante a realização desta tese, os meus pais e a minha irmã, os quais amo muito.

Resumo

Este trabalho foca-se no estudo dos materiais líticos recuperados durante as escavações arqueológicas realizadas entre 2011 e 2016 no sector-M do sítio arqueológico da Fraga dos Corvos. O sítio da Fraga dos Corvos localiza-se no distrito de Bragança, concelho de Macedo dos Cavaleiros, freguesia de Vilar do Monte e corresponde a um esporão rochoso filito-quartzítico situado no vertente noroeste da Serra de Bornes, constituindo a elevação conhecida atualmente como Monte do Vilar. Num ponto central do local, a uma altitude de cerca de 870 m, as coordenadas no Sistema PT- TM06/ETRS89 são x: 99210.635; y: 203272,095.

O sítio começou a ser estudado em 2003 sendo que, numa primeira análise, os materiais identificados, concluiu-se serem, atribuíveis à Idade do Bronze e revestirem-se de interesse potencial para o conhecimento regional deste período, justificando um primeiro conjunto de sondagens que conduziu às subsequentes intervenções no local. As quinze campanhas arqueológicas já efetuadas têm, desde aí, sido apoiadas logisticamente pela associação “Terras Quentes” e financiadas pela autarquia local. O sítio divide-se em dois sectores principais, o sector-A – correspondendo a níveis preservados de um habitat do Bronze Médio – e o sector-M, ainda não completamente estudado, mas cujos materiais já recuperados remetem para uma ocupação de um momento avançado do Bronze Final e eventualmente já transicional para a Idade do Ferro. Durante o Bronze Final, o habitat da Fraga dos Corvos foi rodeado por uma muralha em talude que engloba uma área superior a 1ha. O sector-M foi aberto em 2011 na plataforma mais a sul do sítio com o intuito de compreender a relação estratigráfica entre a muralha em talude e as ocupações que lhe são interiores, assim como a sua cronologia e relação com o sector-A.

Em termos geológicos, a área de estudo enquadra-se, maioritariamente, no Complexo Alóctone Inferior, abrangendo as unidades litostratigráficas que na Folha 7-D (Macedo de Cavaleiros) da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000 estão designadas por (de baixo para cima): Formação Filito-Quartzítica, Complexo Vulcano-Silicioso e Formação de Macedo de Cavaleiros. Concretamente, é na primeira formação que se insere o sítio arqueológico da Fraga dos Corvos. Na área ocorrem ainda terrenos recentes compostos por

areias, argilas e arcoses, alguns afloramentos de rochas graníticas, uma secção do Complexo Ofiolítico e retalhos do Complexo Alóctone Superior.

Com o intuito de melhor compreender os materiais líticos existentes no Sector-M, com que objetivos foram utilizados e qual a sua proveniência, procedeu-se, numa primeira fase, à sua sistematização com base em observação macroscópica, o que permitiu inferir sobre a sua tipologia e natureza litológica. O material recolhido compreende fragmentos de rochas ou de minerais, mas também seixos rolados e blocos que perfazem quase metade (43%) do conjunto lítico. Quanto à tipologia, a maior parte dos artefactos recuperados no Sector-M consistem em fragmentos de dormente e pedras polidas por vezes perfuradas. Em termos de manuportes há uma predominância de elementos não transformados (maioritariamente seixos e blocos rolados) e uma relevante presença de termoclastos e polidores. Os seixos rolados apresentam-se, por vezes, fraturados por exposição a bruscas variações de temperatura (termoclastos) e crê-se, portanto, que tenham sido transportados para o sítio arqueológico com o intuito de serem utilizados no aquecimento de água. Em termos de litologias, estabeleceram-se 8 grupos de rochas/minerais: granitos, rochas básicas, pelítico-psamíticas, quartzo-feldspáticas, quartzito, quartzo, talcoxisto e outros. Predominam o quartzo, quartzito e granito. Foi também possível relacionar algumas características das rochas, como o tamanho do grão e a dureza, com certas atividades. Os granitos, tendencialmente de grão grosseiro, foram principalmente usados para fabricar dormentes, enquanto as rochas metavulcânicas básicas e quartzitos foram usados principalmente como percutores ou martelos. Quase todos os talcoxistos recuperados foram polidos e perfurados, no entanto o seu uso efetivo é ainda alvo de discussão, exceto em alguns casos em que manifestamente correspondem a uma utilização como pendentes. Os poucos exemplares de pedra lascada encontrados no local são maioritariamente em quartzo, existindo, no entanto, uma peça em chert negro, um material muito mais seguro e fácil de trabalhar.

A caracterização macroscópica dos materiais líticos do sector-M permitiu inferir sobre a proveniência de muitos deles. Os seixos rolados e calhaus de rio, não trabalhados, e os fragmentos de granito que existem em elevado número no

sítio arqueológico, podem ter sido explorados na região, os primeiros nas várias ribeiras e rios que a recortam e o último em afloramentos junto a Vilar do Monte e a sul de Vale Benfeito. O elemento de cherte encontrado no sector-M, poderá ser proveniente do Complexo Vulcano-silicioso da região, dado que nele é conhecida a existência de nódulos de sílica criptocristalina. Porém, tal caracterização não é suficiente para determinar a proveniência dos fragmentos de rochas básicas, pelítico-psamíticas, quartzo-feldspáticas e talcoxistos, pelo que se recorreu a estudos de microscopia ótica e a análises de química mineral com recurso a microsonda eletrónica. Para efeitos de análise comparativa, colheram-se amostras nas diversas unidades metamórficas aflorantes na região nas quais tais fragmentos poderão ter tido origem. Tais amostras foram também alvo de estudos microscópicos e de química mineral. Alguns dos artefactos poderão ter estado envolvidos no trabalho de metal como pequenos martelos e dormentes. Por essa razão, sobre eles foram ainda realizadas análises superficiais por μ -XRF (Micro-Fluorescência Raios-X).

Os resultados microscópicos permitiram uma nova divisão, em termos litológicos, das amostras arqueológicas: rochas vulcanoclásticas félsicas, rochas quartzo-filíticas, rochas básicas (anfíbolitos e xistosverdes), rochas pelíticas-psamíticas, talco-xistos e quartzitos. O grupo das rochas vulcanoclásticas félsicas distingue-se das rochas quartzo-filíticas devido à quantidade reduzida de filossilicatos e à inexistência do bandado (camadas escuras/claras) característico das rochas do outro grupo. As rochas metavulcânicas básicas têm, geralmente, textura granoblástica e são ricas em anfíbolos (hornblenda ou tremolite-actinolite), feldspato e epídoto. As rochas com maior presença de anfíbola em comparação com epídoto foram consideradas anfíbolitos, enquanto rochas ricas em epídoto foram consideradas xistosverdes. O grupo das rochas pelítico-psamíticas caracteriza-se por uma textura lepidoblástica, forte crenulação e uma maior (pelíticas) ou menor (psamíticas) presença de filossilicatos em relação ao quartzo. Os talco-xistos são ricos em talco e serpentina e são, geralmente, isotrópicos. Por fim, o grupo dos quartzitos inclui uma só amostra de quartzito impuro, com quartzo, feldspato e moscovite.

Quanto às amostras geológicas analisadas microscopicamente foi possível determinar que, no geral, as rochas de campo escolhidas para comparação se

assemelham bastante às amostras arqueológicas do mesmo tipo. No entanto, tendem a ser mais grosseiras, mais anisotrópicas, com crenulação mais marcada e em alguns casos podem apresentar foliação milonítica.

Mesmo tendo em conta algumas diferenças texturais entre as amostras arqueológicas e geológicas, determinou-se ser importante comparar quimicamente alguns minerais característicos de cada grupo de rochas. Com base nos resultados obtidos por microsonda eletrónica foi possível determinar que o exemplar de rocha félsica vulcanoclástica (FC10679) inclui aegirina e que esta piroxena está também presente, juntamente com riebeckite, numa amostra previamente considerada como um quartzo-filito (FC11702). A presença de aegirina e riebeckite aponta para rochas plutónicas alcalinas a peralcalinas. Relativamente às amostras arqueológicas quartzo-filíticas, os feldspatos e filossilicatos analisados são, tendencialmente, semelhantes aos presentes nas rochas da Formação filito-quartzítica. Quanto às amostras arqueológicas metavulcânicas básicas, foram analisados dois exemplares de anfibolito e um de xistoverde. Um dos anfibolitos (FC10449) apresenta, tendo em conta os minerais analisados, semelhanças com ambos os anfibolitos da formação de anfibolitos a que aflora a Este de Olmos sem, no entanto, corresponder perfeitamente a nenhum deles. Relativamente aos xistos-verdes, a amostra arqueológica analisada apresenta actinolites e clorites bastante semelhantes às da rocha metavulcânica básica amostrada da Formação de Macedo de Cavaleiros. Finalmente, tendo em conta os talco-xistos, o talco e serpentina presentes na amostra arqueológica FC10155 são semelhantes aos da amostra geológica T1.2, mas a cromite e calcite não.

Em conclusão, é possível dizer que existe um uso maioritário de rochas da região. Os quartzo-filitos são provavelmente da Formação quartzito-filítica onde se localiza o sítio arqueológico, enquanto os anfibolitos serão da região a este de Olmos e os xistos verdes provenientes dos metavulcanitos básicos a norte de Grijó de Vale Benfeito. Existem, no entanto, algumas rochas que não se relacionam com nenhuma das amostras colhidas no campo. Para estas rochas, pode dar-se o caso de o número de amostras e locais amostrados não terem sido suficientes para avaliar todas as possíveis variações de natureza geológica e textural existente para as várias unidades geológicas estudadas na região.

Seria, portanto, necessário um estudo mais abrangente destas unidades geológicas e, em certos casos, de outras fora da área até ao momento estudada. Outra possibilidade para as rochas sem correlação é estas serem de origem alóctone, tendo sido recolhidas junto a rios e ribeiras, transportadas de longe até ao sítio arqueológico, ou resultarem de trocas com outras populações.

Os resultados obtidos da análise superficial por μ -XRF não foram, até agora, conclusivos. Esta técnica pode também não ser a mais adequada a este tipo de análises, visto que uma rocha é muito heterogénea e torna-se complicada a distinção da presença natural ou antrópica de cobre, estanho, chumbo e/ou arsénio.

Palavras Chave: Geoarqueologia, Geoquímica, Bronze Final, Noroeste da Península Ibérica, Trás-os-Montes Oriental.

Abstract

This work aims to present the results of the study of the lithic assemblage attributed to a late phase of the Late Bronze Age (LBA) at the Sector-M of Fraga dos Corvos archaeological site. The site is located in the Northeast of Portugal, on a schist outcrop in the northwestern slope of Serra de Bornes (Bragança District, Macedo de Cavaleiros County). The Bronze Age habitat of Fraga dos Corvos was surrounded, in the LBA, by a monumental “talud wall” encompassing an area of more than 1ha and Sector-M corresponds to a platform atop the southern end of the site.

Most artefacts consist of quartz and quartzite pebbles and cobbles, followed by granite blocks, all which can be exploited in the region. Granites are mostly used as grinding stones, while mafic metavolcanic rocks and quartzite were used as percussion tools. Some grinding stones and one hammer were analyzed by μ -XRF to determine if they could have been used to work metal, but the results contradict this hypothesis. There are also some schists and metavolcanic rocks with unknown provenance. Some archaeological and sampled field rocks were, therefore, microscopically and chemically analyzed and compared. Results show that quartz-phyllite rocks are likely from the Phyllite-Quartzite Formation, the amphibolites from the area east of Olmos and the greenschists from mafic metavolcanic rocks north of Grijó de Vale Benfeito. There are, however, some archaeological rocks which origin is still uncertain and require a more systematic study of all possible geological and textural variations of the geological formations in the area. Some artefacts can also be allochthonous and collected outside the area of study or traded with other populations or allochthonous but transported to the region by rivers and exploited near the site.

Key Words: Geoarchaeology, Geochemistry, Late Bronze Age, Northwest Iberia Peninsula, Eastern Trás-os-Montes.

Contents

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract.....	ix
Contents	xi
List of Figures	xv
List of Tables.....	xxi
1. Project scope	1
2. State of the Art – The study of lithic raw-materials	3
3. Geographical and Geomorphological Setting.....	7
4. Geological Setting.....	11
5. Archaeological setting.....	15
5.1. “Trás-os-Montes” archaeological studies.....	15
5.2. The Bronze Age in the NE of Portugal.....	16
6. Fraga dos Corvos Archaeological site	21
6.1. Previous work.....	21
6.2. Middle Bronze Age occupation – Sector-A.....	22
6.3. Late Bronze Age occupation	23
6.3.1. Rock Shelter 2.....	23
6.3.2. Talud Wall and Sector-M.....	24
7. Methodology	29
7.1. Field work.....	29
7.2. Laboratory work.....	34
7.2.1. Microscopic analysis	34
7.2.2. Mineral chemistry by EMPA (Electron Microprobe Analysis). 34	
7.2.3. Work residue analysis by μ -X-ray fluorescence analysis	35
8. Results.....	36

8.1.	Macroscopic characterization	36
8.1.1.	Archaeological Samples.....	36
8.1.2.	Field Samples	51
8.2.	Microscopic characterization	53
8.2.1.	Archaeological samples	53
8.2.2.	Field samples	60
8.2.3.	Synthesis of microscopic analysis results	65
8.3.	Mineral chemistry (EMPA).....	66
8.3.1.	Feldspar	66
8.3.2.	Muscovite.....	69
8.3.3.	Biotite	71
8.3.4.	Chlorite.....	72
8.3.5.	Clinozoisite-Epidote series	73
8.3.6.	Serpentine.....	73
8.3.7.	Talc	74
8.3.8.	Amphibole	75
8.3.9.	Pyroxene.....	77
8.3.10.	TitaniteTitanite.....	77
8.3.11.	Ilmenite.....	78
8.3.12.	Chromite.....	78
8.3.13.	Apatite	78
8.3.14.	Rutile.....	79
8.3.15.	Other minerals.....	79
8.4.	μ -XRF analysis	80
9.	Anthropic use and procurement strategies of lithic raw materials	81
10.	Final thoughts regarding lithic provenance and use in Fraga dos Corvos LBA 91	

11.	References	93
12.	Appendix.....	109
12.1.	Abbreviations	109
12.2.	Inventory complete lithic assemblage (part 1)	110
12.3.	Inventory complete lithic assemblage (part 2)	122
12.4.	Macroscopic photographs of archaeological samples chosen for analysis	136
12.5.	Microscopic analyzed archaeological samples.....	137
12.6.	Microscopic analyzed field samples	139
12.7.	EMPA analytical conditions regarding the different analyzed minerals	141
12.8.	EMPA results	142
12.8.1.	Silicate minerals	142
12.8.2.	Phosphate minerals	207
12.8.3.	Oxides	211
12.8.4.	Carbonate minerals.....	217
12.8.5.	Sulfides	218

List of Figures

Figure 1 - Geographical location of the archaeological site of Fraga dos Corvos (coordinates x: 99210.635; y: 203272.095 (coordinate system: PT-TM06-ETRS89 (EPGS: 3763))	7
Figure 2 – Morphostructural units of the Iberian Peninsula, 1 – Cenozoic basins, 2 – Meso-Cenozoic basins, 3 – Alpine chains, 4 – Iberian massif (North and South of the central system), 5 – Main alpine faults and thrusts (adapted Ribeiro <i>et al.</i> , 1979).....	8
Figure 3 - Zonal division of the Iberian Massif – simplified from Julivert <i>et al.</i> (1974) and Quesada (1991).	11
Figure 4 - Allochthon Complexes of the NW Iberia and location of the study area – adapted from Ribeiro (2013).	12
Figure 5 - Geological map of the Macedo de Cavaleiros region with the location of the study area (adapted from the Geological Map of Portugal, at 1:500000, 1992 ed. (acquired by WMS from LNEG at http://www.igeo.pt/WMS/Geologia/CGP500K) (Oliveira <i>et al.</i> , 1992).	14
Figure 6 – Aerial photograph of the site (Sector-A and M, rock shelters and talud wall) taken by drone (by Nuno Escudeiro – 2014)	22
Figure 7 – Field survey and sampling of a) amphibolite (A'f) NW of Chacim (Sample point AF 1&3) and b) mafic metavolcanic rocks (β t) of the Macedo de Cavaleiros Formation (DMC) near road entrance to IP4 (Sample point IP4 1&2).	32
Figure 8 - Geological map of Macedo de Cavaleiros with location of the sampling points (extract from the Sheet no. 7-D of the Portuguese Geological Map, 1:50 000 scale, edited by the, Laboratório Nacional de Energia e Geologia (Pereira <i>et al.</i> , 1998) chosen for the provenance study of the lithic raw materials of the archaeological site of Fraga dos Corvos (adapted and redimensioned) (coordinate system: PT-TM06/ETRS89 (EPGS: 3763).	33

Figure 9 - Graphic distribution of the 361 lithic elements found between 2011-2016 in each S.U. of sector-M separated by the different "phases" of occupation: Sup. – Superficial layers – S.U.s. [Cleaning], [S], [10104]; AUO – Altered Upper Occupation – S.U.s. [10000] = [10001] = [10004] = [10102], [10002], [10003] = [10005] = [10012], [10010], [10014], [10015] = [10105], [10018], [10021], [10025], [10036], [10037], [10039], [10048], [10050], [10075], [10086]; UO – Upper Occupation – [10011], [10051], [10058], [10070], [10073], [10076], [10077], [10078]; IO – Intermediate Occupation – [10026] = [10032] = [10109?], [10084]; LO – Lower Occupation – [10042], [10043] = [10035] = [10031] = [10107], [10082] [10068] = [10089], [10090], [10092] = [10094], [10093], [10108], [10113], [10114], [10119], [10122]..... 36

Figure 10 – Photograph of the FC10413 hammer of mafic metavolcanic rock by stereomicroscope (OLYMPUS SZ61), amplified 1.5x, with integrated camera (OLYMPUS SC20); a) side used for hammering; b) polished side. 43

Figure 11 – Mafic metavolcanic rock used as a hammer (FC10413), debitage product of black chert (FC10156), polished perforated talcschist (FC10024) and schist (FC10025), polisher of schist (FC11963), granite grinding stone (FC11231), polishers of quartz feldspar rocks (FC11122, FC10873). 44

Figure 12- Examples of cobbles used as polishers (FC11602 and FC10200), of pebbles with no signs of use (FC10879, FC11930, FC11661, FC11852) and a quartzite pebble used as a touchstone (?) (FC10373)..... 47

Figure 13 – Quartz fragments used as a core (FC12829) and a hammerstone (FC10601). 49

Figure 14 – Quartz fragments used as a sickle element (FC10436) and as a flake (FC12680)..... 49

Figure 15 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC10679 (Felsic vulcanoclastic rock) 53

Figure 16 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC11285 (Qz-phyllite).....	54
Figure 17 – Schematic drawing of the incremental ductile deformation in the qz-phyllite rocks.....	55
Figure 18 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x5, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC10449 (Amphibolite).....	56
Figure 19 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC10459 (Greenschist).....	56
Figure 20 - Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl).and macroscopic photograph of the archaeological sample FC10680 (Pelite-psammite).....	57
Figure 21 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl).and macroscopic photograph of the archaeological sample FC11235 (Pelite-psammite).....	57
Figure 22 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC11077 (Talc-schist) and b) FC10155, which are both talc-schists.	58
Figure 23 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC11077 (Talc-schist) and b) FC10155, which are both talc-schists.	58
Figure 24 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x5, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC10613.....	59
Figure 25 – Microscopic photographs (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) of the Field samples a) T1.1 (Schist – note coarser grain in comparison with photograph b) and b) T1.2 (Talc-schist).	61

Figure 26 – Microscopic photographs (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) of the Field samples a) PεG1.1 (Greenschist), b) AF2.5 (Amphibolie), c) PO1.2 (Amphibolite) and d) A'1.1 (Schist).....	62
Figure 27 – Microscopic photographs (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) of the Field samples a) DMC1.1 (Greenschist) and b) βt4.1 (Greenschist).	63
Figure 28 – Microscopic photographs (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) of the Field samples a) SVS1 (Schist) and b) p1.1 (Felsic metavolcanic rock).	64
Figure 29 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) of the Field sample QFQ6.1 (Qz-phyllite)	64
Figure 30 - Ternary diagram Orthoclase (%Or) - Albite (%Ab) - Anorthite (%An), regarding the cationic proportions of K, Na and Ca (cation number based on 8 oxygens) in the archaeological samples (on the left) and in the field samples (on the right).....	67
Figure 31 – a) Graphic representation of Si/(Si+Al) vs Na/(Na+Ca) in the several analyzed feldspar of amphibolite and greenschist samples; b) Graphic representation of Ba (ppm) vs the sum of Na, Ca and K in the different feldspar of felsic volcanic and qz-phyllite rocks.....	68
Figure 32 – a) Graphic representation of the values of Al in the octahedral (Vi) and tetrahedral (iV) position in the Muscovites of the different samples. It also showcases the substitution of Al by (Mg,Fe) with a general tendency towards a more phengitic composition; b) Graphic representation of Fe# against Na# for different muscovites of each sample	70
Figure 33 – Graphic representation of Fe# against Na# for different muscovites of each sample	71
Figure 34 – Graphic representation of Fe# and Al Vi in the different chlorites of each sample.....	72

Figure 35 – Graphic representation of the relation between Fe ³⁺ and Al in the different epidotes from each sample.	73
Figure 36 – Graphic representation of Mg# in relation to the presence of Al in the tetrahedral position of serpentines.....	74
Figure 37 - Graphic representation of the relation between Mg# and the sum of Al, Fe and Mn in the different talc of each sample.....	74
Figure 38 – a) Calcic amphibole graphic distribution according to Mg# / Si a.p.f.u. in the different samples; b) Calcic amphibole graphic distribution according to Na # and Al Vi a.p.f.u. in the different samples; c) Calcic amphibole graphic distribution of Na in the B position and the sum of Na and K in the A position for each sample; d) Calcic amphibole graphic distribution of Ti in relation to Al iv a.p.f.u. for each sample.....	76
Figure 39 – a) Graphic representation of Fe# (Fe/(Fe+Mg)) and Na a.p.f.u. in aegirines in samples FC10679 and FC11702; b) Graphic representation of Ca and Na a.p.f.u. in aegirines in FC10679 and FC11702.	77
Figure 40 – Graphic representation of Ti a.p.f.u. and Ca a.p.f.u. in different titanitetitanite from each sample.....	77
Figure 41 – Graphical representation of the Σ (Mg, Mn) in relation to Ti a.p.f.u. in the different ilmenite of each sample. Two outliers from sample Bt4.1 were excluded to better visualize the different groups.....	78
Figure 42 – Map representation of the different possible provenance sites for the different types of rock found at the archaeological site; 1. Metaryolite perlkaline that outcrops between Cortiços and Carrapatas; 2. Quartz-phyllite rocks from the Quartzite-Phyllite Formation; 3. Chlorite-sericite rich schist from the Volcanic-Siliceous Complex (SVS); 4. Amphibolite rocks from the amphibolite formation east of Olmos; 5. Greenschist rocks from the metavolcanic mafic rocks unit (β t) from the Macedo de Cavaleiros Formation (DMC); 6.1 Talcschist rocks that outcrop near the Azibo dam and 6.2 Talcschist rocks from the region of Talhas (Morais-Talhinhas unit) and Xaires (Izeda-Remondes unit).....	87

List of Tables

Table 1 – Name and number of the different samples recovered during the field survey (coordinates system: PT-TM06/ETRS89 (EPGS: 3763)).....	31
Table 2 – Stratigraphical units with the highest number of lithic elements and basic description.....	37
Table 3 – Typology of the lithic elements from Sector-M and their weight in the complete lithic assemblage.	41
Table 4 – Different rock-type and proportion in the lithic assemblage.....	42
Table 5 - Different uses for granite at the site	43
Table 6 – Different uses for mafic rocks found at the site.	43
Table 7 –Uses for pelite-psammite rocks.....	45
Table 8 - Uses of quartz-feldspathic rocks found at the site.	45
Table 9 - Different uses for talc-schist found at the site.	46
Table 10 – Pendants and polished (perforated) talc-schist rocks measures (L – Length, W – Width, T – Thickness, P – Perforation diameter).....	46
Table 11 – Characteristics of intact pebbles and cobbles.....	47
Table 12 –Pebbles and cobbles according to rock-type and use.....	48
Table 13 – Uses for quartz fragments.....	49
Table 14 – Type of rock used for knapping.....	49
Table 15 – Granularity of the different rocks found at the site, with the exception of quartzite.	50
Table 16 – Summarized description of all field samples recovered in the different geological units of the region of Macedo de Cavaleiros.	52
Table 17 – Archaeological samples grouped regarding rock type.....	53

Table 18 – Percentage of minerals present in the felsic volcanoclastic rock (FC10679) and the qz-phyllite rocks.....	55
Table 19 – Percentage of pertinent minerals present in mafic metavolcanic rocks.....	55
Table 20 – Percentage of relevant minerals in pelite-psammite rocks.	57
Table 21 – Percentage of minerals present in talc-schist archaeological samples.....	59
Table 22 – Summarized percentage of minerals present in the different field samples.....	60
Table 23 – Analyzed archaeological and field samples regarding the most likely match.....	66
Table 24 – Analyzed minerals for each group of rock.....	66
Table 25 – Average (avg) standard deviation (stdv), maximum (max) and minimum (min) of Fe#, Na# in the Muscovites of the different samples.	70
Table 26 – Average values of Ti, Fe, and Mg and Fe #in the biotites of the two samples.	71
Table 27 – Average values and standard deviation of Fe# in the different chlorites of each sample.....	72
Table 28 – Average and standard deviation values of the different epidotes in each sample.....	73
Table 29 – Average and standard deviation values of Mg#, $\Sigma(\text{Ca, Na, K})$ and $\Sigma(\text{Al, Fe, Mn})$ for Talc in each sample.....	74
Table 30 – Average values of Ti and Ca of the titanitetitanite from the different samples.....	77
Table 31 – Average values of Cr, Al, Fe and Zn in the analyzed chromite from sample FC11077 and T1.2.....	79

Table 32 – Average values of Ca, P and F (a.p.f.u.) of the apatite in the different amphibolite and qz-phyllite samples..... 79

Table 33 – Average values of Ti, Cr and Fe (a.p.f.u.) in rutile from the different amphibolite samples..... 79

Table 34 – Summarized carbonates, oxides, phosphates and sulfides present in the analyzed samples. 80

Table 35 – Summarized results obtain through μ -XRF analysis. 80

1. Project scope

This thesis main goal is to determine the origin and use of the lithic assemblages found at Sector-M of Fraga dos Corvos Late Bronze Age archaeological site. Were the rocks used by the inhabitants found nearby or did they travel great lengths to acquire them? Were the rocks chosen for a specific task in accordance with their characteristics? For instance, are granite rocks chosen by their percentage of quartz, making them more resistant? Were the schists chosen for being less rigid and therefore easier to work on? Are there similarities between this site and other archaeological sites regarding the lithic assemblages and their use? All this questions and more will be approached further on.

This work starts with an overview of the state of the art regarding the study of lithic raw materials, primarily their procurement (Chapter 2). Follows the geographical and geomorphological setting (Chapter 3), as well as a geological setting (Chapter 4) to give an idea of the location, topography, and natural resources in the area, and an Archaeological setting (Chapter 5) regarding archaeological studies in Trás-os-Montes and the Bronze Age in North-East of Portugal. The next chapters focus on the archaeological site of Fraga dos Corvos (Chapter 6), its occupation of the Middle Bronze Age (sector-A) and Late Bronze Age (Rock shelter 2 and Sector-M), as well as the methodology used during the field campaigns in Sector-M and the knowledge gathered between 2011 and 2016 concerning the stratigraphy, pottery and metallurgy.

Follows the methods (Chapter 7) used during the different stages of field and laboratory work, as well as the results (Chapter 8) gathered from macroscopic, microscopic and chemical analysis (by electron microprobe) of the archaeological and field samples that were chosen for comparison. Micro-X-ray fluorescence (μ -XRF) was also used to determine the presence, or not, of metal (Cu, As, Sn) on the surface of artefacts that might have been used to work metal.

Next chapter consists on the discussion of the obtained results (Chapter 9) focusing on the most common rocks found at the site and their use, and trying to

determine their provenance by comparing the minerals present in possible matches between archaeological and field samples.

Lastly some final thoughts (Chapter 10) regarding the provenance of the lithic assemblage from Sector-M of Fraga dos Corvos which I hope that contributes to the archaeological knowledge of the region of Macedo de Cavaleiros during the LBA.

2. State of the Art – The study of lithic raw-materials

Throughout life, human kind leaves traces of one's activities and these activities reflect one's way of life and way of seeing the world. Thus, it is from the study of these remnants that archaeologists seek to understand humans from the past. In order for the archaeologist to "reach" human kind, especially in periods when writing is scarce or nonexistent, it is extremely important to know the material culture as much as possible. For this, archeology has to work together with other areas of study that enable a more detailed study of the materials used by people. One of the main differences that separate humans from other animals is the rational use of tools. These increased the possibility of survival, but required knowledge and understanding of the many natural resources found in the areas they lived at.

Considering artefacts such as stone tools, of different geological origins and locations, it is important to highlight the area of Geology. This science uses knowledge gathered from sciences such as physics, chemistry and math to study and understand the solid Earth. In a way quite similar to archaeology, geologists see fossils, rocks and minerals almost as the first ones see "artefacts" which, when studied, lead to a better understanding of the history of the Planet Earth. Thus, by transposing some of the techniques and awareness of Geology to Archaeology it is possible to determine the chemical composition of the materials and if these have, underwent any superficial "work" by human hands or just natural weathering. Identifying the raw materials used (rocks and minerals), where they were acquired, which were used for a certain activity, and if they changed over time, is important to understand the reasoning, the thought process, behind the artefact. When studying the lithic assemblage, and its provenance, it is important to consider the natural environment and the requirements of the culture under study (Inizan, Reduron-Ballinger, Roche, *et al.*, 1999, p. 25). It is important to inquire about the geography/topography of the region and the density of the vegetation to determine the energetic cost of traveling a certain distance. What about the geology of the region? Can the rocks found at the site be found in the region? If so, are they difficult to collect and transport in their original shape or do they have to be dismantled? How rare or

abundant is the material and are there several varieties of such material? The requirements of the culture concern certain aspects of the population that might influence the materials and techniques used, as well as the supply territory. It is important to know that the supply territory is a complex concept that depends on the social, economic and technological characteristics of the population (Mangado, 2004)¹, that also vary with the period and region of study. According to Vilaça (1995)², the supply territory is a geographical area that might have, or not, regional or supra-regional influence, and in which specific areas have the resources necessary for the population (Gaspar, 2009, p. 11). Knowing where and how the raw materials were exploited and used allows hypothesizing human mobility, their territory and how they managed resources as well as production processes and technological development. It also allows the reconstruction of any possible local, regional or even extra-regional networks of trade in case the materials used cannot be found locally.

In provenance studies, the aim is to determine the geographical and geological origin of the raw materials found at an archaeological site by chemical and mineralogical comparison between these and samples collected from various possible local exploitation sites. Knowing that nature never creates two complete unique materials and that even rock outcrops vary in composition, it is important to compare similar lithology and facies in a group, the so-called geological formations. These might vary laterally and in depth, however the differences between rocks of the same geological formation are much lighter than between rocks of different formations and that is where this study focuses.

Provenance studies are, therefore, no easy task. The lack of an universal technique with definitive results also creates some difficulty, since different ends and artefacts require different methods and there is a great range of technologies that are more or less suitable for each situation. From a macroscopic point of view, it is important to realize that the identification of a rock requires a fresh broken surface to identify composition and texture, fact that is normally uncommon on archaeological artefacts since it would be necessary to break or

¹ *Apud* (Gaspar, 2009)

² *Apud* (Gaspar, 2009)

partially destroy it. Even more so with petrographic analysis since it is necessary to cut a small piece of the artefact for the creation of a thin section.

When thinking about lithic tools, one tends to focus on knapped stone tools usually of flint or similar siliceous rocks. Other lithic raw materials like quartz, quartzite, basalt and schist are usually considered as a replacement or last resource when high quality raw materials are not available in the region. On the other hand they are also rocks which physical properties difficult the interpretation of use-wear markings and are, therefore, often excluded from typological, technological and use-wear analysis (Matos, 2011, p. 46). As it is also mentioned by Faustino Carvalho (2009, p. 67), the study of chipped stone has been placed on a secondary position before the analysis of ceramic or metallic productions. However, important developments took place regarding lithic analysis such as the replication of stone tool forms, microscopic analysis of used stone tool edges and the understanding that stone tool shapes change with use and therefore tool typologies must reflect these changes. This last development also leads archaeologists to view these tools as *«ever changing elements of human material culture directly related to human organizational parameters such as mobility, scheduling, economy, and exchange.»* (Andrefsky Jr., 2005, p. 5).

Lately, in Portugal, there have been several studies related to flint, its procurement, origin and mobility (Shokler, 2002); (Aubry and Mangado Llach, 2003a); (Aubry and Mangado Llach, 2003b); (Veríssimo, 2004); (Veríssimo, 2005); (Gameiro, 2003); (Gameiro, 2012); (Gameiro, Aubry, and Almeida, 2008); (Jordão, 2010); (Bisson, Burke, Meignen, *et al.*, 2011); (Burke, Meignen, Bisson, *et al.*, 2011); (Aubry, Luís, Mangado Llach, *et al.*, 2012); (Matias, 2012); (Aubry, Mangado Llach, and Matias, 2014); (Aubry, Gameiro, Mangado Llach, *et al.*, 2016); (Pereira *et al.*, 2016); although fewer regarding igneous and metamorphic rocks (Gaspar, 2009); (Gaspar, Pedro, and Mata, 2009)³ (Cardoso and Carvalhosa, 1995). Concerning the same regional area as the Fraga dos Corvos site there is a study regarding the management of quartz and schist for the “sanctuary” of the archaeological site of El Pedroso (Aliste, Zamora) (Fábregas and Rodríguez, 2008).

³ *Apud* (Matias, 2016)

Regarding international work of raw materials like the understanding of minerals and rocks properties, knapping stone, provenance, availability, exploitation and trade, there are a variety of studies (Kardulias and Yerkes, 1992; Domínguez-Bella, Calado, Cardoso, *et al.*, 2004; Andrefsky Jr., 2005; Edmonds, 2005; Rapp, 2009; Aubán, 2012; Tarrío and Terradas, 2013; Rodríguez-Rellán, 2015; Matias, 2016).

3. Geographical and Geomorphological Setting

The archaeological site known as Fraga dos Corvos (Figure 1) is located in the Northwest of the Iberian Peninsula, Northeast of Portugal, county of Macedo de Cavaleiros (Bragança), and parish of Vilar do Monte. At an altitude of 870 m on the northwestern versant of Serra de Bornes, this habitat site has a privileged view across the Macedo de Cavaleiros basin.

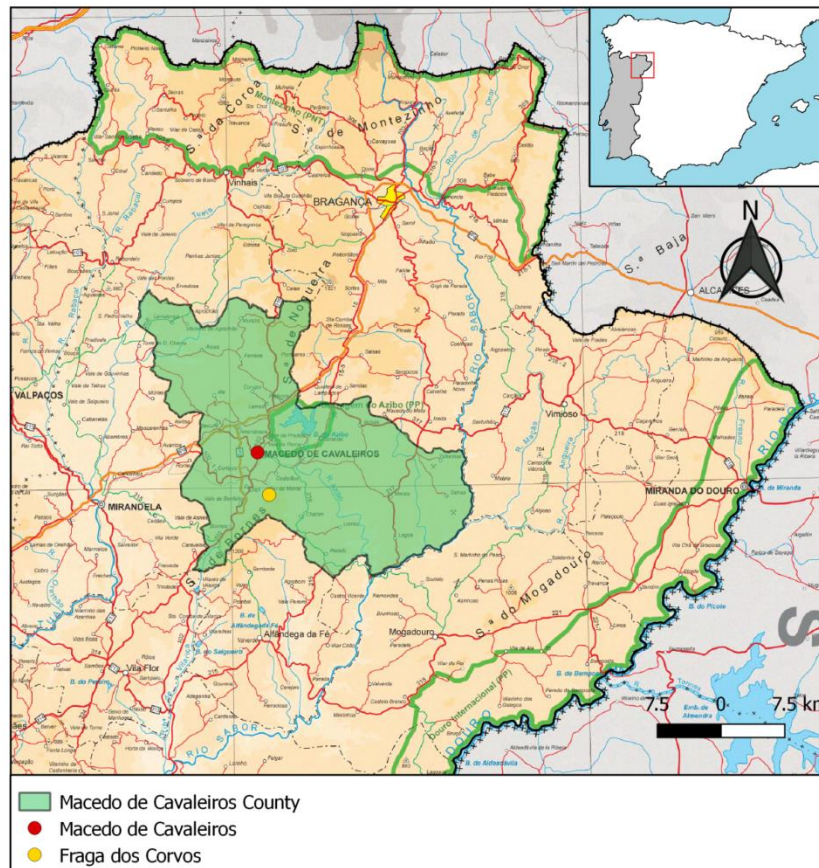


Figure 1 - Geographical location of the archaeological site of Fraga dos Corvos (coordinates x: 99210.635; y: 203272.095 (coordinate system: PT-TM06-ETRS89 (EPSG: 3763))

Eastern Trás-os-Montes and, more specifically, the area of Macedo de Cavaleiros, belongs to the Northern Meseta geomorphological unit, integrating the Meseta Fundamental Peneplain (Pereira *et al.*, 2000, p. 7) (Figure 2), with the exception of the Southeast and Northeast ridges, respectively, of the Serra da Nogueira and the Serra de Bornes.

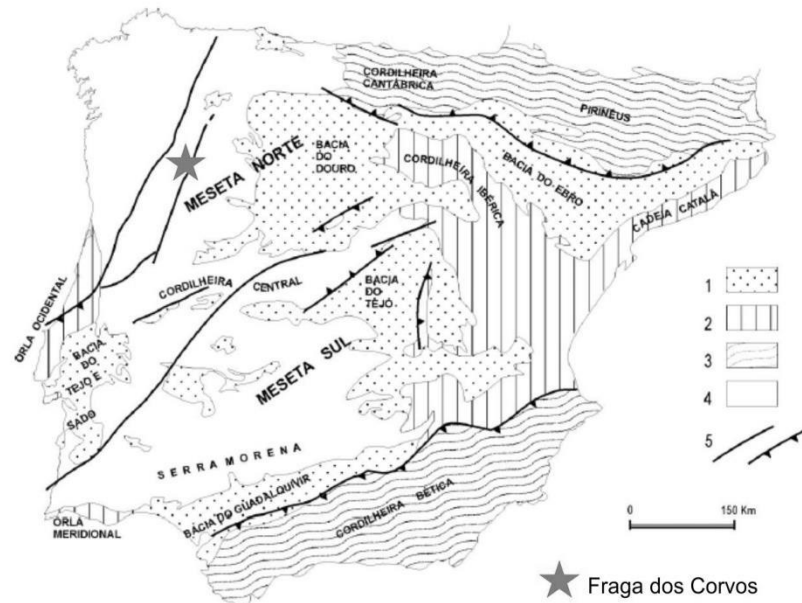


Figure 2 – Morphostructural units of the Iberian Peninsula, 1 – Cenozoic basins, 2 – Meso-Cenozoic basins, 3 – Alpine chains, 4 – Iberian massif (North and South of the central system), 5 – Main alpine faults and thrusts (adapted Ribeiro *et al.*, 1979).

The Serra de Bornes (Figure 1), south of Macedo de Cavaleiros, with an altitude of 1200 m and a NE-SW orientation ends abruptly on the northwestern slope due to a fault, whereas to the northeast, it slopes gently. North of Macedo de Cavaleiros, there is the Serra da Nogueira (Figure 1), with NNE-SSW orientation and tilting to the west. These landforms are controlled by the fault system of Portelo-Vilariza (Pereira *et al.*, 2000, p. 7–8) and are considered demi-horsts structures created due to compression (Cabral, Rebelo, and Ribeiro, 1983, p. 194). This fault system strongly influences the morphology of the region, leading to a typically high altitude and an alternation of hills, plateaus and deep “V” shaped valleys (Sanches, 1997a, p. 5).

In the region, there are two main climate areas: “Terras Quentes” (Warm Lands) – valleys and low altitude areas – and “Terras Frias” (Cold Lands) – mountains and plateaus (Figueiral and Sanches, 1998, p. 74). According to Lemos (1993, p. 121), the “Terras Quentes” is drained by two basins belonging to the rivers Tua and Sabor and separated by the Nogueira and the Bornes Mountains and the plateau of Ansiães. The study area has therefore abundant water resources (Senna-Martinez and Luís, 2015, p. 196), the closest and most significant being the Azibo river and the Carvalhais stream.

Recently, a new study (Martín-Seijo, 2017) used charcoal analyses from Bronze Age sites in the region of Trás-os-Montes. Charcoal was recovered by flotation of soil samples in three archaeological sites: Terraço das Laranjeiras, Foz do Medal and Quinta de Crestelos. This study, however, focused on Early and Middle Bronze Age samples only. According to Martín-Seijo *et al.* (2017, p. 2) data points to a decrease in forest cover throughout the Middle Bronze Age on Atlantic areas of northwest Iberia. The cause could be a mixture of anthropogenic actions and climate deterioration that enhanced deforestation and erosion (Fábregas-Valcarce *et al.*, 2003; Muñoz Sobrino *et al.*, 2005; Martínez-Cortizas *et al.*, 2009; López-Merino *et al.*, 2010; Kaal *et al.*, 2011)⁴. According to Martín-Seijo *et al.* (2017, p. 2), the decrease in forest cover occurred later in mainland high altitude areas, probably due to these areas being less suitable for farming.

The first two stages of the Bronze Age developed during a dry, windy and cold time (Fábregas *et al.*, 2003; Martínez Cortizas *et al.*, 2009)⁵, while the Late Bronze Age matches the beginning of a warmer, rainier and less windy phase⁶.

⁴ *Apud* (Martín-Seijo, Tereso, Vaz, *et al.*, 2017, p. 2)

⁵ *Apud* (Lemos, 1993)

⁶ This study was made for the Galicia area by Monge Soares (2010), even so, due to its proximity, the climate it's possibly similar in the Northeast of Portugal.

4. Geological Setting

The Variscan and Alpine orogenies strongly deformed the Proterozoic and Paleozoic terrains in the Iberian Peninsula, while the post-Paleozoic terrains are sometimes affected only by the Alpine Orogeny (Figure 3). The study area is located on the NW region of the Hesperian Massif (Figure 3 and Figure 4), which is a fragment of the Variscan orogene. According to Ribeiro (2013, p. 17), this orogene can be divided in three first order geodynamic units that can then be subdivided in tectonostratigraphic domains of contrasting lithology, structural, magmatic and metamorphic characteristics:

- Iberian Terrain
 - Cantabrian Zone (CZ)
 - West Asturian – Leonese Zone (WALZ)
 - Central Iberian Zone (CIZ)
 - Ossa Morena Zone (OMZ)
- South Portuguese Terrain
- Exotic Terrains (which have been thrust over the former two)

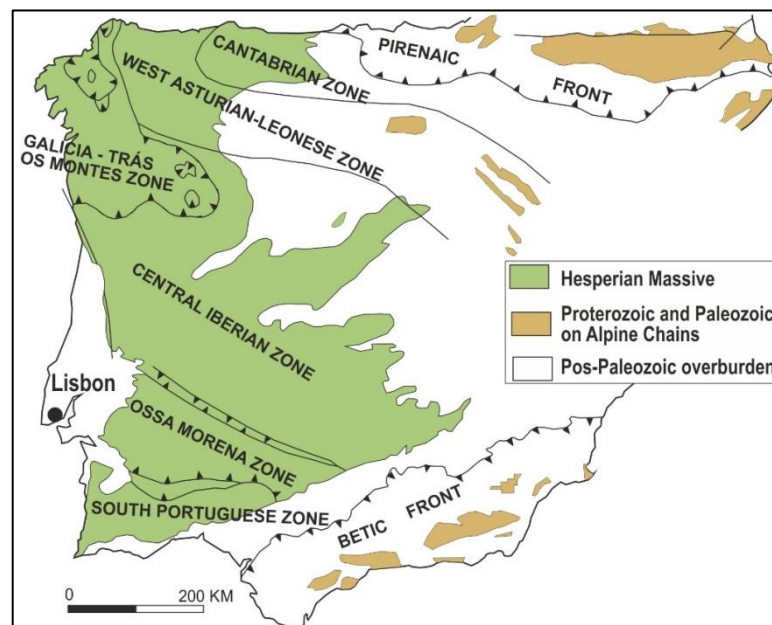


Figure 3 - Zonal division of the Iberian Massif – simplified from Julivert *et al.* (1974) and Quesada (1991).

The Galicia – Trás os Montes Zone is not considered by some authors (e.g. Ábalos *et al.*; 2002)⁷ a “zone” in the paleogeographic sense given by Lotze in 1945, since it is composed of stacked thrust sheets having diversified provenances. However, others (e.g. Tex and Floor, 1971; Ribeiro, 1974; Farias *et al.*, in 1988; Arenas *et al.*, 1988; Martínez Catalán *et al.*, 2004)⁸ define it as a Zone since it unites a sector with strong characteristic factors such as the presence of polimetamorphic massifs, a great extent of metamorphic rocks of high metamorphism and ample Silurian volcanism.

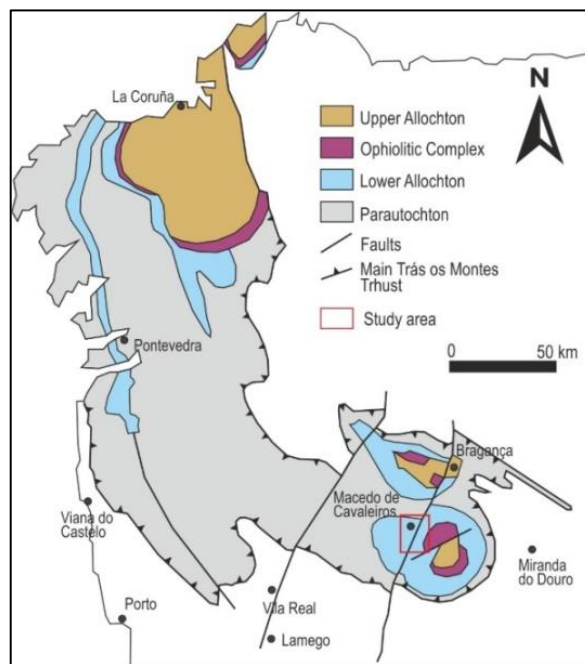


Figure 4 - Allochthon Complexes of the NW Iberia and location of the study area – adapted from Ribeiro (2013).

According to Ribeiro *et al.* (2013) and Rodrigues, Pereira and Ribeiro (2013), the GTMZ is subdivided as follows (Figure 4):

- A Parautochthon Complex, which is a metasedimentary sequence having paleogeographic affinity with the CIZ and that was thrust some kilometers to more than one hundred kilometers.
- A Lower Allochthon Complex that has moved hundreds of kilometers over the Parautochthon and has paleogeographic affinity with the OMZ.

⁷ *Apud* (Dias and Ribeiro, 2013, p. 62).

⁸ *Apud* (Dias and Ribeiro, 2013, p. 61).

- The Ophiolitic Complex of the NW Iberia, which consists of a section of oceanic lithosphere that over-thrusts the Lower Allochthon Complex;
- An Upper Allochthon Complex, a section of continental crust of exotic nature that was thrust over the former units.

The Variscan Orogeny occurred during Devonian – Carboniferous times (390 Ma – 300 Ma), after extensional phases related to the opening of oceans (540 Ma – 420 Ma) that were followed by subduction and obduction episodes (420 Ma – 390 Ma) (Ribeiro, 2013, p. 22). During the Variscan Orogeny, the ZCI and ZGTM are affected by a succession of three deformation phases (Ribeiro, 1974; Noronha *et al.*, 1979; Dias and Ribeiro, 1995)⁹:

- D1 – originates NW – SE oriented folds with vertical axial plane in the CIZ, but with differentiated vergences in the Parautochthonous terrain;
- D2 – mostly represented on the Allochthonous and Parautochthonous, it follows the folding style of D1, but with increasing vergence, originating overturned folds with short reverse fold limbs and sub-horizontal major thrusts;
- D3 – affecting all the terrains identically, this phase originated low amplitude folds with vertical axial planes, as well as vertical ductile shear zones.

Later, and after D3, both zones also endured ductile–brittle and brittle deformation that lead to two connected systems of fractures, the main one with NNE-SW orientation and the other with NNW-SSE orientation (Noronha *et al.*, 2013, p. 405).

Specifically regarding the GTMZ, D₁ generated an axial planar foliation (S₁) parallel to the stratification and with main orientation N120°, D₂ was responsible for sub-horizontal shear cleavage (S₂) and D₃ produced a penetrative crenulation cleavage (S₃) that is preferentially associated with ductile shear zones (Noronha *et al.*, 1981)¹⁰.

Regional metamorphism and syn-orogenic magmatism followed Variscan deformation. This metamorphic evolution is recorded differently in the

⁹ *Apud* (Noronha *et al.*, 2013, p. 405)

¹⁰ *apud* (Martins, 2009, p. 29)

allochthonous units and the autochthonous (Ribeiro, 2013). During the D1 and D2 phases, allochthonous terrains register a prograde sequence of high-P metamorphism, with a barometric peak sin-D₂ (Barrovian metamorphism), while on the CIZ low-pressure metamorphism is registered. According to Gil Iburguchi and Arenas (1990, p. 237), eclogite or high-pressure granulite facies was reached during these times. Conditions evolved to low-P-high-T during the D₂-D₃ interval due to the emplacement of granitic intrusions (Noronha *et al.*, 2013, p. 406). As a result, a variable retrogression of the previously metamorphosed materials to amphibolite and greenschist facies occurred (Gil Iburguchi and Arenas, 1990, 238).

Overall, the study area (Figure 5) encompasses some recent terrains composed of sand, clay and arkose (Miocene - *Trás-os-Montes* deposits), a section of amphibolites (Silurian-Devonian - Ophiolitic complex), and a series of Lower Allochthon Complex (Ordovician-Devonian) geological units (from top to bottom): Quartzphyllite and greenschist; Volcanic-Sedimentary Complex and Quartzphyllite and quartzite.

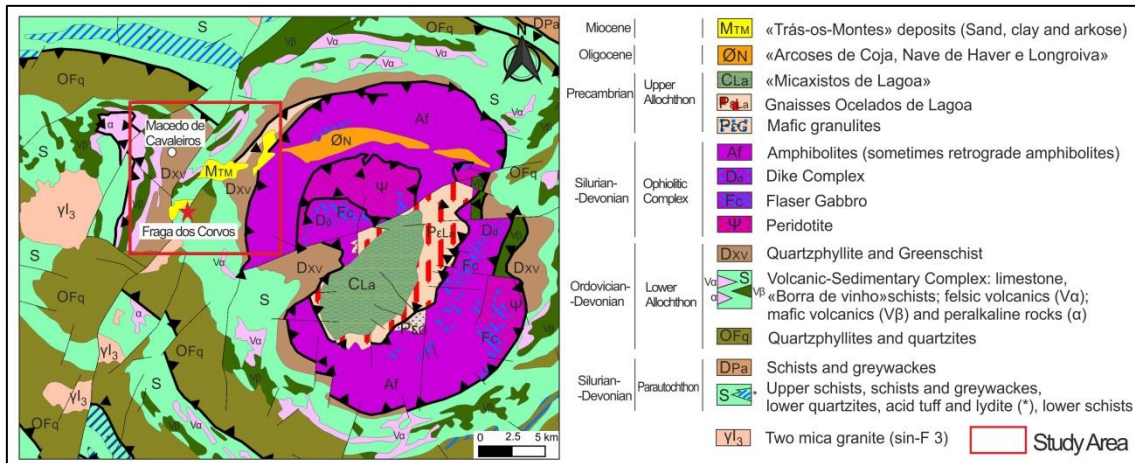


Figure 5 - Geological map of the Macedo de Cavaleiros region with the location of the study area (adapted from the Geological Map of Portugal, at 1:500000, 1992 ed. (acquired by WMS from LNEG at <http://www.igeo.pt/WMS/Geologia/CGP500K>) (Oliveira *et al.*, 1992).

The study area is roughly equivalent to the western half of the Sheet 7 D – Macedo de Cavaleiros of the Portuguese Geological Map at the scale 1:50.000 edited by the *Instituto Geológico e Mineiro* in 1998. This was the map used for a more detailed study of the region and is further explained in the Field Work chapter (Chapter 7.1).

5. Archaeological setting

5.1. “Trás-os-Montes” archaeological studies

According to Luís *et al.* (2013, p. 63), during the second half of the XIX century there were no proper archaeological digs, and any present knowledge was based on references, news, and isolated findings from various individuals. Albino Pereira Lopo played a major role in the archaeology of this region, identified several archaeological sites, contributed for the opening and directed the Museum of Bragança (Pereira and Mendes, 2015, p. 12). This drive to recover knowledge of the past and cultural heritage lead to the opening of several museums in the country, just like the first Trás-os-Montes archaeological museum in Moncorvo (Luís *et al.*, 2013, p. 63). References to Trás-os-Montes start being more frequent on the 60s, but mostly on the 70s and 80s of the XX century (Luís *et al.*, 2013, p. 66). Related to the Bronze Age, the halberds of “Carrapatas” type from Vale Benfeito found in the forties of the 20th century and first published by Bártholo (1959), were again mentioned in a study by Martin Höck and Luís Coelho, “Materiais metálicos da coleção arqueológica do Museu Abade de Baçal em Bragança” published on the “O Arqueólogo Português”. Fernando Russel Cortez also worked on some regional aspects and mentioned the halberds during the V Archaeological congress of the Southwest in Almería (1950) where he presented his monography “Novos materiais para o estudo da Idade do Bronze de Trás-os-Montes e Alto-Douro” (1949) (Luís *et al.*, 2013, p. 66). Still, compared with other regions of the country, information regarding Trás-os-Montes was still mostly from the study of older collections and there were no great investment in new dig sites (Luís *et al.*, 2013, p. 66).

In the last three decades, new management of the archaeological heritage at a national level lead to an increase of investigation projects associated, mostly, to universities with a degree in Archaeology that planned field seasons in almost every region of the country, including in the area of Macedo de Cavaleiros (Luís *et al.*, 2013, p. 67). In the 80s/90s methodological revolutions, the definition of rules and methods of field and laboratory work were established and Portugal started absorbing international new methods and ideas leading to more, and more rigorous, archaeological digs (Luís *et al.*, 2013, p. 67). According to the

same authors, in Trás-os-Montes, work developed by Susana Oliveira Jorge on the areas of Chaves and Vila Pouca de Aguiar (1986), Francisco Sande Lemos on the area of Trás-os-Montes Oriental (1993) and of Maria de Jesus Sanches on the Planalto Mirandês (1992; 1997), were of great importance, and opened the region to the national scientific community. Investigation projects in the Macedo de Cavaleiros Municipality grow on the XXI century with the Terras Quentes Association (Luís *et al.*, 2013, p. 67). The Association of Defense of the Archaeological Heritage "Terras Quentes", a private and non-profit institution, was founded in 2002 and has since acted in various capacities: Archeology, History, Art History, Anthropology, Conservation and Restoration. Archeology research activities began in 2003 consistently and continuously, with actions taking place in all subsequent years to date (Luís *et al.*, 2013, p. 69). The archaeological field seasons carried out in the Fraga dos Corvos site were and are being supported by this association.

5.2. The Bronze Age in the NE of Portugal

Bronze Age is a segment of human history that was individualized by scholars in an attempt to assemble, organize, study and understand something that is intangible. The Bronze Age is a box that varies between geographical areas and, in the territory now known as Portugal, this box contains different compartments, each for a different region and each with particular characteristics that portrays the region.

The understanding and dating of the Bronze Age is, therefore, no easy task, and according to Senna-Martinez (2002, p. 103), several Portuguese regions, including Eastern Trás-os-Montes, lack sufficient identification of monuments and archaeological sites directly related to this stage. The same author also criticizes various field works with no stratigraphic differentiation of the different components of the spoils and poor publishing especially concerning ceramic and other non-metallic finds. The Bronze Age used to be considered an extension of the Chalcolithic previous to the Iron Age and was only fully established with the radiocarbon revolution and the creation of the radiocarbon national laboratory in the Technological and Nuclear Institute (Senna-Martinez, 2002, p. 103). With the

calibration of the radiocarbon dates, the Peninsular Bronze Age could be marked in a wide span of time, ranging from the last quarter of the third millennium BC, all the second and a significant but variable part of the first millennium (Senna-Martinez, 2002, p. 103). However, in 1995, with the exhibition "The Bronze Age in Portugal discourses of power" (whose scientific commissioner was Susana Oliveira Jorge) it was possible to distinguish within the Bronze Age two moments: First Bronze Age and Final Bronze (Senna-Martinez, 2002, p. 104).

According to Luís (2010, p. 10), since the beginning of the XIX century there have been various attempts to fit into a classifying and sequential structure a whole array of artefacts and archaeological contexts that have been associated to the Bronze Age. As it was mentioned before, this stage varies between regions and there is a growing tendency towards regional analytical compartmentalization (Luís, 2010, p. 11). It was then decided, and publically conveyed for the first time during the exposition mentioned before, to study the Bronze Age regionally. The compartments were, therefore, given a name (Senna-Martinez, 2002, p. 104): the Portuguese Meridional Bronze (Ribeiro, 1965 and Ferreira and Almeida, 1971) later changed by Shubart (1975)¹¹ to Southwest Bronze; the *Estremadura* Bronze - cf. Spindler and Ferreira (1974); Spindler (1981); Senna-Martinez (1990) and (1994b); the *Beira Alta* Bronze cf. Leisner (1958); Leisner and Ribeiro (1968); Spindler and Ferreira (1974); Senna-Martinez, (1989), (1993a) and (2000) and the Portuguese Northwest Bronze – cf. Jorge (1990) and Sanches (1997b).

The archaeological site of Fraga dos Corvos is located, as was mentioned before, on the Northeast of Portugal. According to Senna-Martinez and Luís (2016), the Bronze Age of Western Iberia consist on three periods: Early Bronze Age (EBA – c. 2250-1750 BC), Middle Bronze Age (MBA – c. 1750-1250 BC) and Late Bronze Age (LBA – c. 1250-750/450 BC).

¹¹ *Apud* (João Carlos Senna-Martinez 2000, 104)

The main changes that highlight the transition between Chalcolithic and the Bronze Age are:

- Decline, abandonment and/or restructuration of settlement systems;
- Individualization of funerary practices;
- Emergence of a new symbolic system (rise of a warrior iconography and the role of metal weapons and jewelry as social markers of prestige and power) (Senna-Martinez, 2007, p. 120; Senna-Martinez and Luís, 2016).

According to Senna-Martinez and Luís (2016, p. 116), many believe that Bronze Age represents a leap in complexity compared with the Chalcolithic, however this is not true for the Western Iberia. Considering the three major changes mentioned before, in the Late Chalcolithic, there's a replacement of systems requiring a great collective effort in the construction and maintenance of various architectural types used for burial and ritual practices by more economic ones (Senna-Martinez and Luís, 2016, p. 117). These authors believe in the possibility to correlate possible complexity throughout this period with technological advances in pottery and metallurgy. In Northwestern Iberia and Beira Alta, during the Early and Middle Bronze Ages, it is possible to find new technical improvements (better clay and temper preparations, flat bottoms, roll handles, composite profiles) in vessels of general use - cf. Luís (2013) and (2010) and Senna-Martinez (1994a), (1993a) and (1993b). In the LBA, it is possible to separate finer table wares and heavy-duty kitchen and storage pottery (Senna-Martinez, 1993b). As was mentioned before, one of the markers that separate the Chalcolithic from the Bronze Age is the appearance of a new symbolic system and the use of metal as a representation of power. According to Senna-Martinez (2013) with the beginning of the Bronze Age in western Iberia, the few Chalcolithic metallurgical products will develop to fulfil the need to express social status.

With evidence from several key archaeological sites, it was possible to hypothesize the existence of small scales of metal production in the Late Bronze Age (LBA) Baiões/Santa Luzia Culture Group, distributed between small villages and even settlements of smaller dimensions (Senna-Martinez, 2000) even before

the start of the METABRONZE¹² project (Senna-Martinez, Figueiredo, *et al.*, 2011). The METABRONZE project strongly supported several of these hypotheses, produced new results, raised new hypothesis and questions as well as allowed the local development of new methodologies for archaeo-metallurgical studies. The evidence gathered with this project did not support the generalized idea that there were large smelting installations in Western Iberia LBA, but an un-economic small-scale mining and metal artefact production for some societies (Senna-Martinez, 1996). By producing metal mainly through open-vessel reduction of copper oxides and/or carbonate ores (Rovira and Ambert, 2002) *apud* Senna-Martinez and Luís, 2016) it was a small scale activity that required no special infrastructures and no high task specialization and was, therefore, adequate to be performed at a “domestic” and “part-time” level (Senna-Martinez, 2010, p. 18). Studies starting after 2010 were being carried out under the EARLYMETAL Project (*Early Metallurgy in the Portuguese Territory* – PTDC/HIS-ARQ/110442/2008) financed by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT).

The site is currently included in a pluri-annual non-funded investigation project named “Encruzilhadas na Idade do Bronze, tempo, gente e recursos” by the DGPC (Direcção Geral do Património Cultural) and recently applied for a FCT project fund.

¹² Metallurgy and Society in Central Portugal Late Bronze Age – POCTI/ HAR/58678/2004) was developed between 2006 and 2009 and was financed by the Portuguese Foundation for Science and Technology (FCT).

6. Fraga dos Corvos Archaeological site

6.1. Previous work

On the Portuguese national data base for archaeological sites (Endovélico) the archaeological site known as Fraga dos Corvos, near Macedo de Cavaleiros (Bragança) (CNS: 6650), was once referred to as an Iron Age fortified habitat due to the presence of a talud¹³ wall that surrounds the site (Senna-Martinez *et al.*, 2012) This wall was partially destroyed in the end of the decade of 1950 for the forestation project and opening of the forest road. The data base also mentioned one of the rock shelters with proof of occupation that was partially and illegally excavated.

In 2003 the owner of the land decided to mechanically clean the area and various archaeological materials were brought to the surface. The president of the “*Terras Quentes*” Association quickly intervenes and on the same year, Professor João Carlos Senna-Martinez, José Ventura and Hélder Carvalho accompanied by Dr. Mário Reis from DGPC and Dr. Manuel Cardoso, member of the assembly of Macedo de Cavaleiros Municipality, made a first analysis of the area and concluded that it would be necessary future interventions.

The archaeological field seasons that followed have been supported financially by the *Terras Quentes* association according to the protocol signed by this association with the Archaeology Center of the University of Lisbon (Uniarq) and the Municipality of *Macedo de Cavaleiros*. Part of the finds is kept by the *Terras Quentes* association, while the other is kept, for analysis, by the Archaeology Center of the University of Lisbon and will later be returned to the association to be deposited in the new Archaeology Museum of *Macedo de Cavaleiros* that opened on September of 2016.

¹³ A «talud wall» is a very primitive form of terrain consolidation in order to monumentalize and emphasize platforms; it differs from a «normal» wall because it consists of an undressed stone crude revetment of an abrupt earth escarpment previously rectified. In North-Western Portugal, this type of construction seems to appear by the end of the Late Bronze Age (Senna-Martinez *et al.*, 2012).

On 2014, the area where the site is located was bought by the *Terras Quentes* association, which allowed an overall cleaning of the vegetation and a better visualization of the area. With the help of a drone, it was possible to get an aerial photograph of the area on which the several sectors were delimited.

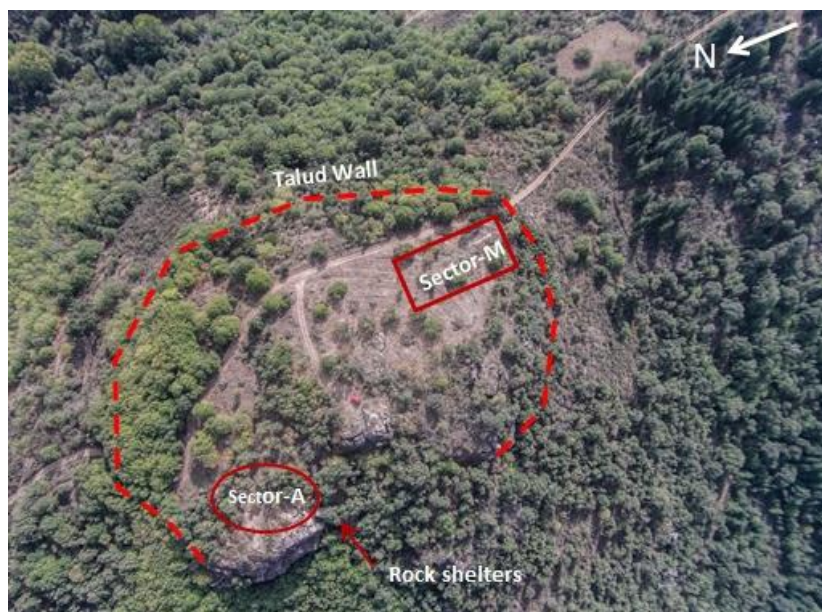


Figure 6 – Aerial photograph of the site (Sector-A and M, rock shelters and talud wall) taken by drone (by Nuno Escudeiro – 2014)

6.2. Middle Bronze Age occupation – Sector-A

Sector-A was opened and excavated between the years 2003-2015 by a team lead by Professor Dr. J. C. Senna Martinez and/or Archaeologist Elsa Luís. According to Senna-Martinez *et al.* (2005), all material evidence then found at the site, including the huts and the metallurgic remains, suggested an habitat of the Middle Bronze Age. There is also a significant concentration of evidences of metallurgical activity and the “Huts” 4 and 6 constitute a possible melting area devoted to the production of binary bronze artefacts (Senna-Martinez *et al.* 2010, 115). The analysis by EDXRF, Micro-EDXRF and OM of several artefacts shows that all are made of binary bronze, with an average for Sn content of $11.9 \pm 2.1\%$. This regularity of Sn content is remarkable considering the simple technology used and the empirical constraints on copper ore selection (Senna-Martinez *et al.* 2011, 387).

Considering the lithic assemblage, Matos (2011), found that the most common raw materials, quartz (32%) and schist (30%), could be found locally from dismantled blocks from Quartz veins that cut through the schist outcrop. These are the type of rocks that people who inhabited the site mostly relied on, even with the presence of rocks with physical properties favorable for knapping like lydite, jasper and dark limestone. This shows a strategy of direct procurement and within the scope of exploration of the immediate territory (Matos, 2011, p. 48). It also shows that there was no great investment in the lithic industry, producing simple instruments with the material available at the time (Matos, 2011, p. 52). There is also a significant presence of quartz and quartzite pebbles and cobbles related to opportunistic, occasional visits to the closest streams such as Vale de *Nogueira* and *Ribeirinha* or from the Azibo river terraces (Matos, 2011, p. 48) where it would also be possible to acquire copper (Geirinhas *et al.*, 2011, p. 179–180). These rocks were used to warm water and as raw material for knapping or polishing pottery (Luís, Reprezas, and Senna-Martinez, 2012, p. 22). The most relevant lithic artefacts are, however, the polished perforated rocks. These are usually parallelepipedic with a topmost perforation; however, there are two that are clearly different (Luís *et al.*, 2012, p. 22). One has a more triangular shape with a smoothed edge and a perforation on top, while the second, from which there's only half, it's circular and has 5 perforations, four following the circular shape of the artefact and the fifth probably in the center.

6.3. Late Bronze Age occupation

6.3.1. Rock Shelter 2

Located some meters lower and to the west of the top of the schist outcrop, shelter 2 is rich in metallic artefacts. These items were recovered from several disturbed S.U.s. and tend to be of Mediterranean cultural affiliation (Senna-Martinez *et al.*, 2012, p. 246). All the metallic items from Fraga dos Corvos Rock-Shelter 2 were subjected to EDXRF analyses on non-prepared surfaces, which showed that most are made of bronze with some lead (Senna-Martinez *et al.*, 2012, p. 254). All artefacts were also examined by OM (optical microscopy) and analyzed by micro-EDXRF on prepared surfaces. This last analysis showed

that most of the items have 8–13% Sn and Pb <2% (Senna-Martinez *et al.*, 2012, p. 255).

6.3.2. Talud Wall and Sector-M

With the objective to assess the stratigraphic preservation and determine the period of construction of the talud wall, on the 2008 field season, a section, was opened and studied by the path south of sector-A and close to the current location of sector-M (Senna-Martinez and Luís, 2009). However, in the end of this field season, it was still not possible to determine if the lithic structure found was part of the talud wall or a structure to artificially change the topography. The discovered artefacts were not expected to be found inside a theoretical “wall” and included: shattered pottery, daub, fauna remains, lithic tools, and metal artefacts, from which stands out the MBA decorated ceramic fragments of *protocogotas* type (Luís, 2010), a small stone adze (possibly of amphibolite) and two fragments of a bronze fibula of Acebuchal type, found under the lowermost stones of the talud; all the remaining materials are probably related to surface runoff due to the strong disturbance on the topography that resulted from the creation of the forest road mentioned before (Senna-Martinez and Luís, 2009). In order to address the questions surrounding the construction of the talud wall and also to characterize the habitat structures eventually to be found inside its southern perimeter, its chronology and relations with the MBA, a new section was opened in the platform inside the talud wall (Reprezas, Senna-Martinez, and Luís, 2012). The artefacts recovered until now allowed situating chronologically this sector between the VIII-VI centuries B.C. In 2012, preliminary studies of pottery and metallic artefacts recovered between the years 2011 and 2012 linked the first survey to the final moments of the Bronze Age and, eventually, the beginning of the Iron Age (Senna-Martinez *et al.*, 2012), (Reprezas *et al.*, 2012). This sector became crucial to the understanding of this transition in the region (Senna-Martinez and Luís, 2015).

6.3.2.1. Methods

According to Senna-Martinez and Luís (2015), the excavation method employed follows the “Open area” principles as was preconized by Barker and Harris, however adapted with the possibility to extend the surveyed area and tridimensional locate (X, Y, Z) relevant artefacts (identifiable pottery fragments, metal, faunistic remains, etc.). The area is divided following a grid of several 1 m² squares (S) to help coordination. The stratigraphic units (S.U.) were removed in order opposite to their deposition and numbered, just as the artefacts, starting at 10000 in order to avoid repeating the ones from sector-A. Every S.U. is registered individually with a photograph, plan and descriptive sheet with all the information regarding the unit and its relation with the others. This information is later interpreted and represented in synchronic plans and phase diagrams. At the end of each field season, the area is covered by geotextile and sieving soil.

Sector-M started out as an area of 10 m (S-N) by 3 m (E-W), oriented according to an orthogonal reference in which the Y-axis points North and perpendicular to the talud wall. In this area, two isolated soundings (N-S, 2x3 m) were opened, one next to the wall and one north of it, aiming to evaluate the state of conservation and stratigraphic potency of this platform. The number of archaeological materials (pottery and metallic) that matched the cultural-chronology attributed to the talud wall lead to the expansion and fusion of the soundings into one area of 13x5 m (Luís *et al.*, 2012, p. 25–26). On 2015, in order to reach the talud wall, three more meters were added, leaving a total area of 16x5 m, further extended in 2016 to 18x5 m (90 m²).

The material culture recovered – namely the *fibulae* (of double resort, Acebuchal and Bencarrón types), as well as the type Soto decorated pottery – allow situating the site chronologically between the VIII - VI a.C. centuries, covering, regionally, the transition between the Bronze Age and the Iron Age (Senna-Martinez *et al.*, 2012; Reprezas *et al.*, 2012; Reprezas, 2013).

6.3.2.2. Stratigraphy

During the field seasons of 2011, 2012, 2013 and 2015 it was possible to identify four main “phases” of stratigraphic units (S.U.) (Senna-Martinez *et al.*, 2017, p. 9–10):

1. S.U.s. that result from recent stirring – duff, superficial debris and reforestation ditches (years 50 and 60, XX century) and its fillings;

2. Superior occupation – habitat soils partially preserved [S.U.s. 10011, 10073, 10076, 10082] and cut by negative structures (ditches and post-holes) only preserved on the northern area of the opened area;

3. Intermediate occupation – defined during 2011/12/13 as being one and only, S.U. [10026=10032] occupies all the southern area of Area 1 (from the 4I/4M squares, where it partially overlapped S.U. [10091=10098], to the containment structure S.U. [10093]; it’s made out of small to medium sized rocks in a whitish, compact clay-sand matrix with little archaeological artefacts; on the southern area it overlaps S.U. [10084] which is very thin, made out of compact clay-sand soil that integrates frequent nodules of cooked clay, some coal and termoclasts, which suggest high temperature event or activities;

4. Lower occupation – a dark layer S.U. [10043] detected in the southern area under the S.U.s. [10026=10032, 10084] underlying S.U.s. revealed a large quantity of archaeological materials (artefacts, including metal and pottery ones, as well as faunal remains).

The extension of the excavated area to 90m² during 2015 and 2016, as was mentioned before, allowed the understanding of the relations between the internal stratigraphy and the talud wall. The imbricated stone structures [S.U.s.10091=10098=10106 and 10090=10097] detected underneath [S.U.s. 10043, 10094] were then found to be part of the top of the talud wall.

6.3.2.3. Metallurgy

The metallic artefacts found in Fraga dos Corvos Sector M are varied and the best chronological indicators for the site (Senna-Martinez *et al.*, 2012; Luís *et al.*, 2012). The site and its LBA occupation are thus of great importance in what regards metallurgical production and its cross-cultural connections for the North of Portugal and namely Eastern Trás-os-Montes. Between 2011 and 2017, with 6 field seasons, it was possible to find 11 needles and 15 fibulae, three cosmetic spatula, 1 tweezer in bronze, as well as 7 artefacts of iron. These LBA bronze artefacts are, mostly, of Mediterranean cultural affiliation unlike the MBA ones found in sector-A which are of a more regional tradition (Luís, 2010). The iron artefacts were not produced locally, but are sure imports from a southerly Phoenician origin (Senna-Martinez *et al.*, 2012). The high presence of metallic scoria in sector-M points to an increase in metallurgic production (Luís *et al.*, 2012) when compared to sector-A MBA.

In Fraga dos Corvos LBA and notwithstanding the possibility to produce metal, most of the utilitarian artefacts are still made out of stone and clay, since the nevertheless small metal production detected could not have an effective economic role (Senna-Martinez *et al.*, 2007, p. 8). However, change from the precedent MBA occupation can be perceived on the material culture, namely in the pottery and metals and their extra regional connections (Senna-Martinez *et al.*, 2012; Reprezas *et al.*, 2012).

Among the various metallic resources available in the region, tin – which, together with copper, is used for the production of Bronze – can be exploited from mineralized structures related to the Vilaríça system on felsic volcanic rocks. Tin can be exploited from dikes of quartz and wolframite, as well as tungsten, in Veigas and Edroso and from quartz scheelite and cassiterite (SnO₂) dikes in Corujas. From the Grijó mine it was exploited Pb and Sb (Pereira *et al.*, 2000, p. 48). For the LBA however, tin would likely be obtained at alluvial placers, which are available throughout Northern Portugal and the Beiras (Geirinhas *et al.*, 2011; Senna-Martinez, Luís, *et al.*, 2011, p. 378).

If tin was easily found regionally, copper is another story. “...*Taking in consideration that in the First Bronze Age of Iberia there is no evidence for the*

processing of copper sulphides, which knowhow seems to be introduced by the Phoenicians, the only source regionally available of copper carbonates and oxides would have been secondary copper enriched gossans which might have been easily recognized by prehistoric communities for their bright and greenish tones..." (Senna-Martinez, Luís, *et al.*, 2011, p. 385). Copper secondary gossans are present in the study area at *Junqueira* where there are outcrops of the Pombais Unit (Geirinhas *et al.*, 2011). Pombais Unit is characterized by basic metavolcanic rocks and greenschists affected by internal thrusting. These thrusts are often underlined by well-developed gossans where Cu mineralization occurs as fine disseminated chalcopyrite or as malachite, filling the gossan pores. Another possibility is near the Ponte do Azibo, a wedge-shaped outcrop of garnet-rich amphibolite mineralized with chalcopyrite, pyrite and marcasite (Oliveira *et al.*, 2004)¹⁴.

¹⁴ *Apud* (Geirinhas *et al.*, 2011, p. 179–180)

7. Methodology

7.1. Field work

This study main objective is to determine the “Provenance Mother Area” (PMA), which, according to Carrión Mendez, García González and Lozano Rodríguez (2004, p. 1–2) is the geographic location, determined by means of a petrographic and geochemical study, where certain rocks and/or minerals can originate from. Knowing this, the “Source of Raw Material” (SRM), the site of exploitation of the raw material, becomes clearer. This source can still be primary (SRMP) or secondary (SRMS) considering if the rock/mineral did, or not, suffer any process of transportation, erosion and/or weathering. For the SRMS it is still possible to distinguish between rocks/minerals that endured a single transport due to gravity or sedimentation, or if they underwent long-term transportation.

To determine the PMAs it's necessary to fully study the lithic assemblage found at the archaeological site (macro and microscopically) and then, with the help of geological maps and other regional or local geological studies, survey the area and collect rock samples of different geological units from which the lithic artefacts might have originated from.

Taking into account the aforementioned study sequence, the assemblage of 361 lithic artefacts recovered from the site LBA contexts (sector-M) between the years 2011 and 2016 were categorized according to the following characteristics (when relevant):

- Stratigraphic Unit (S.U.);
- Square (S);
- Coordinates (X, Y and Z);
- Typology¹⁵;
- Support (Pebble, cobble, rock frag.);
- Measurements - Length, Width, Thickness and Perforation diameter (cm);

¹⁵ Considering the industry of knapping stone, the terminology used followed Inizan *et al.* (1999).

- Diameter, Roundness and Shape of pebbles and cobbles;
- Color;
- Texture (Phaneritic, Aphanitic, Porphyritic)/Granularity (Fine, Medium or Coarse);
- Hardness (Soft, Medium, Hard or Very Hard);
- Anisotropy;
- Crenulation;
- Minerals (that can be seen with the naked eye or with the help of a hand lenses - x10);
- Rock type;
- Observations.

For inventory purposes, the results of this characterization can be found in (Chapter 12.2 and 12.3). For further study, 25 samples (Chapter 12.4) representative of the different types of rocks found at the archaeological site, were chosen for analysis due to having one or more of the following characteristics: no signs of anthropic use, poorer conditions of preservation (fragmented), or collected from superficial S.U.s.

Using the sheet 7-D of the Portuguese geological map at the scale 1:50 000 (Pereira *et al.*, 1998) and also with the support of topographical maps (scale 1:25 000), a field study area (Figure 8) was established considering the following aspects:

- Type of rocks¹⁶ found at the archaeological site and possible geological formations of provenance;
- Energetic cost (distance between the possible provenance sites and the archaeological site);
- Number of samples possible to analyze considering the time and funding.

The region is geologically diverse and it is possible to find different types of rocks close to the archaeological site. Figure 7 illustrates outcrops of two different geological units, amphibolite and mafic metavolcanic rocks, both which were

¹⁶ Rocks, which are unique or rare at the archaeological site, were not considered for this study, since they are in insufficient number to perform a full analysis.

sampled during fieldwork. Figure 8 depicts the regional geology of the Macedo de Cavaleiros region, where the Fraga dos Corvos site is located. It also shows the location of the sampling points chosen for the provenance study of the lithic raw materials.

All relevant geological formations were sampled and, to each sample, a reference was given on the field, usually related to the formation of origin (“Rock sample” in Table 1). Later, during laboratory work, these were attributed a new reference name (“Sample reference” in Table 1).

Table 1 – Name and number of the different samples recovered during the field survey (coordinates system: PT-TM06/ETRS89 (EPSG: 3763)).

		Coordinates				Coordinates	
Rock sample	Sample Reference	X	Y	Rock sample	Sample Reference	X	Y
A' 1.1	A' 1.1	103374	203105	PeY 1	PeY 1	103556	210236
A' 1.2	A' 1.2	102529	202444	PeY 2	PeY (2.1 – 2.3)	103279	209300
A' 2.1	A' 2.1	103618	201764	PO 1	PO (1.1 – 1.3)	104115	202585
A' 2.2	A' 2.2	103679	201727	QFQ 1&2	QFQ (1; 1.1, 1.2; 2.1, 2.2)	98916	202823
A' 2.3	A' 2.3	103653	201866	QFQ 4.1	QFQ 4.1	99191	203270
AF 1&3	AF (1.1, 1.2; 3.2, 3.3)	104312	201708	QFQ 4.2	QFQ 4.2	99151	203350
AF 2	AF (2.1 – 2.6)	105731	203408	QFQ 4.3	QFQ 4.3	99208	203343
βt 1	βt (1.1, 1.2)	103005	208821	QFQ 5	QFQ (5.1 – 5.3)	99289	203830
βt 2	βt (2.1 – 2.3)	103698	209182	QFQ 6	QFQ (6.1, 6.2)	99188	205388
βt 3	βt (3.1 – 3.3)	105288	209998	ρ 1	ρ (1.1 – 1.3)	98114	206769
βt 4	βt (4.1, 4.2)	96276	205236	ρ 2	ρ (2.1 – 2.3)	101320	210263
δ	δ (1.1, 1.2, 1.4)	99265	205952	SVS 1	SVS 1	99273	202125
DMC 1	DMC (1.1 – 1.4)	103779	209202	SVS 2	SVS (2.1 – 2.3)	99100	200949
DMC 2	DMC (2.1, 2.2)	104807	210209	SVS 3	SVS 3	100948	202813
DMC 3	DMC (3.1 – 3.3)	103163	209609	SVS 4	SVS (4.1, 4.2)	98692	207221
DMC 4	DMC (4.1, 4.2)	102618	204809	SVS 5	SVS (5.1 – 5.3)	100282	203083
DMC 5	DMC (5.1, 5.2)	101956	204308	T 1	T (1.1 – 1.5)	104002	210401
IP4 1&2	IP4 (1; 2.1, 2.2)	96092	206514	T 2	T 2	104002	210401
IP4 3&4	IP4 (3.1, 3.2; 4.1 – 4.3)	96725	206150	Tuff	Tuff	102180	202161
PeG	PeG (1.1, 1.2)	105166	210516				

The coordinates of the samples recovered during the field survey, were obtained through Google Earth and then plotted in QGis, which was used for the

elaboration of the map (Figure 8). Final art of several figures was done in CoreIDRAW.

With the exception of the geological formations of Metadiabases (δ) and Garnet Peridotite ($P\epsilon\Psi$), all the other formations were sampled in more than one area and sometimes more than one sample at each sampling point.

All the field rock samples were described macroscopically considering features such as color; texture (granularity, anisotropy, and crenulation), hardness and most common minerals that can be seen with the naked eye or with the help of a hand lenses ($\times 10$). The samples that shared more features with the established archaeological rock groups were then chosen for petrographic analysis.

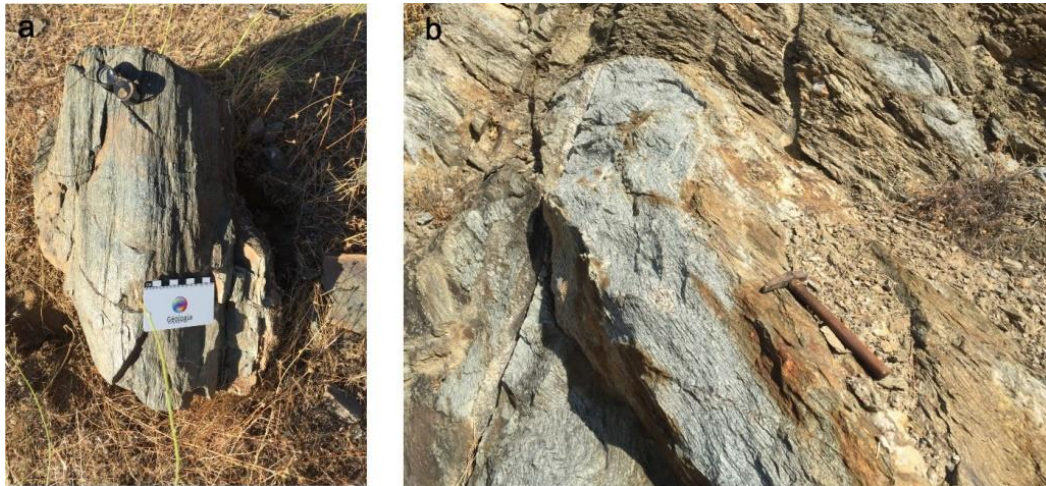
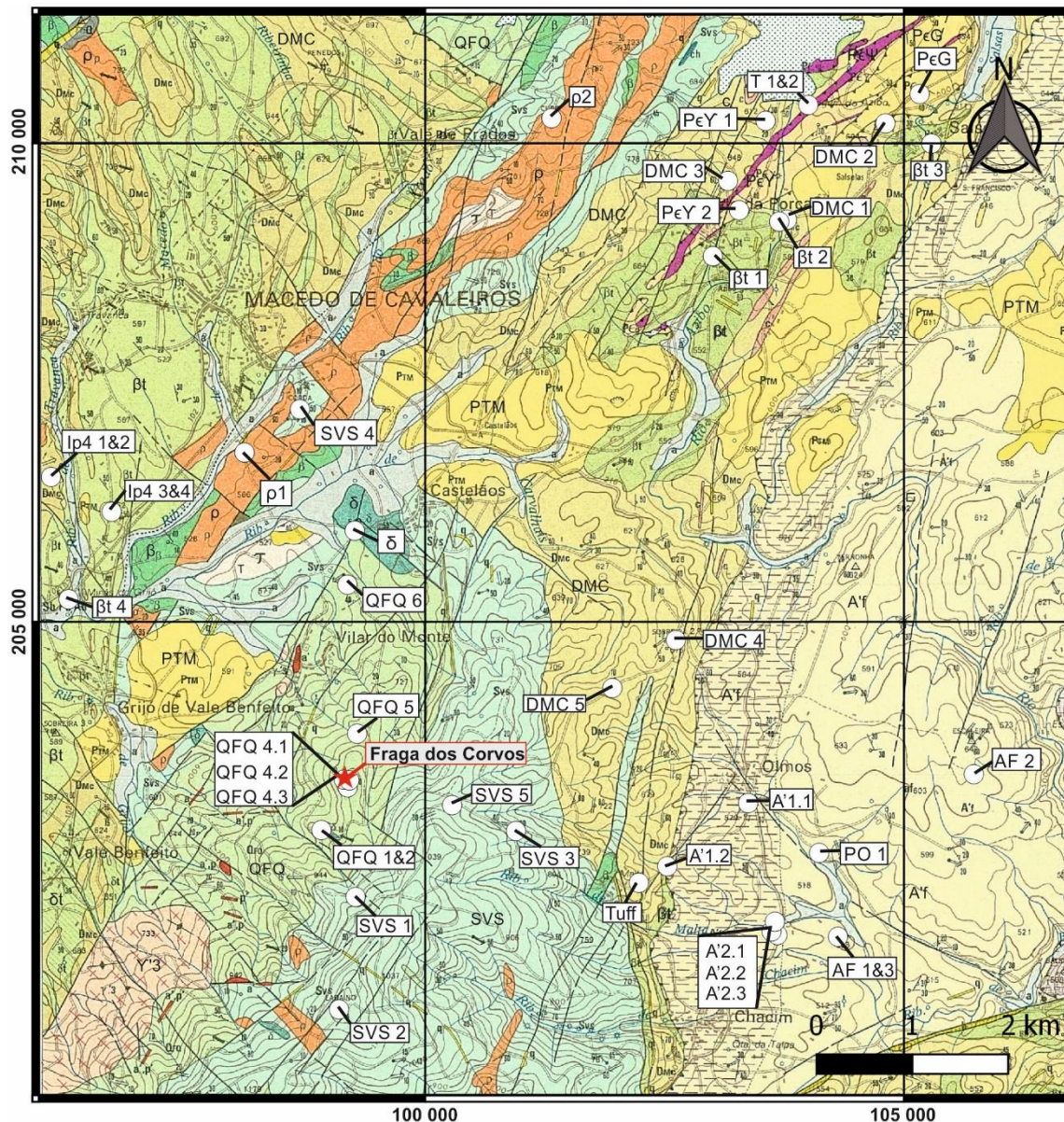


Figure 7 – Field survey and sampling of a) amphibolite (A'f) NW of Chacim (Sample point AF 1&3) and b) mafic metavolcanic rocks (βt) of the Macedo de Cavaleiros Formation (DMC) near road entrance to IP4 (Sample point IP4 1&2).



		Upper Allochthon Complex	
Upper Proterozoic - Cambrian	PeΨ	Garnet peridotite	
	PeY	Quartz-feldspathic gneiss	
	PeG	Mafic blastomylonitic granulite	
		Ophiolitic Complex	
Silurian-Devonian	A'f	Amphibolite	
		Lower Allochthon Complex	
Ordovician-Devonian	DMC	Macedo de Cavaleiros Formation	Mafic metavolcanic rocks (βt)
			Metadiabase (δt)
	SVS	Volcanic-siliceous Complex	Grey and black metalimestone (c)
QFQ	Quartzite-Phyllite Formation	Felsic porphyritic metavolcanic rocks (ρ)	
		Mafic metavolcanic rocks (β)	
		Metadiabases (δ)	
		Mafic metavolcanic rocks (β)	
Hercinian (Sin F3)	Υ'3	Granites of Serra de Bornes and Pombares geological unit	

★ Fraga dos Corvos archaeological site

○ Rock sample

Figure 8 - Geological map of Macedo de Cavaleiros with location of the sampling points (extract from the Sheet no. 7-D of the Portuguese Geological Map, 1:50 000 scale, edited by the, Laboratório Nacional de Energia e Geologia (Pereira *et al.*, 1998) chosen for the provenance study of the lithic raw materials of the archaeological site of Fraga dos Corvos (adapted and redimensioned) (coordinate system: PT-TM06/ETRS89 (EPGS: 3763).

7.2. Laboratory work

7.2.1. Microscopic analysis

To get a better understanding of what types of rocks are being studied, instead of just a general macroscopic idea, it was best to conduct petrographic analysis on a polarizing microscope. As was mentioned before, some artefacts and field samples were chosen for petrographic study. From each group of rocks established during office work, one or more small blocks were sampled. These blocks were cut using a rock saw located at the facilities of the Faculty of Sciences of the University of Lisbon avoiding destroying any important aspects of the artefact while, at the same time, trying to cut it perpendicularly to the foliation, if present. After this procedure, polished thin sections were made (thickness of 0,003 mm) from these blocks.

Each archaeological and geological thin section was micro-photographed (ocular: x10; objective: x5, x10 and x40; with plain polarized light – ppl, and cross polarized light - cpl) and characterized regarding the: anisotropy, crenulation, texture, primary minerals, secondary minerals, altered minerals, rock type, protolith, metamorphic facies and metamorphic grade (Chapters 12.5 and 12.6).

7.2.2. Mineral chemistry by EMPA (Electron Microprobe Analysis)

Considering that, petrographic analysis was insufficient to establish a relationship between the archaeological and field samples, it was deemed necessary to undertake a detailed chemical analysis of some characteristic mineralogical phases. To do so, the Electron microprobe analysis (EMPA) was used. This technique chemically analyzes small selected areas of solid samples, in which a focused electron beam excites X-rays. The X-ray spectrum contains lines, which are characteristic of the elements present; hence, a qualitative analysis is easy to obtain by identifying the lines from their wavelengths. By comparing the intensities of these lines with those emitted from standards (pure elements or compounds of known composition), it is possible to determine the concentrations of the elements (quantitative analysis). Accuracy around 1% is obtainable and detection limits are typically close to 50 ppm, though lower values

can sometimes be achieved. Spatial resolution is limited to around 1 μm by spreading of the beam after it enters the sample (Reed, 2005).

In this study was used the Electron Microprobe with SEM (JEOL JXA 8200 WD/ED) belonging to the IDL (Dom Luiz Institute)/Department of Geology of the Faculty of Sciences of the University of Lisbon. This equipment has five wavelength-dispersive spectrometers (WDS) and one energy-dispersive spectrometer (EDS), a secondary and a retro widespread electron detector and six analyzing crystals. Each thin section is metalized using amorphous carbon on vacuum before the analysis. The electron microprobe analysis provides each oxide weight percentage with which it is possible to calculate the chemical formula of analyzed mineral. The minerals analyzed varied with each type of rock and the summarized analytical conditions used can be found in (Chapter 12.7). Once analyzed, the archaeological and field sample minerals are chemically compared to find a match.

7.2.3. Work residue analysis by μ -X-ray fluorescence analysis

Micro X-ray fluorescence (μXRF), like conventional X-ray fluorescence, uses direct X-ray excitation to induce characteristic X-ray fluorescence emission from the sample for elemental analysis. However, μXRF uses X-ray optics to restrict the excitation beam size or focus the excitation beam to a small spot on the sample surface so that small features on the sample can be analyzed. It is a fast and reliable method of chemical characterization, which can determine, non-invasively, the elements present on the surface of the sample.

The equipment used to detect the presence, or not, of metallic remains on the surface of some of artefacts, was a Bruker's M4 Tornado found in the facilities of Laboratory for Instrumentation, Biomedical Engineering and Radiation Physics (LIBPhys-UNL). The excitation of fluorescence radiation is performed by a rhodium (Rh) anode side window X-ray tube with polycapillary lens offering spot size down to 25 μm (beam size) combined with high excitation intensity (Manso *et al.*, 2017, p. 36). An energy-dispersive silicon drift with a 30 mm² sensitive area and energy resolution of 142 eV performs detection of fluorescence radiation for Mn-K α (*idem*). The X-ray generator was operated at 50 kV and 300 μA with an Al630 composition filter for a specific time (min) in a chosen area (mm). The

analysis was carried out directly on the rocks, which were placed on the equipment's platform.

8. Results

8.1. Macroscopic characterization

8.1.1. Archaeological Samples

8.1.1.1. Stratigraphy

Regarding the distribution of the 361 lithic elements through each Stratigraphic Unit (S.U.) of the Sector-M, Figure 9 shows that most came from the S.U.s. [10003], [10015], with over 40 elements, followed by S.U.s. [10000], [10043], [10026] and [10011], with equal or over 20 elements. It is important to note that these S.U.s. occupy a very large area of the sector and the number of lithic found has to be carefully interpreted.

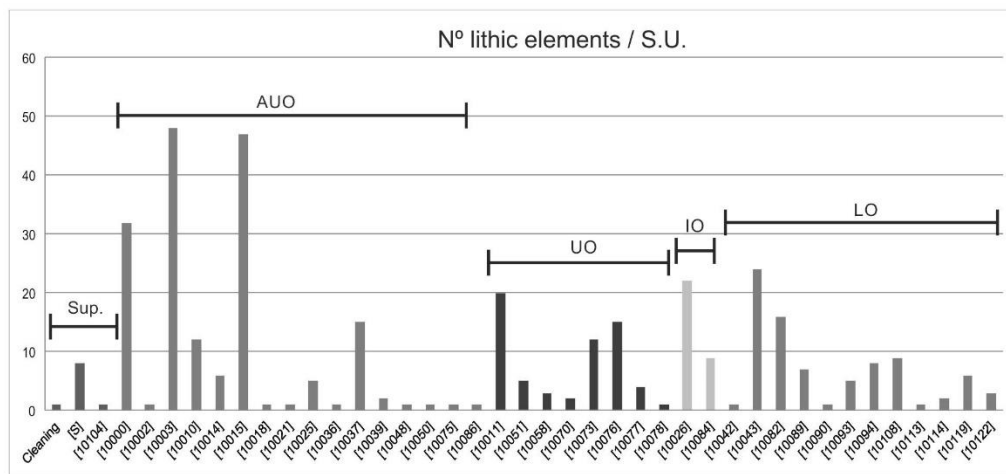


Figure 9 - Graphic distribution of the 361 lithic elements found between 2011-2016 in each S.U. of sector-M separated by the different “phases” of occupation: Sup. – Superficial layers – S.U.s. [Cleaning], [S], [10104]; AUO – Altered Upper Occupation – S.U.s. [10000] = [10001] = [10004] = [10102], [10002], [10003] = [10005] = [10012], [10010], [10014], [10015] = [10105], [10018], [10021], [10025], [10036], [10037], [10039], [10048], [10050], [10075], [10086]; UO – Upper Occupation – [10011], [10051], [10058], [10070], [10073], [10076], [10077], [10078]; IO – Intermediate Occupation – [10026] = [10032] = [10109?], [10084]; LO – Lower Occupation – [10042], [10043] = [10035] = [10031] = [10107], [10082] [10068] = [10089], [10090], [10092] = [10094], [10093], [10108], [10113], [10114], [10119], [10122].

The most superficial units ([10000] = [10004] = [10102] and [10003] = [10005] = [10012]), although rich in lithic artefacts, are hard to interpret due to the

lack of conservation against recent agricultural activities that rummaged these layers (Table 2). Nonetheless it is important to highlight some of the artefacts found as granite grinding stones (and one amphibolite grinding stone from [10003]), two talc-schist polished perforated rocks (one with decoration), as well as several polishers of different types of rocks. Most rocks found with no sign of anthropic weathering are quartz and quartzite pebbles or cobbles, and granite fragments.

In the southern end of the sector, S.U. [10015] = [10105] contains some termoclasts (typically quartz and quartzite), granite grinding stones and polishers. There are also two talc-schist polished (perforated) rocks and one talc-schist pendant. In this unit, it is also important to note the existence of two flakes and one debitage product of quartz and one sidescraper of quartzite. The 22 elements with no sign of use are commonly quartz and quartzite pebbles.

The S.U. [10011], a possible floor (Table 2) has some termoclasts, three talc-schist polished perforated rocks and three polishers, as well as some rocks with no sign of use. The latter consists of quartz and quartzite pebbles and one quartz-feldspathic rock fragment. Although in not as large a number, there is also a relevant presence of lithic elements in S.U.s. [10073] and [10076], which correspond to two other floors of the UO, underneath S.U. [10011]. The same happens in S.U. [10082], a floor from the LO, found underneath S.U. [10076].

Table 2 – Stratigraphical units with the highest number of lithic elements and basic description.

S.U.	Description	S.U.	Description
[10000]= [10001]= [10004]= [10102]	Stirred soil rich in humus.	[10015]= [10105]	Sand-clay soil with few charcoal and metal and a lot of pottery and roots.
[10003]= [10005]= [10012]	Semi-compact yellowish brown soil mostly destroyed by agricultural ditches.	[10026]= [10032]= [10109](?)	Thick layer with several rocks in a whitish soil (under S.U.s. [10015] and [10003]). Part of the intermediate occupation of the site, occupies almost all the southern area of sounding 1 from the Squares 4I/4M to the containment structure S.U. [10093].
[10011]	Horizontal layer of compact light brown soil (possibly a floor) underneath S.U. [10003].	[10043]= [10035]= [10031]= [10107]	Compact very dark soil, rich in osteological remains. Part of the inferior occupation and found underneath S.U.s. [10015] and [10026].

Part of the intermediate occupation, S.U. [10026] = [10032] = [10109] (?), includes some quartz termoclasts, two granite grinding stones (one was also used as an anvil), two polished rocks (one decorated perforated talc-schist and one mafic metavolcanic rock). Mostly there are elements with no sign of use, which consist typically of quartz and quartzite pebbles and cobbles.

Lastly, in S.U. [10043] = [10035] = [10031] = [10107], there were some granite grinding stones, polishers and talc-schists polished (perforated) rocks. Most of the “not transformed” rocks are quartz and quartzite pebbles.

8.1.1.2. Typology

These rocks and minerals were used for different purposes in Fraga dos Corvos LBA. Their use led to the production of artefacts (knapped and polished stone) and manuports (“...*natural occurring unmodified stones deposited out of place, geologically speaking...*” – (Binford, 1989, p. 448). The typological study of the items recovered at the site followed the proposals of Inizan *et al.* (1999), Senna-Martinez (1989) and Andrefsky Jr. (2005).

- Types of Knapped stone:
 - Blade – If the length of a flake is at least equal to twice its width, it is a blade (Marie-Louise Inizan, 1999, p. 130);
 - Chopper – pebble/cobble with a flank marked by one or more organized flake removals (Leroi-Gourhan *et al.*, 1968, p. 75);
 - Core – A block of raw material from which flakes, blades, or bladelets have been struck, in order to produce blanks for tools (Inizan *et al.*, 1999, p. 137);
 - Debitage product – A term referring to all removals resulting from the knapping of a core (Inizan *et al.*, 1999, p. 138);
 - Flake – A general term for a fragment of hard stone that is removed from a core, a cobble or a slab or from a tool during manufacture. The use of the word "flake" does not imply a particular morphology, a specific use, or particular dimensions (Inizan *et al.*, 1999, p. 141);
 - Notch – A concave delineation. A delineation is a term describing the outline of an edge created by a line of removals. This edge can be rectilinear, concave, convex, regular, or irregular (Inizan *et al.*, 1999, p. 138);

- Perforator (or drill) – flake tool or bifacial tool used in a rotary motion and used to perforate materials (Andrefsky Jr., 2005, p. 255);
- Sickle element – cutting element which is part of a sickle, an hand-held agricultural tool typically used for reaping grain crops;
- Scraper – A flake tool that has a retouched edge with an angle of approximately 60 to 90 degrees (Andrefsky Jr., 2005, p. 261); at sector-M were found sidescrapers, a variation of this tool;
- UAD - Dihedral edge tool, intermediate tool between a chisel and a scraper (Francisco Fabián, 1984);
- Polished stone:
 - Adze – An axe-like bifacial tool with a beveled bit or blade edge usually used to work wood or sometimes dig for root crops (Andrefsky Jr., 2005, p. 252);
 - Anvil – Usually a stone used as bottom support for an objective piece (Andrefsky Jr., 2005, p. 252), at sector-M was found an example of an anvil for bipolar technique. This method is different from the conventional type, in terms of technique and in the characteristics of the obtained products, since there's a certain lack of control of the derived products it is typically used to obtain flakes and blades without retouching or as support for future utensils (Matos, 2011, p. 49);
 - Grinding stone – static rock with abrasive proprieties used to grind; part of a hand mill;
 - Hammer – artefact with a blunt edge, reduced to a flattened surface, which is perpendicular to the largest dimension of the item (Senna-Martinez, 1989, p. 595);
 - Handstone – “...*A stone held in the hand and applied to a milling stone for the grinding of seed or grain...*” (Merriam-Webster.com Accessed April 20, 2018. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/handstone>);
 - Lid – “...*A movable cover for the opening of a hallow container...*” (Merriam-Webster.com Accessed April 20, 2018. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/lid>);
 - Mold – “...*A cavity in which a substance is shaped such as a matrix for casting metal...*” (Merriam-Webster.com Accessed April 20, 2018. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/mold>);

- Pendant – Something suspended such as an ornament allowed to hang free;
- Polished (perforated) stone – Stone made smooth by polishing and that can, or not, include one or more perforations;
- Touchstone – “...*A black siliceous stone used to test the purity of gold and silver by the streak left on the stone when rubbed by the metal...*” (Merriam-Webster.com Accessed April 20, 2018. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/touchstone>).
- Manuports:
 - Hammerstone – hard hand-held rock used for hammering;
 - Polisher – “...*tool used to smooth or glossy usually by friction...*” (Merriam-Webster.com Accessed April 20, 2018. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/polish>);
 - Termoclast – minerals or rocks that fractured due to sudden changes of temperature that exceeded the thermal shock resistance of the material (maximum jump in surface temperature that a brittle mineral can sustain without cracking) (Lu and Fleck, 1998);
 - Not transformed – minerals or rock fragments, which do not occur naturally at the site, do not show any signs of transformation, but were carried to the site with a purpose.

Disregarding the not transformed elements, which represent 43% of the total lithic assemblage, there is a clear presence of polished stone artefacts, mainly grinding stones and polished (perforated) stones, and manuports typically termoclasts and polishers.

Table 3 – Typology of the lithic elements from Sector-M and their weight in the complete lithic assemblage.

Knapped stone artefacts		
Typology	n ^o	%
Blade	1	4
Core	8	33
Debitage product	2	8
Flakes	3	13
Notch	1	4
Perforator	2	8
Sickle element	4	17
Sidescraper	2	8
UAD	1	4
Total knapped stone	24	100
Total in lithic assemblage	24/361	7

Polished stone artefacts		
Typology	n ^o	%
Adze	1	1
Grinding stone	38	45
Hammer	4	5
Handstone	5	6
Lid	1	1
Mold (?)	1	1
Pendant	5	6
Polished (Perforated) stone	29	34
Touchstone	1	1
Total	85	100
Total in lithic assemblage	85/361	24

Manuports		
Typology	n ^o	%
Hammerstone	12	13
Polisher	37	39
Termoclast	47	49
Not transformed	156	62
Total	252	100
Total in lithic assemblage	252/361	70

8.1.1.3. Typology vs Rock type

Among the 361 items, there are eight groups of rocks (Table 4) that were found at the site as pebbles, cobbles or rock/mineral fragments. Regarding the relation between typology and rock type, a macroscopic and typological analysis of the lithic assemblage allowed to determine several aspects.

Table 4 – Different rock-type and proportion in the lithic assemblage.

Rock type/ Support	Granite		Mafic		Others		Pel-Psa		Qz-Fdp		Quartzite		Quartz		Talc-schist		Total	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
Pebbles	3	5	5	26	0	0	4	12	3	11	51	73	59	48	0	0	125	35
Cobbles	0	0	4	21	1	33	4	12	4	14	17	24	0	0	0	0	30	8
Frag.	56	95	10	53	2	67	25	76	21	75	2	3	65	52	25	100	206	57
Total	59	16	19	5	3	1	33	9	28	8	70	19	124	34	25	7	361	100

Granites – usually coarse grained, phaneritic and with a creamy to light brown color (FC11231 - Figure 11) these rocks are mostly made out of quartz, feldspar and phyllosilicates and were mostly used as grinding stones (56% - Table 5). The largest element of grinding stone is 35 by 20 cm of size.

Mafic – mafic metavolcanic rocks, usually light to dark green, with little, or no, anisotropy and fine to coarse grained (FC10413 - Figure 11); typically comprising of amphibole, feldspar and chlorite and used as polishers, grinding stones and hammers (Table 6).

Regarding the small mafic metavolcanic hammer shown on Figure 11 (FC10413), which was knapped and polished, there is the possibility that it might have been used to work metal. In order to better perceive the section used for hammering and try to determine if there were any residue of metal imbued in the surface of the rock, this artifact was observed by stereomicroscope. Both the used and unused side of the hammer were photographed¹⁷ for comparison and it was easily detected a difference in the surface of the rock (Figure 10). The hammering side is heavily trashed and the cracks show a smooth slope, while in the polished side the slope of the cracks is much steeper. No traces of metal were

¹⁷ Several photographs were taken to each side with different focus and then combined using CombineZP program. This allows a final, better focused, photograph, regardless of the relief of the rock.

detected, but this artifact was still examined by μ -XRF for a better analysis of the surface.



Figure 10 – Photograph of the FC10413 hammer of mafic metavolcanic rock by stereomicroscope (OLYMPUS SZ61), amplified 1.5x, with integrated camera (OLYMPUS SC20); a) side used for hammering; b) polished side.

Table 5 - Different uses for granite at the site

Granite		
Typology	nº	%
Termoclast	1	2
Grinding stone	33	56
Hammerstone	1	2
Handstone	3	5
Not transformed	21	36
Total	59	100

Table 6 – Different uses for mafic rocks found at the site.

Mafics		
Typology	nº	%
Adze	1	5
Grinding stone	2	11
Hammer	1	5
Hammerstone	1	5
Handstone	1	5
Not transformed	7	37
Polished stone	1	5
Polisher	5	26
Total	19	100

Others – unique elements in the lithic assemblage, it includes a black siliceous cryptocrystalline rock (FC10156 - Figure 11) classified as a debitage product, a feldspar fragment probably dismantled from a pegmatite with no signs

of use and a quartz-trachyte with a porphyritic texture, mostly composed of feldspar, mafic phenocrysts and some quartz, which was used as a polisher and core.



Figure 11 – Mafic metavolcanic rock used as a hammer (FC10413), debitage product of black chert (FC10156), polished perforated talcschist (FC10024) and schist (FC10025), polisher of schist (FC11963), granite grinding stone (FC11231), polishers of quartz feldspar rocks (FC11122, FC10873).

Pelite-psammite – anisotropic, fine to coarse-grained metasedimentary rocks commonly made out of phyllosilicates and more or less quartz. There is a majority of fine grained rocks (Table 7) richer in phyllosilicates; typically these rocks don't show any sign of use (39%), however there is also a great number of polishers (21% - Table 7) and even some polished and/or perforated elements (FC10025 - Figure 11).

Quartz-feldspathic rocks – very fine grained rocks with intercalation of darker/lighter layers rich in quartz, feldspar and more or less phyllosilicates; more than half were used as polishers (54% - Figure 11) while, usually, the rest does not show any sign of transformation (25% - Table 8).

Table 7 –Uses for pelite-psammite rocks.

Pelite-Psammite		
Typology	n°	%
Termoclasts	2	6
Grinding stone	1	3
Mold (?)	1	3
Not transformed	13	39
Notch	1	3
Perforated stone	3	9
Polished stone	2	6
Polisher	7	21
Sickle element	1	3
Lid	1	3
Unfinished pendant	1	3
Total	33	100

Table 8 - Uses of quartz-feldspathic rocks found at the site.

Quartz-feldspathic rocks		
Typology	n°	%
Grinding stone	2	7
Not transformed	7	25
Polished stone	2	7
Polisher	15	54
Polisher + Hammer	1	4
Polisher + Chopper	1	4
Total	28	100

Quartz – pebbles, cobbles and fragments of quartz found at the site later described in detail.

Quartzite – pebbles and cobbles of quartzite found at the site later described in detail.

Talc-schist – usually grey with a bluish tone, but also green or brown, these rocks are rich in talc and are mostly polished perforated stones or pendants (Table 9); talc-schists were probably chosen for this due to the softness of the mineral talc (Hardness=1) which makes these rocks easy to shape. Pendants are quite consistent in size, while polished rocks can vary in length; however, they remain more consistent in terms of width, thickness and perforation. Table 10 represents the measures of the four pendants and the average measures of the several polished (perforated) rocks. These artefacts are not always intact, consequently some measures are not possible to obtain. The measures are also rarely constant in the same artefact, reason why the largest measures were considered to calculate the average.

Table 9 - Different uses for talc-schist found at the site.

Talc-schist		
Typology	n°	%
Pendant	4	16
Polished stone	3	12
Polished stone unfinished	2	8
Polished, perforated stone	16	64
Total	25	100

Table 10 – Pendants and polished (perforated) talc-schist rocks measures (L – Length, W – Width, T – Thickness, P – Perforation diameter)

Ref/Measures	L	W	T	P		L	W	T	P
22	n/a	n/a	1	0,7	Average	8,18	6,16	2,35	1,19
10330	3	2,1	0,8	0,6	Median	7,60	6,50	2,20	1,25
12619	3,4	2,2	1	0,5	Max	13,00	7,10	4,00	1,70
12670	n/a	n/a	n/a	n/a	Mln	6,10	4,20	1,40	0,40

As was said before, the lithic assemblage includes pebbles, cobbles and fragments of rocks or minerals. Concerning the pebbles and cobbles these represent almost half (43%) of the complete lithic assemblage.

Table 11 presents the mains characteristics of these items when intact and from this data it is possible to highlight the following aspects:

- Pebbles are, usually, coarse with an average maximum diameter of 2,75 cm, well-rounded (54%) and with a prolate shape (43%);
- Cobbles are, mostly, well rounded (69%), with a prolate shape (50%) and with an average diameter of 9.99 cm;
- The diameter of both pebbles and cobbles is very constant;
- Pebbles and cobbles are mostly of quartz and quartzite;
- Quartz and quartzite usually have a prolate shape, however the second have, normally, a more smoothed shape than the first;
- Among the other rock types, there is a great variety of shapes, but prolate well-rounded shapes continue to be the most common.

Table 11 – Characteristics of intact pebbles and cobbles.

Diameter (cm)	Nº	%	Size terms (after Wentworth, 1922)	Average	Stdev	Max	Min	Mode	Median	
>0,8≤ 1,6	1	1	Pebbles	2,75	2.65	5,7	1,4	2,5	2,5	
> 1,6 ≤ 3,2	80	70								Medium
> 3,2 ≤ 6,4	17	15								Coarse
> 6,4	16	14	Cobbles	9,99	2.87	14,9	6,6	8,8	8,95	

Shape	Granite	Mafic	Other	Pel-Psa	Qz	Qz-Fdp	Qzite	Pebbles (%)	Cobbles (%)
Spherical	1	0	0	0	10	0	11	22	0
Irregular	0	0	0	0	14	0	5	19	0
Discooidal	0	2	0	0	2	0	5	6	19
Prolate	0	1	1	3	19	4	22	43	50
Prismatic	0	1	0	1	4	1	7	9	31
Roundness	Granite	Mafic	Other	Pel-Psa	Qz	Qz-Fdp	Qzite	Total (%)	Total (%)
Sub-rounded	0	0	0	0	12	0	5	16	6
Rounded	0	0	0	1	19	3	10	30	25
Well-rounded	1	4	1	3	18	2	35	54	69
Total (%)	1	4	1	4	43	4	44	100	100

Regarding the type of use given to the different pebbles and cobbles, Table 12 shows that most pebbles don't have any anthropic weathering that could pinpoint their use (85%), while the rest consist of termoclasts, polishers and one possible touchstone (FC10373 - Figure 12). Cobbles, on the other hand, exist in lesser number, but are used for various purposes (Table 12). These are usually polishers (Figure 12), termoclasts and there is a relevant presence of these rocks used as hammers and hammerstones. There are no examples of granite and quartz cobbles.



Figure 12- Examples of cobbles used as polishers (FC11602 and FC10200), of pebbles with no signs of use (FC10879, FC11930, FC11661, FC11852) and a quartzite pebble used as a touchstone (?) (FC10373).

Table 12 –Pebbles and cobbles according to rock-type and use.

Pebbles								
Use/rock type	Granite	Mafic	Pelite-Psammitic	Qz-feldspathic rocks	Quartzite	Quartz	Total (n°)	Total (%)
Not transformed	4	2	2	3	40	55	106	85
Termoclasts	0	0	0	0	6	3	9	7
Hammerstone	0	1	0	0	0	0	1	1
Polished stone	0	0	1	0	0	0	1	1
Polisher	0	2	2	0	2	0	6	5
Sidescraper	0	0	0	0	1	0	1	1
Touchstone (?)	0	0	0	0	1	0	1	1
Total (n°)	4	5	5	3	50	58	125	-
Total (%)	3	4	4	2	40	46	-	100

Cobbles							
Use/rock type	Mafic rock	Other	Pelite-Psammitic	Qz-feldspathic rocks	Quartzite	Total (n°)	Total (%)
Not transformed	0	0	2	1	2	5	17
Termoclasts	0	0	0	0	5	5	17
Hammer	1	0	0	0	3	4	13
Hammerstone	0	0	0	0	2	2	7
Hammerstone + polisher	0	0	0	0	1	1	3
Handstone + Termoclast	0	0	0	0	1	1	3
Polisher	3	0	2	1	3	9	30
Polisher + Chopper	0	0	0	1	0	1	3
Polisher + core	0	1	0	0	0	1	3
Polisher and Hammer	0	0	0	1	0	1	3
Total (n°)	4	1	4	4	17	30	-
Total (%)	13	3	13	13	57	-	100

Concerning the usage of quartz fragments (Table 13), most quartz shows, again, signs of fire fracture (45%) or no signs of use (14%); however, some were also used as cores (12%) and hammerstones (11%) - Figure 13. Quartzites, on the other hand, show practically no use at the site the moment it is fragmented.

Table 13 – Uses for quartz fragments.

Quartz		
Typology	nº	%
Blade	1	2
Core	8	12
Termoclast	29	45
Flake	3	5
Hammerstone	7	11
Debitage product	1	2
Not transformed	9	14
Perforator	2	3
sickle element	3	5
Sidescraper	1	2
UAD	1	2
Total	65	100

Table 14 – Type of rock used for knapping.

Knapped stone	nº	%
Quartz	20	77
Qz-Trachyte	1	4
Qz-fdp rock	1	4
Quartzite	1	4
Phyllite	2	8
Chert	1	4
Total	26	100

Considering knapped stones, there are few examples in sector-M (7% out of 361 lithic elements) and most are made out of quartz (77% - Table 14). Most quartz used has a gray/white color (50%) and among the 20 knapped quartz minerals, there are several cores, followed by some flakes and sickle elements (Figure 14). Elements used for cutting like these and like the quartz and quartzite sidescrapers and the phyllite notch still have very irregular and sharp edges. The perforators and the U.A.D., on the other hand, are more worn out.



Figure 13 – Quartz fragments used as a core (FC12829) and a hammerstone (FC10601).

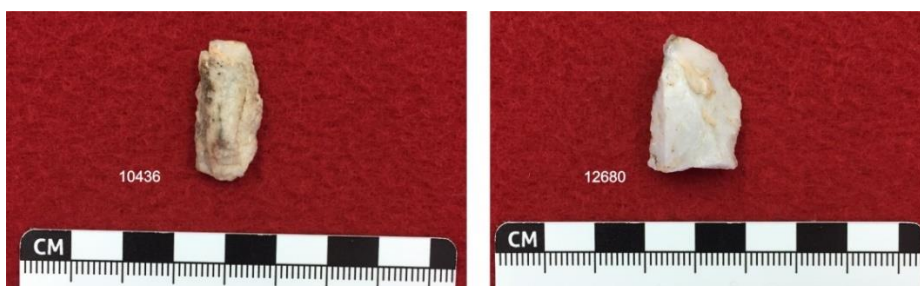


Figure 14 – Quartz fragments used as a sickle element (FC10436) and as a flake (FC12680).

Another important aspect of the rocks found at the archaeological site is the grain size and anisotropy, which often affects the choice of rock for a certain activity. From the complete lithic assemblage only 21% of rocks are anisotropic, which consists of schistosity and slaty cleavage found typically in pelite-psammite rocks (43%) and the dark/light layering found in quartz-feldspathic rocks (30%). Considering the grain size (Table 15), at the site there is a majority of quartz and quartzite pebbles and cobbles to which the grain size is not pertinent (54%). Regardless of those, there is a dominance of coarse grain granitic rocks (17%), followed by fine grain rocks (typically quartz-feldspathic rocks). The difference between fine and medium grain rocks is very small, it is notable, however that most quartz-feldspathic rocks are fine grained, while pelite-psammite and talc-schist rocks are either fine or medium grained. Mafic volcanic rocks tend to be fine grained as well as aphanitic.

Table 15 – Granularity of the different rocks found at the site, with the exception of quartzite.

Granularity	Granite	Mafic	Other	Pelite-Psammite	Qz-feldspathic	Quartzite	Quartz	Talc-schist	Total %
Cryptocrystalline			1						0
Aphanitic		6			2				2
Fine		8		14	20			13	15
Medium	3	5	1	13	6			12	11
Coarse	55			6					17
n/a			1			70	124		54

From the classification carried out, the following archaeological samples were chosen for a microscopic petrographic study: FC53; FC10155; FC10166; FC10173; FC10202; FC10319; FC10449; FC10459; FC10613; FC10655; FC10679; FC10680; FC10873; FC10972; FC11032; FC11077; FC11122; FC11235; FC11244; FC11285; FC11431; FC11702; FC11719; FC11839 and FC11900. These samples include one or more of each rock type group with the exception of the granite rocks¹⁸ and the three ungrouped samples (“others” group).

¹⁸ Previously studied by Araújo (2011)

8.1.2. Field Samples

As was previously mentioned (*cf.* Field work), field samples were gathered to represent the different geological units that outcrop in the region of Macedo de Cavaleiros. Table 16 summarily describes the different samples of each geological unit, from bottom to top, and includes the field samples chosen for microscopic analysis due to similarities with the archaeological samples mentioned in the last column of the table.

Table 16 – Summarized description of all field samples recovered in the different geological units of the region of Macedo de Cavaleiros.

Geological Unit	General Description	Field sample for analysis	Archaeological sample analyzed
Vale da Porca unit (PεΨ)	Serpentinitic and serpentinitic ultramafic-mafic rocks, which are also rich in talc near the Azibo dam, are typically light or dark green, medium sized grained rocks with schistosity. Besides talc and serpentine, these rocks might also have some chlorite, quartz, calcite and oxides.	T1.1, T1.2	FC53, FC10155, FC10173, FC10655, FC11032, FC11077
Quartz-feldspathic gneiss unit (PεΥ)	Quartz and feldspar rich rocks with medium sized grains and strong Schistosity. These schists are very distorted and weathered due to closeness to faults.	none	
Mafic blastomylonite granulite (PεG) unit	Mafic metavolcanic rocks with fine grains, gray brown/blue color, strong anisotropy and crenulation and typically rich in amphibole, epidote and chlorite.	PεG 1.1	FC10319, FC10449, FC10459,
Amphibolite unit (A'f),	Amphibolite and retrograde amphibolite rocks. The first are mostly dark blue (almost black), fine grained, very compact rocks with schistosity and crenulation and are commonly rich in amphibole, quartz and feldspar. Retrograde amphibolite rocks tend to have a lighter color than the others do, but are also fine grain rocks with Schistosity and crenulation. It is possible to distinguish an intercalation of dark and lighter blue layers and most common minerals are chlorite and amphibole. Quartz is often found in veins or as porphyroblasts.	A'1.1(retrograde amphibolite), PO1.2, AF 2.3, AF 2.5 and AF 3.2 (amphibolite)	FC10459, FC10166, FC10202, FC10319, FC10449
Macedo de Cavaleiros Formation (DMC)	Light to dark green, medium-grained rocks, mostly anisotropic, while only half are crenulated. Mostly composed of quartz and chlorite, with some amphibole and epidote. Sample DMC3 seems to be in the amphibolitic facies showing the presence of garnet, while the DMC1 rocks have some yellowish-green veins of epidote. The mafic metavolcanic rocks (βt), found interrupting the DMC are usually gray or green, medium-fine grained, anisotropic and crenulated. All rocks found west of Macedo de Cavaleiros (IP4) show macroscopically visible crenulation, while most βt samples do not. These rocks are mostly made up of amphibole, chlorite, feldspar and some quartz. A felsic metavolcanic rock was also sampled and consists of an intercalation of dark and lighter brown layers; medium sized grains, with anisotropy and crenulation and made up mostly of quartz porphyroblasts, muscovite and oxides.	DMC 1.1, DMC 3.2, IP4 4.1, βt 3.1, βt 4.1, Tuff	FC10459, FC10680, FC10972, FC11900
Volcanic-Siliceous Complex	SVS rocks are typically green/blue, with fine-medium grains, anisotropic, crenulated and consist of an intercalation of darker/lighter layers made up of quartz, muscovite and chlorite. Quartz is usually present in millimetric to centimetric veins. Felsic porphyritic metavolcanic rocks (ρ) and metadiabases (δ) can interrupt this unit. The former consist of brownish dark green/blue rocks with porphyritic texture (porphyroblasts of feldspar) (ρ 1) and layered orange brown/dark brown rocks (ρ 2). All are anisotropic and crenulated; the orange brown variety is made up of quartz, feldspar, chlorite, biotite and oxides, while the other does not have biotite. The metadiabases are homogeneous dark bluish gray rocks with fine-medium sized grains and no anisotropy and crenulation.	SVS 1 ρ 1.1 and ρ 2.3	FC10680, FC10972, FC11900, FC11235, FC11431, FC10679, FC11702
Quartzite-Phyllite Formation (QFQ)	Intercalation of lighter and darker layers, medium to coarse grained, anisotropic and crenulated. Most common minerals are quartz, feldspar, biotite and muscovite. Two samples, from two different locations, with the most common mineral assemblage were chosen for microscopic analysis, however, the macroscopic similarity between these rocks and the pelite-psammite group of archaeological artefacts described before, which has the common presence of chlorite, led to the choice of QFQ samples with this mineral.	QFQ 2.1, QFQ 2.2, QFQ4.1, QFQ 6.1;	FC10873, FC11122, FC11244, FC11285, FC11431, FC11719, FC11839

8.2. Microscopic characterization

8.2.1. Archaeological samples

After observing the 25 thin sections on the microscope, it was possible to distinguish six different groups of rocks (Table 17). The main difference between these groups and the previously established during macroscopic analysis (Table 4) is the quartz-feldspathic rocks group which is here divided in two groups: felsic volcanoclastic and qz-phyllite rocks.

Table 17 – Archaeological samples grouped regarding rock type.

Group	Archaeological sample
Felsic volcanoclastic	FC10679
Qz-Phyllite	FC10873; FC11122; FC11244; FC11285; FC11702; FC11719; FC11839
Mafic	FC10166; FC10319; FC10449; FC10202; FC10459
Pelite-Psammitic	FC10680; FC10972; FC11235; FC11431; FC11900
Talc	FC53; FC10155; FC10173; FC10655; FC11032; FC11077
Quartzite	FC10613

The one sample of felsic volcanoclastic rock (Figure 15) has a granoblastic texture with a slight orientation of the grain, and consists mostly of quartz, followed by feldspar and epidote and has few phyllosilicate minerals (Table 18). The texture, the presence of epidote and the few phyllosilicate minerals distinguish this rock from the Qz-Phyllite rocks group.

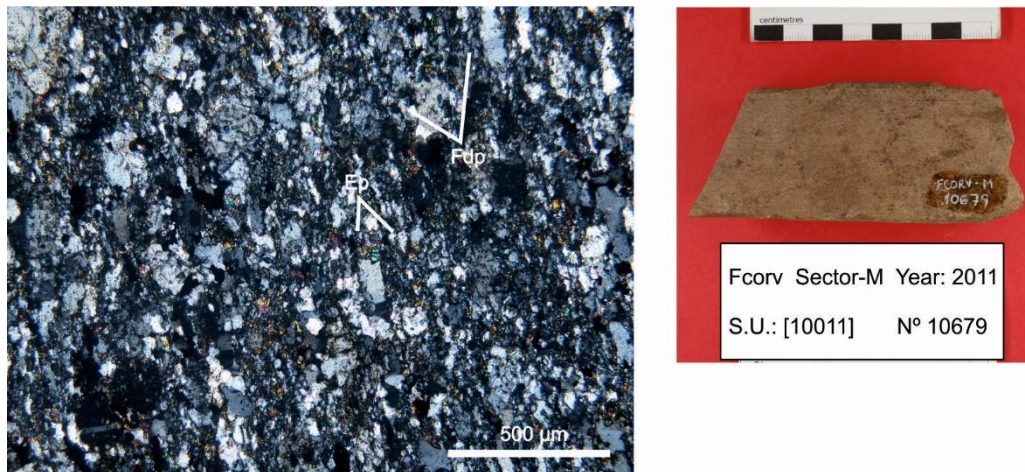


Figure 15 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC10679 (Felsic volcanoclastic rock)

Qz-Phyllite rocks (Figure 16) show an intercalation of light and dark layers, mylonite foliation and a lepidoblastic or grano-lepidoblastic texture. The most common minerals are quartz, feldspar and muscovite, but there are also biotite and opaque minerals present (Table 18). Feldspar is usually present as albite and/or microcline. These rocks also show an increment in ductile deformation according to the scheme presented in Figure 17. Samples FC11244 and FC10873 endured deformation under lower temperatures leading to angular quartz grains and finer phyllosilicates.

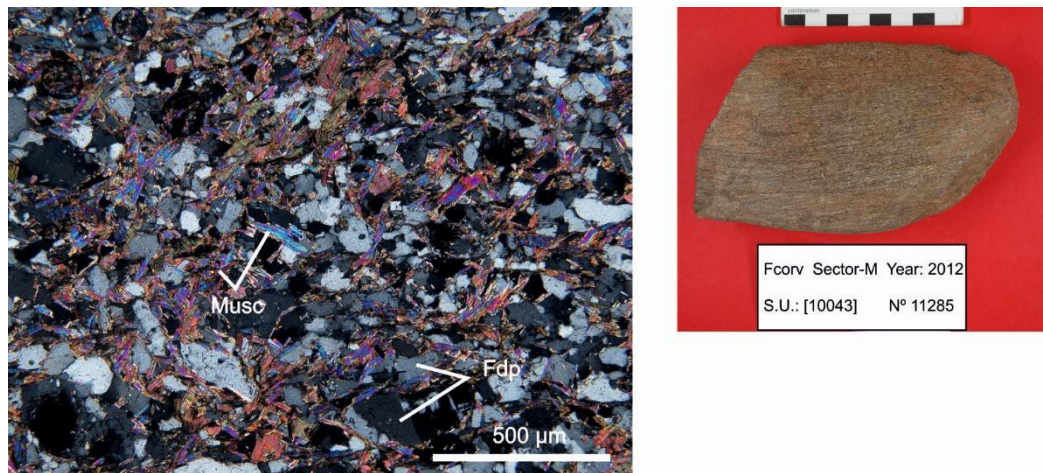


Figure 16 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC11285 (Qz-phyllite).

Table 18 – Percentage of minerals present in the felsic volcanoclastic rock (FC10679) and the qz-phyllite rocks.

Felsic volcanic rock					
Ref/minerals	Qz (%)	Fdp (%)	Ep (%)	Op (%)	Bi (%)
10679	50	20	15	10	5

Qz-Phyllite rocks					
	Qz (%)	Fdp (%)	Musc (%)	Bi (%)	Op (%)
Average	40	29	15	10	8
Mode	40	15	20	5	5
Max	55	45	20	20	20
Min	25	15	5	5	5

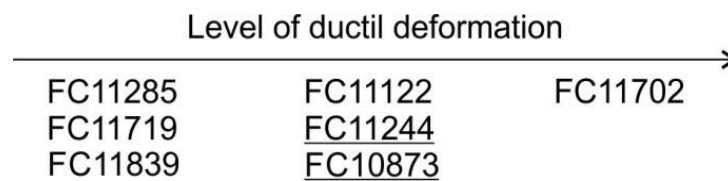


Figure 17 – Schematic drawing of the incremental ductile deformation in the qz-phyllite rocks

The items classified as mafic metavolcanic rocks usually have a granoblastic inequigranular texture, except samples FC10459 with granonematoblastic texture and FC10319 with nematoblastic texture. In general, these rocks are mostly rich in amphibole, feldspar and epidote (Table 19), however it is possible to distinguish three mineralogical sets subject to the most common mineral: hornblende (FC10202, FC10449 – Figure 18), tremolite-actinolite (FC10166, FC10319), or epidote (FC10459 – Figure 19). The first two sets will be from now on regarded as amphibolite, while the last as greenschist.

Table 19 – Percentage of pertinent minerals present in mafic metavolcanic rocks.

	Trm-Act (%)	Hb (%)	Fdp (%)	Ep (%)	Chl (%)	Ox (%)
FC10166	45	0	20	10	0	10
FC10202	5	40	15	25	0	10
FC10319	75	5	10	0	0	10
FC10449	20	40	10	15	0	10
FC10459	15	0	15	40	15	5

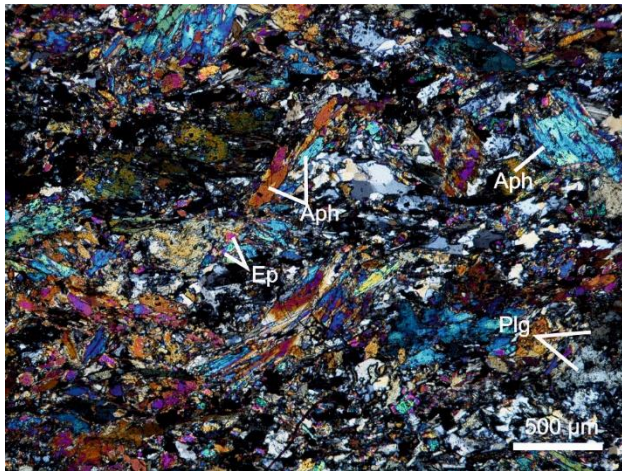


Figure 18 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x5, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC10449 (Amphibolite).

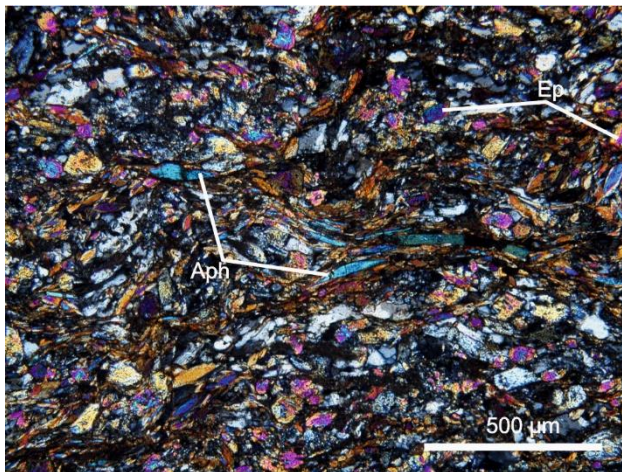


Figure 19 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC10459 (Greenschist).

The Pelite-Psammitic group includes rocks with lepidoblastic texture and rich in muscovite and chlorite, that can be found in almost every sample. Quartz is present in all except in sample FC10972 (Table 20), which, due to the size of the crystals, the lack of quartz and the uneven thickness of the thin section, it was uncertain if it was rich in muscovite or talc. As will be mentioned later, EMPA analysis shows that the small size minerals correspond to muscovite. In sample FC10680 (Figure 20) and FC11900, quartz appears as coarser grains among the fine grain matrix in small veins. There are two sets of rocks in this group; FC10680, FC10972 and FC11900 are more pelitic and richer in phyllosilicate

minerals, while samples FC11235 (Figure 21) and FC11431 are more psammitic and richer in quartz and feldspar.

Table 20 – Percentage of relevant minerals in pelite-psammite rocks.

Ref/minerals	Qz (%)	Fdp (%)	Musc (%)	Bi (%)	Chl (%)	Grph (%)
FC10680	10	0	30	0	20	35
FC10972	0	0	45	0	40	15
FC11235	40	30	10	10	0	0
FC11431	35	10	30	15	5	0
FC11900	15	10	35	5	20	10

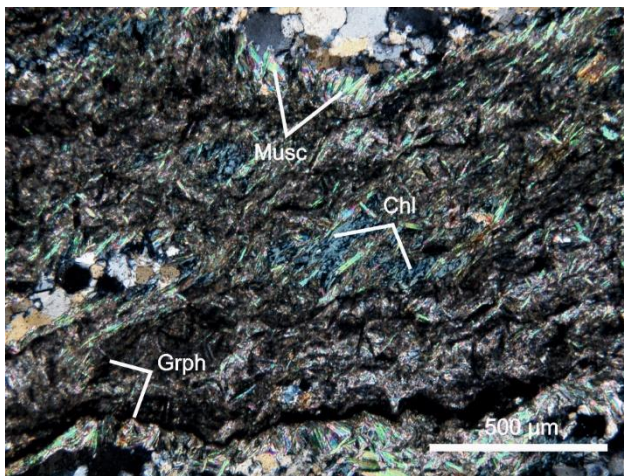


Figure 20 - Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl).and macroscopic photograph of the archaeological sample FC10680 (Pelite-psammite).

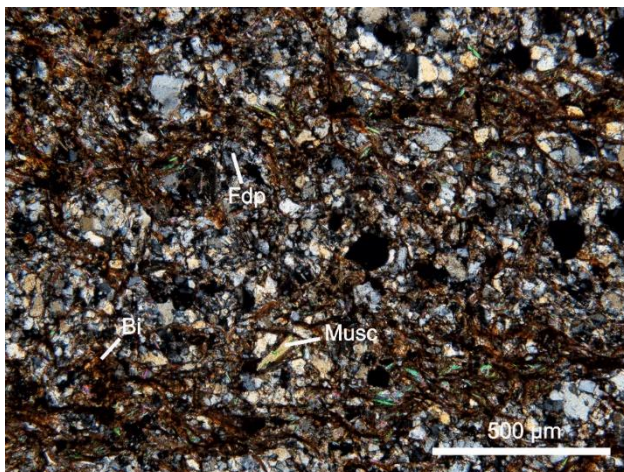


Figure 21 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl).and macroscopic photograph of the archaeological sample FC11235 (Pelite-psammite).

The six talc-schist rocks chosen have, generally, no anisotropy and a granoblastic inequigranular texture. In Figure 22 it is possible to note the much coarser grain of sample FC11077 in comparison with FC10155 (Figure 23), as well as the large chromite masses. The most common minerals are talc (in some samples it is quite rich in iron, leading to a reddish color) and serpentine.

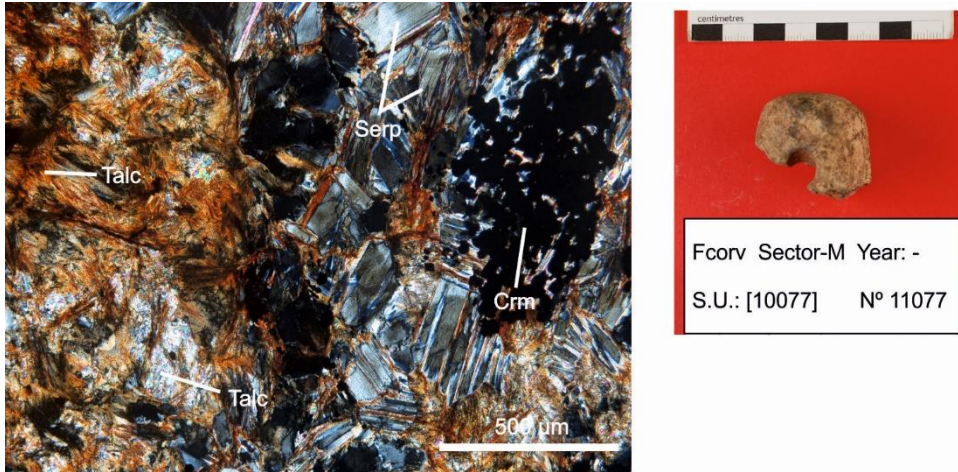


Figure 22 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC11077 (Talc-schist) and b) FC10155, which are both talc-schists.

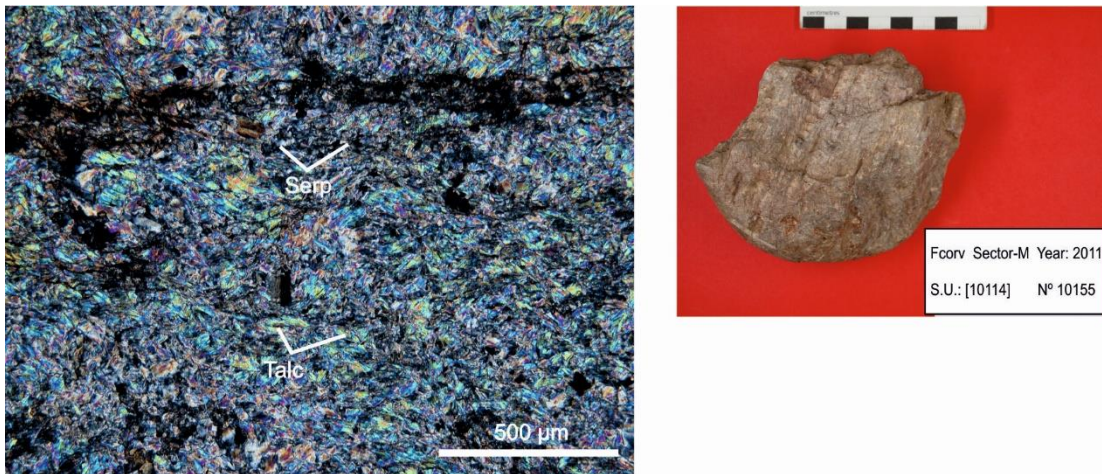


Figure 23 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC11077 (Talc-schist) and b) FC10155, which are both talc-schists.

Table 21 – Percentage of minerals present in talc-schist archaeological samples.

Ref/minerals	Talc (%)	Serp (%)	Qz (%)	Bi (%)	Calcite (%)	Op (%)
FC53	55	30	5	0	0	10
FC10155	65	30	0	0	0	5
FC10173	75	5	0	10	5	5
FC10655	60	35	0	0	0	5
FC11032	90	0	3	2	0	5
FC11077	70	25	0	0	0	5

The quartzite group includes one single artefact, an impure quartzite (Figure 24) rich in, not only quartz, but also feldspar and muscovite. This sample has distinct quartz grains much coarser than the rest, which are usually found in veins.

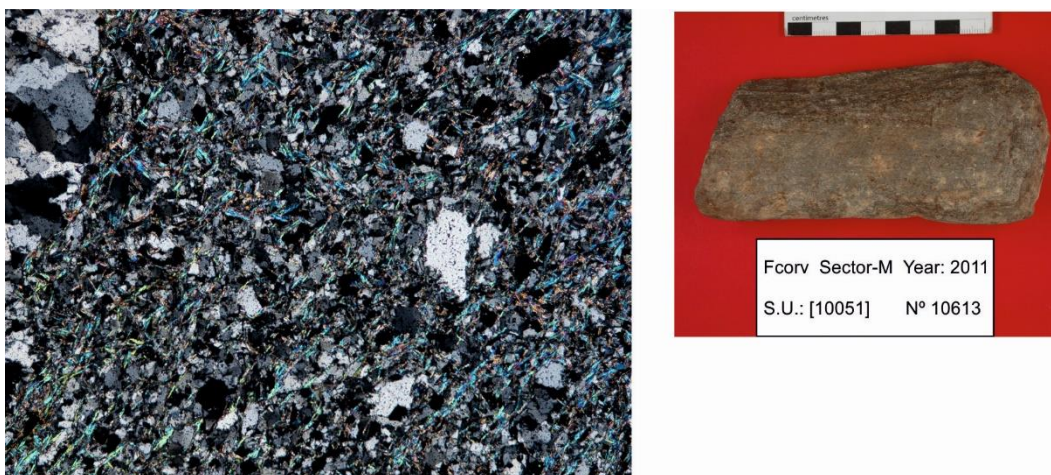


Figure 24 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x5, cpl) and macroscopic photograph of the archaeological sample FC10613

8.2.2. Field samples

After observing the 21 thin sections of the chosen field samples on the microscope it is possible to check and determine some new aspects regarding the analyzed rocks. Table 22 summarizes the percentage of minerals present in the samples.

Table 22 – Summarized percentage of minerals present in the different field samples.

UNIT	Ref	Qz	Fdp	Musc	Bi	Chl	Hb	Tr-Ac	Aph	Ep	Talc	Serp	Calc	Sph	Rt	Op
PεΨ	T 1.1	25	30								35	10				
	T 1.2					5					60	10	20			5
PεG	PεG 1.1		10					65		5						
A'f	AF 2.3	5	5				75			2				10		
	AF 2.5	5	10				65			10				5		
	AF 3.2	5	10				40			35				5		
	PO 1.2	5	10				60			20				3		
	A' 1.1	25	10	40	5	15										
DMC	DMC 1.1	30	25							20	20					
	DMC 3.2	15	15							30	15					
	IP4 4.1	10	20							30	30					
	Bt 4.1	15	30					30		15						
	Tuff	60	5	10		20					1			2		2
	Bt 3.1	65	5	10		10									5	5
SVS	SVS 1	40	30	20	5											5
ρ	P 1.1	30	30	40												
	P 2.3	35	30	30	5											
QFQ	QFQ 2.1	30	10	40	10	5										5
	QFQ 2.2	60	5	5	15	10										5
	QFQ 4.1	45	20	15	15											5
	QFQ 6.1	40	15	25	15											5

From the Upper allochthon complex, the Garnet peridotite (PεΨ) chosen samples (T1.1 and T1.2) are very different. At this scale it's possible to confirm the anisotropy (lepidoblastic texture) and crenulation present in both, however they diverge mineralogically. T1.1 is definitely not a talc-schist (Figure 25a), it is rich in quartz (recrystallized subgrains) and feldspar and it has coarser grain than T1.2. This last sample, on the other hand, has no quartz and feldspar (Table 22), is much richer in talc and also incorporates calcite minerals (Figure 25b) and well-developed chromite.

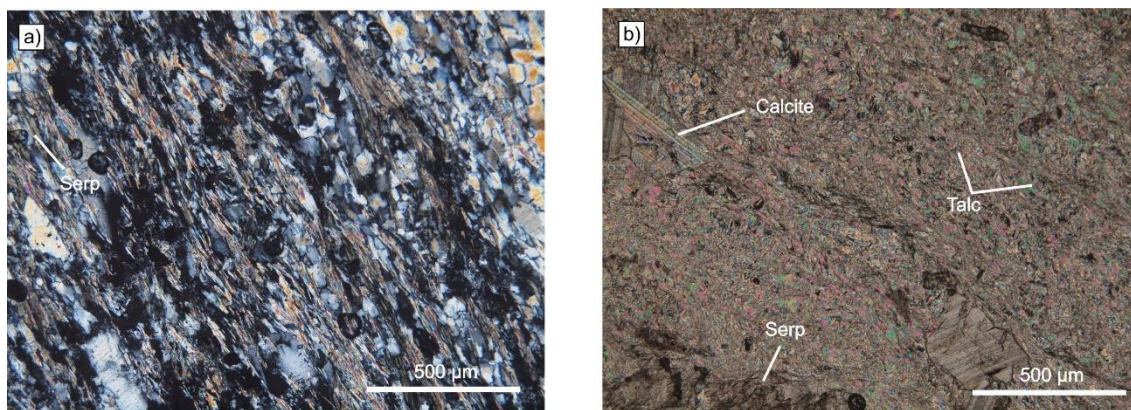


Figure 25 – Microscopic photographs (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) of the Field samples a) T1.1 (Schist – note coarser grain in comparison with photograph b) and b) T1.2 (Talc-schist).

The mafic blastomylonite granulite (PεG) unit sample, PεG 1.1, has a nematoblastic texture (Figure 26a); it is crenulated and shows blastomylonite foliation. It is mainly made up of amphibole of the Tremolite-Actinolite series, but also incorporates some feldspar and epidote (Table 22).

The Amphibolite geological unit (A'f), includes amphibolite and retrograde amphibolite rocks. The first are anisotropic (nematoblastic or grano-nematoblastic texture), crenulated rocks, and rich in green hornblende and also include more or less epidote and feldspar. Sample AF2.5 (Figure 26b) is mineralogically similar to AF2.3 with a strong presence of green hornblende, but has a stronger crenulation. In Figure 26c it is also possible to note the stronger anisotropy of sample PO1.2 and the orientation of all amphibole minerals in comparison with AF2.5. The sample A'1.1 is anisotropic (lepidoblastic texture), crenulated and its composition varies significantly from the former rocks. Mainly made up of muscovite, quartz and chlorite (Table 22), it lacks the amphibole and epidote expected in this type of rocks (Figure 26d) and it is most likely a lesser facies of this unit.

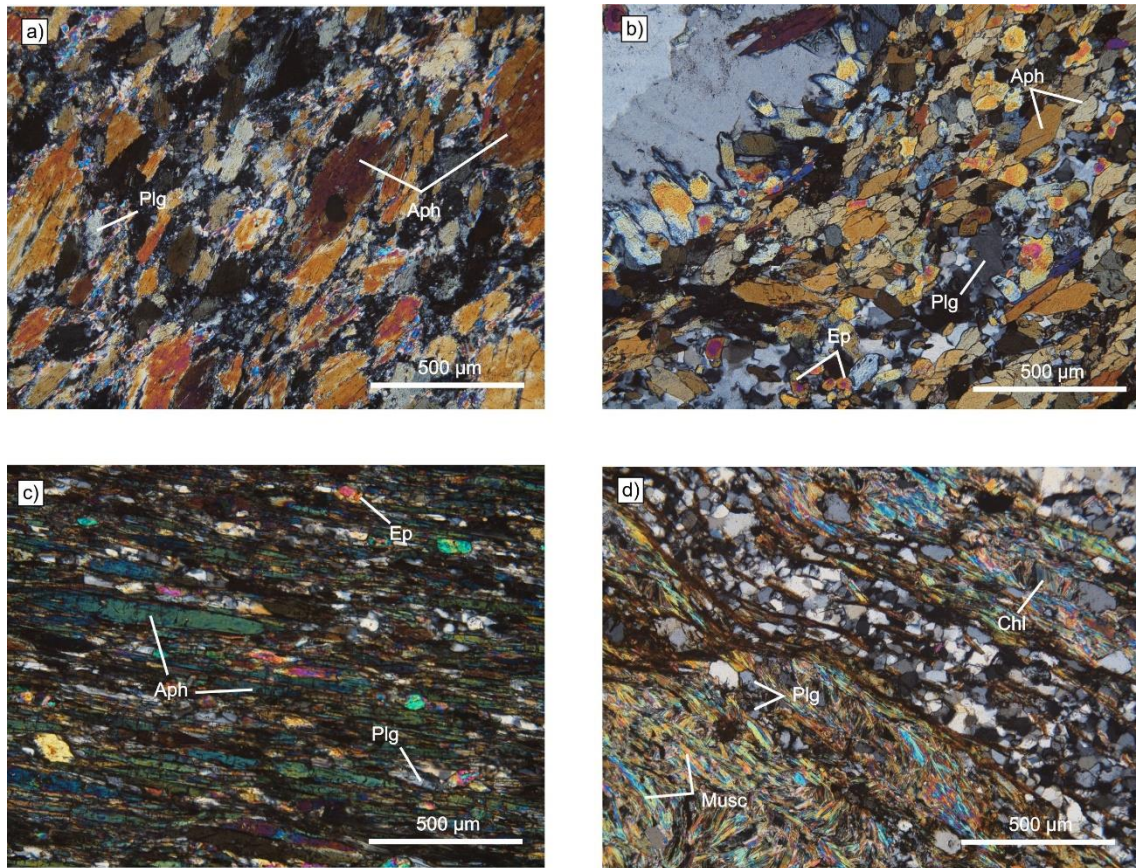


Figure 26 – Microscopic photographs (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) of the Field samples a) PεG1.1 (Greenschist), b) AF2.5 (Amphibolie), c) PO1.2 (Amphibolite) and d) A'1.1 (Schist).

The samples chosen from the Macedo de Cavaleiros Formation (DMC) consist of mafic metavolcanic rocks of the greenschist facies with similar percentages of amphibole of the tremolite-actinolite series, epidote, feldspar and quartz (Table 22). They are anisotropic (grano-nematoblastic or nematoblastic texture), crenulated and, in DMC1.1 (Figure 27a) it is clear a reduction of the grain (blastomylonite/mylonite foliation) as is mentioned by Pereira, Ribeiro, and Castro (2000, 35) for some of the rocks found in this formation. Most mafic archaeological samples do not show mylonitization and this rock is, therefore, different from the archaeological ones. The felsic volcanic tuff sampled within the DMC rocks is mostly made out of quartz, chlorite and very fine muscovite (Table 22). It is also anisotropic (lepidoblastic texture) and crenulated.

This formation also includes some intercalations of mafic metavolcanic rocks (β t) which are very similar to the mafic DMC samples described before, but with coarser grain and lower deformation (Figure 27b). Sample β t3.1 is an exception; it is mostly made up of quartz and few phyllosilicates and is likely part

of a quartzite dike intersecting this geological unit and not a mafic metavolcanic rock.

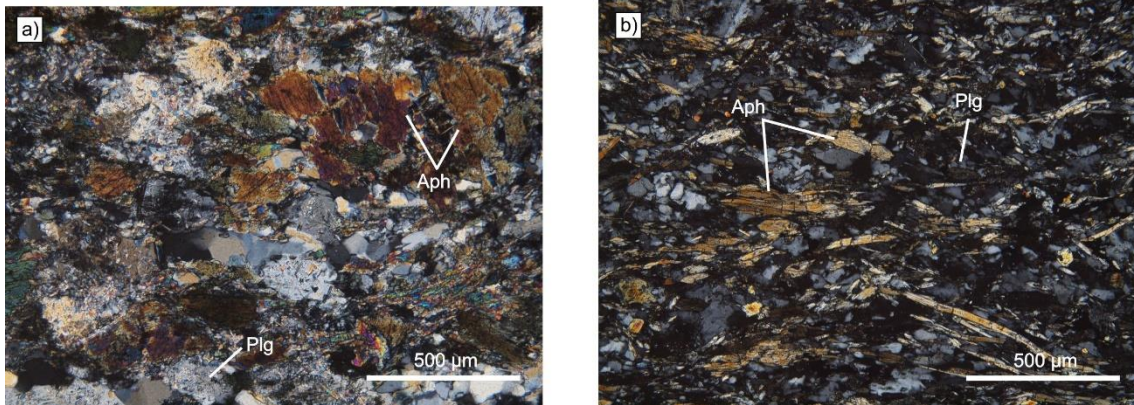


Figure 27 – Microscopic photographs (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) of the Field samples a) DMC1.1 (Greenschist) and b) βt4.1 (Greenschist).

The volcanic-siliceous complex (SVS) sample consists of a rock with a lepidoblastic texture, crenulation and mostly made out of quartz, feldspar and muscovite (Table 22). The SVS1 sampled shows recrystallized subgrains of quartz (Figure 28a), fine muscovite crystals and what was thought to be chlorite during macroscopic analysis turned out to be green biotite. As was said in a previous chapter, this unit was sampled due to similarities with the more pelitic samples recovered at the archaeological site, like FC10680, FC10972 and FC11900, however similar in macroscopic analysis, the SVS1 sample is very different microscopically to these archaeological items.

From the felsic porphyritic metavolcanic rocks (ρ) both samples have a lepidoblastic texture, crenulation and a high percentage of quartz, feldspar and muscovite (Table 22). Like sample SVS1, what was thought to be chlorite, during macroscopic analysis of sample ρ 2.3, turned out to be green biotite. It is also important to highlight sample ρ 1.1 with porphyroblasts of feldspar in a rich phyllosilicate matrix that is unlike any other field and archaeological sample (Figure 28b).

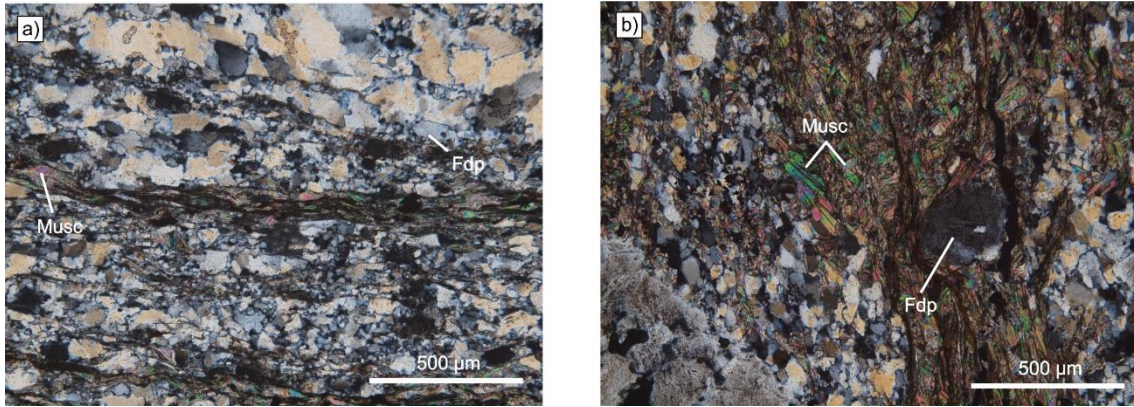


Figure 28 – Microscopic photographs (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) of the Field samples a) SVS1 (Schist) and b) p1.1 (Felsic metavolcanic rock).

The sampled rocks chosen from the Quartzite-Phyllite Formation (QFQ) have lepidoblastic texture and are crenulated (Figure 29). Quartz is usually the most common mineral, followed by feldspar or muscovite (Table 22). These rocks show an intercalation of dark (presence of oxides) and light layers, a reduction of grain size (Figure 29f) and all show stronger planar anisotropy than the archaeological items.

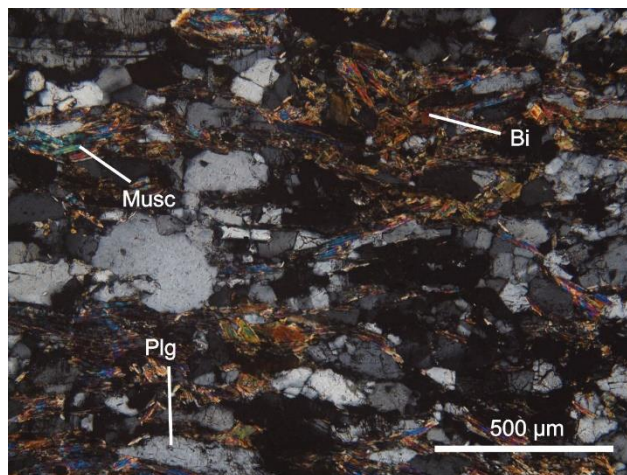


Figure 29 – Microscopic photograph (ocular lens x10, objective lens x10, cpl) of the Field sample QFQ6.1 (Qz-phyllite)

8.2.3. Synthesis of microscopic analysis results

From this microscopic analysis to both archaeological and field samples, the following can be said:

- Felsic volcanic rock FC10679 is isotropic and very poor in phyllosilicate minerals and is, therefore, very different from the felsic volcanic field samples (ρ) from the SVS of the region. Nonetheless, two samples (ρ 1.1 and ρ 2.3) from this unit were selected to be chemically compared with FC10679.

- Qz-Phyllite rocks are very similar mineralogically and texturally to rocks from the Quartz-phyllite Formation (QFQ), however, so are the two more psammitic archaeological samples from the Pelite-Psammitic group (FC11235 and FC11431). It is, therefore, important to chemically compare exemplars from each group to the chosen field sample (QFQ6.1) and see if there is any match. From the Qz-Phyllite group three samples were selected, all with different stages of deformation (FC10873, FC11285 and FC11702).

- Archaeological samples FC10972 and FC10680, from the pelite-psammitic group, were chosen for further analysis; the first due to the difficulty distinguishing the present phyllosilicate as muscovite or talc and, the second, as an exemplar of the more pelite variety of this group.

- Among the mafic metavolcanic rocks, a sample from each of the mineralogical sets mentioned before was chosen for chemical analysis by EMPA. Sample FC10449, richer in hornblende and weaker anisotropy, and FC10319 richer in tremolite-actinolite and strongly anisotropic, were chosen to be compared with field samples from the amphibolite Formation (AF2.5 and PO1.2), while FC10459 with more epidote than amphibole was selected to compare with field samples β t4.1 and DMC3.2.

- Talc-schist rocks found at the archaeological site are different from each other, especially in terms of percentage of iron-rich talc, which has a reddish-brown color that masks the interference colors. Two samples, FC10155 and FC11077 were chosen for chemical analysis and compared with field sample T1.2.

- No field samples were similar to FC10166 and FC10202.

8.3. Mineral chemistry (EMPA)

Considering the knowledge gathered from the microscopic analysis of the different rocks and to endorse or undo the proposed matches between archaeological and field samples, some were chosen to be chemically analyzed by EMPA (Table 23). Different sets of minerals were analyzed for each of these groups (Table 23).

Table 23 – Analyzed archaeological and field samples regarding the most likely match.

Group	Archaeological sample	Field sample
Pelite-Psammitic	11235	QFQ6.1
	10680; 10972	-
Felsic volcanoclastic	10679; 11702	P1.1; P2.3
Qz-Phyllite	10873; 11285;	QFQ6.1
Mafics	Amphibolite	10319; 10449
	Greenschist	10459
Talc	10155; 11077; 10972	T1.1; T1.2

Table 24 – Analyzed minerals for each group of rock.

Rock group	Analyzed minerals													
	Fdp	Musc	Bi	Chl	Aph	Ep	Px	Talc	Serp	Cal	Phph	Sulf	Ox	
Pelite-Psammitic	X	X	X	X									X	
Felsic volcanoclastic	X		X			X							X	
Qz-Phyllite	X	X	X								X		X	
Mafics	X			X	X	X	X				X	X	X	
Talc-schist			X	X				X	X	X			X	

8.3.1. Feldspar

Feldspar is an aluminosilicate with a general formula of MT_4O_8 ($T = Si^{4+}$, Al^{3+} ; $M = K^+$; Na^+ ; Ca^{2+}) and which most common composition follows the ternary system $KAlSi_3O_8 - NaAlSi_3O_8 - CaAl_2Si_2O_8$. There can be, however, some elements occupying the T and M position in the structure of the feldspar.

Based on the EMPA results (Chapter 12.8.1.5), the ternary diagrams of Figure 30 show a predominance of sodium rich feldspar (albite) in both archaeological and field samples. From the archaeological samples it is notable the existence of anorthite and bytownite in FC10319, both which cannot be found in any of the other rocks. Sample FC10679 shows a presence of albite and orthoclase, while FC11702 only has orthoclase. Regarding the field samples,

p1.1 includes albite and orthoclase like FC10679, and in AF2.5 there can be found albite, oligoclase and andesine. In sample β t4.1 was also found one exemplar of oligoclase, but there is a majority of albite.

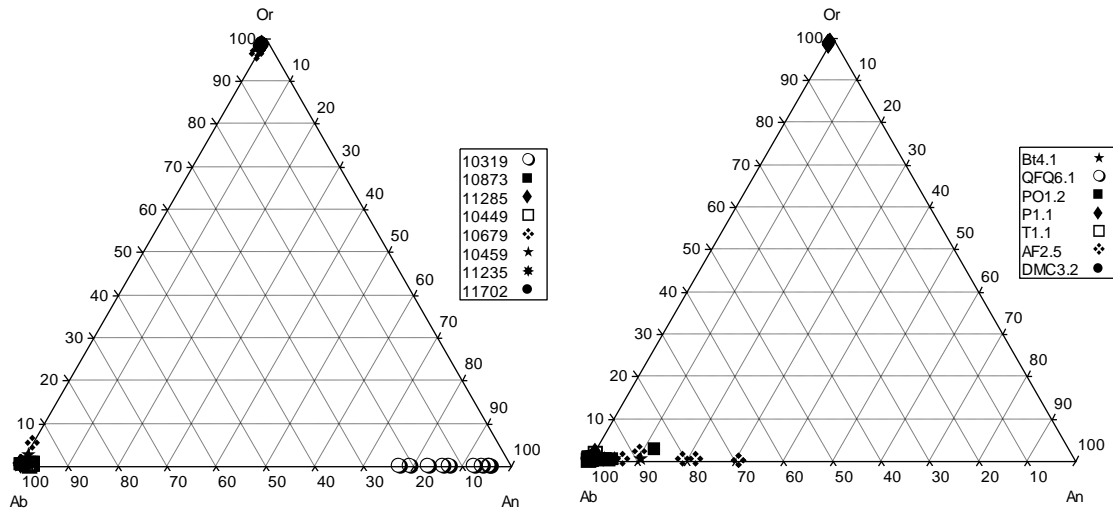


Figure 30 - Ternary diagram Orthoclase (%Or) - Albite (%Ab) - Anorthite (%An), regarding the cationic proportions of K, Na and Ca (cation number based on 8 oxygens) in the archaeological samples (on the left) and in the field samples (on the right).

Regarding the composition of the albites from the archaeological samples FC11235, FC11285 and FC10873 and field sample QFQ6.1, they all share similar values. Mafic metavolcanic rock samples tend to have higher average values of Σ (Na, Ca, K) than the others do; FC10449 and AF2.5 samples have albites with a stronger An% with average values of 2.21 and 6.72 % correspondingly, while all the other Albites have An% lower than 1% (Table 25). Figure 31a shows a clear distinction of the Anorthite and Bytownite present in sample FC10319 from the other feldspar from mafic metavolcanic rocks, as well as the mutable Na# (Na/(Na+Ca)) values of the feldspar in sample AF2.5. Sample p1.1 has oligoclases with extremely high values of Ba when compared with the feldspar of felsic volcanic and qz-phyllite rocks (Figure 31b).

Table 24 – Average values of %(An, Ab, Or) for the different feldspar and of the average $\Sigma(\text{Na, Ca, K})$ for each sample

Sample	FC10319		FC10449	FC10679		FC10873	FC10459	FC11235	FC11285	FC11702
Feldspar	Anorthite	Bytownite	Albite	Albite	Orthoclase	Albite	Albite	Albite	Albite	Orthoclase
Avg %An	94,53	82,81	2,21	0,06	0,07	0,44	0,68	0,39	0,25	0,03
Avg %Ab	5,44	17,17	97,59	98,39	2,16	99,2	98,54	99,32	99,27	1,85
Avg %Or	0,03	0,02	0,2	1,55	97,77	0,36	0,78	0,29	0,48	98,11
Avg (Na+Ca+K)	0,95	0,94	0,94	0,94	1,01	0,99	0,99	1	1	1,01
Avg Na/(Na+Ca)	0,07	0,16	0,98	1	0,97	1	0,99	1	1	0,98
Sample	βt4.1		PO1.2	QFQ6.1	p1.1		AF2.5		T1.1	DMC3.2
Feldspar	Oligoclase	Albite	Albite	Albite	Orthoclase	Albite	Andesine	Oligoclase	Albite	Albite
Avg %An	10,68	0,8	4	0,41	0,07	0,18	30,63	22,13	6,72	0,23
Avg %Ab	89,08	98,91	95,51	99,09	1,43	98,5	69,22	77,6	93,07	99,38
Avg %Or	0,23	0,3	0,49	0,5	98,51	1,32	0,15	0,27	0,2	0,39
Avg (Na+Ca+K)	1	0,99	0,99	0,97	1,01	0,98	0,99	0,97	0,96	0,98
Avg Na/(Na+Ca)	1	0,99	0,96	1	0,96	1	0,69	0,82	0,81	1

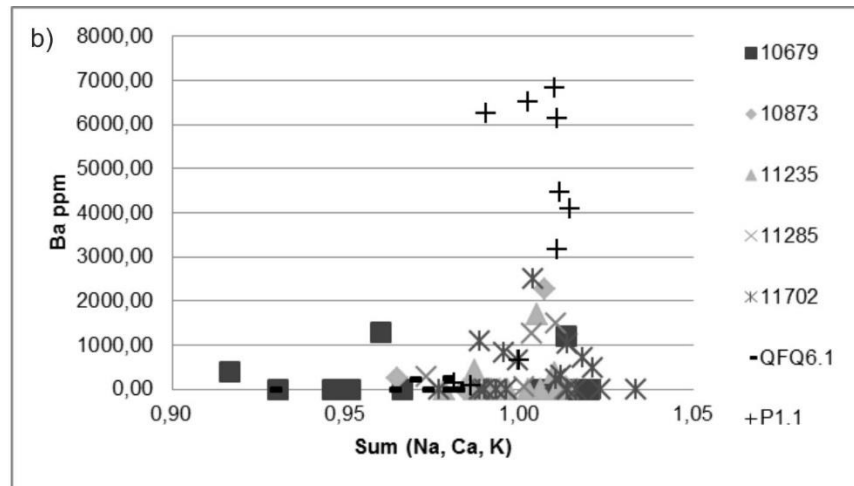
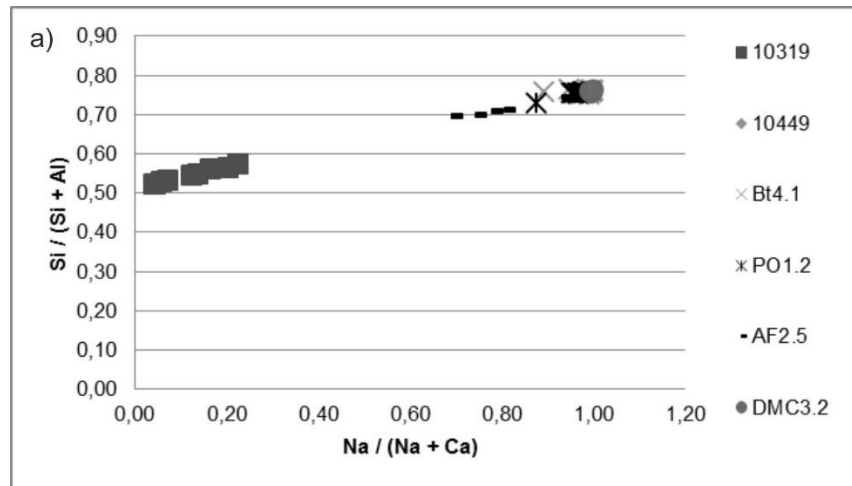


Figure 31 – a) Graphic representation of $\text{Si}/(\text{Si}+\text{Al})$ vs $\text{Na}/(\text{Na}+\text{Ca})$ in the several analyzed feldspar of amphibolite and greenschist samples; b) Graphic representation of Ba (ppm) vs the sum of Na, Ca and K in the different feldspar of felsic volcanic and qz-phylite rocks.

8.3.2. Muscovite

Muscovite is a hydrated aluminosilicate of potassium with an ideal formula of $K_2Al_4 [Si_6Al_2O_{20}] (OH, F)_4$. The ^{VI}Al can, however, be replaced by Mg, Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn, Li, Cr, Ti, V, while K in the dodecahedra position can be replaced by Na, Rb, Cs, Ca and Ba. In general, the EMPA results (Chapter 12.8.1.6) show that the octahedral position is mostly filled by ^{VI}Al , however there is also a strong presence of Fe, Mg and some Ti. In the dodecahedra position, besides K, there is also a slight presence of Na and sometimes Ca.

The projected data in Figure 32a shows the relation between ^{VI}Al and ^{IV}Al . The values of ^{VI}Al are directly related to the presence of Fe and Mg in octahedral position, while ^{IV}Al is directly related to Si. This shows, therefore, that most samples have two groups of muscovites, one, which is closer to the “ideal” muscovite formula with less Fe and Mg, and another where there is a tendency for a more phengitic composition. Regarding Fe# ($Fe / (Fe+Mg)$) and Na# ($Na / (Na+K)$), when plotted against one another, it helps to distinguish the muscovites of some samples. Muscovites from samples FC10680 and p2.3 tend to be richer in Na, while p1.1 has the lowest values of Na (Figure 32b). FC11235, FC10873 and QFQ6.1 have quite similar muscovites, however FC11235 has few muscovites with very low values of Mg, which leads to higher Fe# and a strong variation from the average (Table 25). Sample FC11285 has a different set of muscovites with no match in terms of Fe# and Na# and it also deviates from the rest with a stronger presence of Ba (avg=0.03).

Table 25 – Average (avg) standard deviation (stdv), maximum (max) and minimum (min) of Fe#, Na# in the Muscovites of the different samples.

Sample	10873	10972	10680	11235	11285	p1.1	p2.3	QFQ6.1	T1.1
Avg Fe#	0.41	0.62	0.67	0.51	0.49	0.59	0.4	0.46	0.31
Stdv Fe#	0.05	0.02	0.05	0.14	0.06	0.05	0.03	0.05	0.03
Max Fe#	0.51	0.65	0.73	0.75	0.55	0.7	0.46	0.54	0.34
Min Fe#	0.34	0.59	0.62	0.34	0.35	0.53	0.36	0.39	0.28
Avg Na#	0.03	0.05	0.11	0.03	0.05	0.01	0.08	0.02	0.03
Stdv Na#	0.01	0.01	0.04	0.02	0.02	0	0.02	0	0.01
Max Na#	0.04	0.06	0.19	0.06	0.08	0.01	0.11	0.03	0.04
Min Na#	0.01	0.04	0.08	0.01	0.03	0	0.06	0.02	0.01

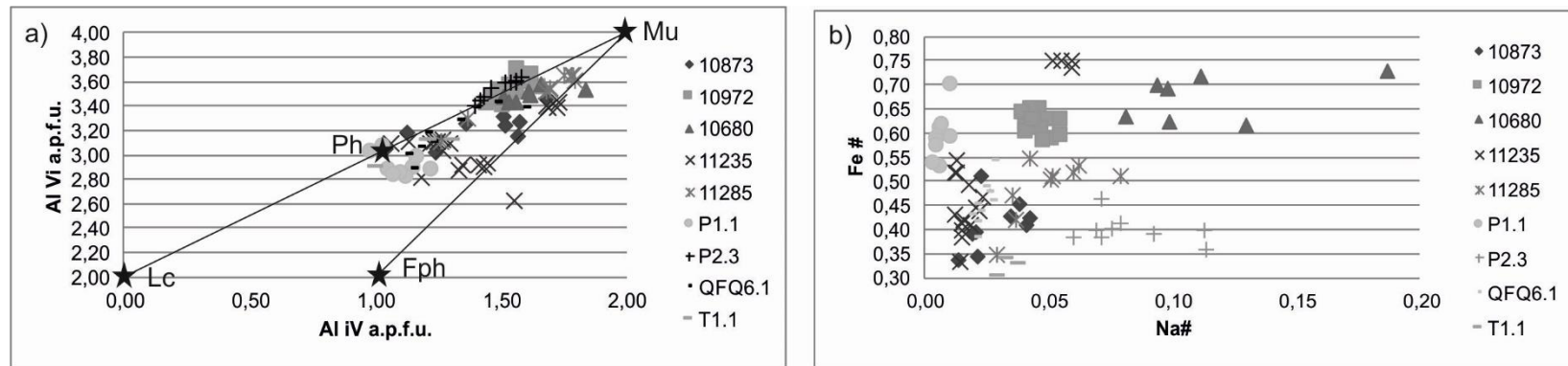


Figure 32 – a) Graphic representation of the values of Al in the octahedral (Vi) and tetrahedral (iv) position in the Muscovites of the different samples. It also showcases the substitution of Al by (Mg,Fe) with a general tendency towards a more phengitic composition; b) Graphic representation of Fe# against Na# for different muscovites of each sample

8.3.3. Biotite

Biotite is an hydrated aluminosilicate of potassium, iron and magnesium with an ideal formula of $K_2(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(F,OH)_2$. Common substitutions for K are Na, Ca, Ba, Rb and Cs, while Fe^{2+} can be replaced by Mn and Al by Li. Ti can replace both Si in the tetrahedral position as Fe and Mg in the octahedral position. The only two samples with analyzed biotite are FC11285 and QFQ6.1.

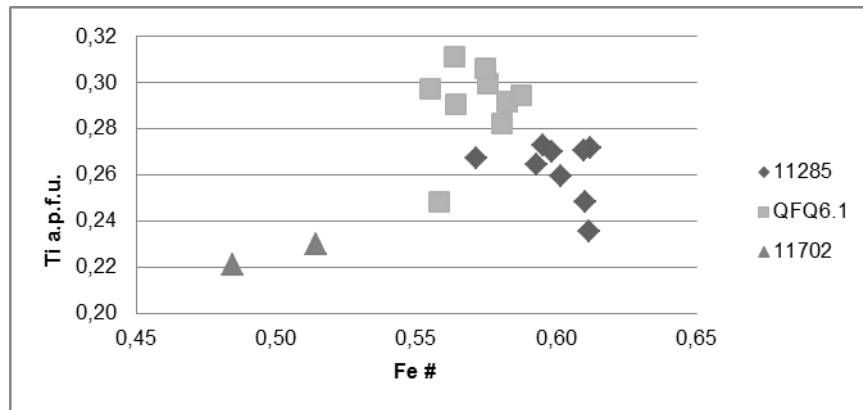


Figure 33 – Graphic representation of Fe# against Na# for different muscovites of each sample

Comparing the results obtained by EMPA (Chapter 12.8.1.2), the Fe and Mg content of these biotites shows that they are very similar (Figure 33), although FC11285 has biotites which are generally a bit richer in Fe and less in Mg and Ti (Table 26).

Table 26 – Average values of Ti, Fe, and Mg and Fe #in the biotites of the two samples.

Sample	FC11285	QFQ6.1
Avg Ti	0.26	0.29
Avg Fe	2.77	2.68
Avg Mg	1.84	2.01
Avg Fe#	0.60	0.57

8.3.4. Chlorite

Chlorite is an aluminosilicate with a similar layered structure like mica, but with a strong and diverse substitution of cations, which leads to a great variety of compositions. Typically it can be represented with the formula – $[R^{2+}, R^{3+}]_6[Si_{8-x}, R^{3+}]_4O_{20}(OH)_{16}$, where R^{2+} can be Mg, Fe, Mn, Ni, Zn and R^{3+} can be Al, Fe, Cr (x usually between 1 and 3).

Results obtained by EMPA (Chapter 12.8.1.3) show a general tendency for lower values of Fe# in chlorites from amphibolite and greenschist rocks (FC10449, FC10459, β t4.1, DMC3.2 and AF2.5 - Table 27), while in Pelite-Psammite rocks (FC10680 and FC10972) show the highest values of Fe# (Figure 34).

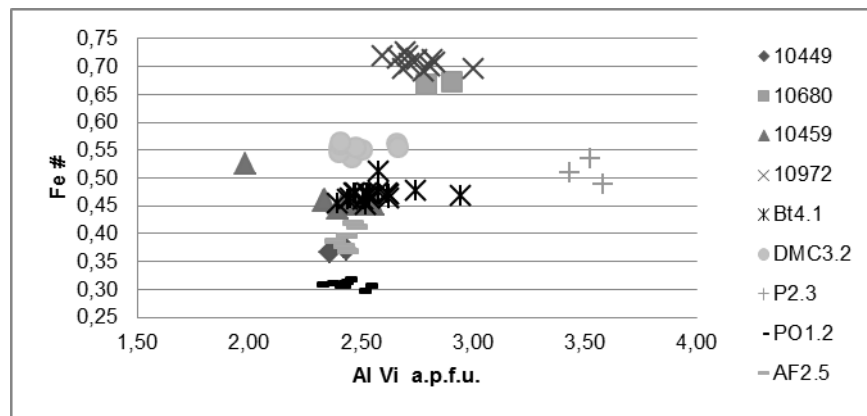


Figure 34 – Graphic representation of Fe# and Al Vi in the different chlorites of each sample.

Archaeological sample FC10459 has similar chlorites to field sample β t4.1, whereas FC10449 has similar Fe# values to AF2.5. Regarding PO1.2, DMC3.2 and P2.3, all these samples have chlorites that create separate groups of values. FC10680 is distinguished from the rest due to the greater presence of Mn (avg=0.23 - Table 27), while p2.3 separates from the others due to a lesser presence of this cation.

Table 27 – Average values and standard deviation of Fe# in the different chlorites of each sample.

Sample	10449	10680	10459	10972	β t4.1	DMC3.2	p2.3	PO1.2	AF2.5
Avg Fe #	0.37	0.67	0.46	0.71	0.47	0.55	0.51	0.31	0.39
Stdv Fe #	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02
Avg Mn	0.06	0.23	0.07	0.07	0.06	0.07	0.01	0.03	0.04
Stdv Mn	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01

8.3.5. Clinozoisite-Epidote series

In some samples was also analyzed minerals of the Clinozoisite - Epidote series with a formula ranging from $\text{Ca}_2 (\text{Al}_3) [\text{Si}_2\text{O}_7] [\text{SiO}_4] \text{O} (\text{OH})$ to $\text{Ca}_2 (\text{Al}_2\text{Fe}^{3+}) (\text{Si}_2\text{O}_7) (\text{SiO}_4) \text{O} (\text{OH})$, in which Al can also be replaced by Fe^{3+} . Regarding the concentration of Ca, its values do not deviate much and do not allow a clear distinction between samples (Table 28). Compared with Ca, the values of Fe^{3+} and its relation with Al in the tetrahedral position helps distinct some samples (Figure 35). While the presence of Fe^{3+} is strong in sample DMC3.2 and some examples from sample $\beta\text{t}4.1$, samples AF2.5 and FC10459 show the lowest levels of Fe^{3+} .

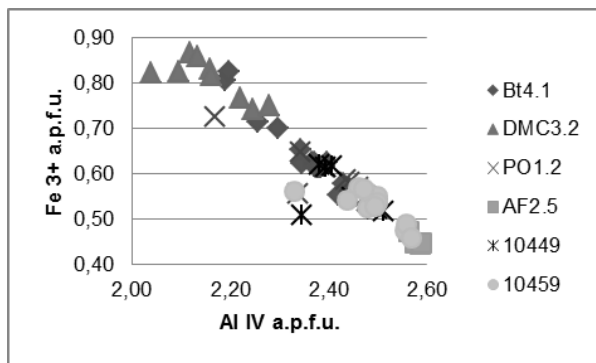


Table 28 – Average and standard deviation values of the different epidotes in each sample.

Sample	10449	10459	Bt4.1	DMC3.2	PO1.2	AF2.5
Avg Fe	0,56	0,53	0,65	0,81	0,59	0,47
Stdv Fe	0,05	0,04	0,08	0,05	0,06	0,03
Avg Ca	1,97	1,96	1,98	1,98	1,96	1,95
Stdv Ca	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01

Figure 35 – Graphic representation of the relation between Fe^{3+} and Al in the different epidotes from each sample.

8.3.6. Serpentine

Serpentine is a hydrated silicate of Mg with an ideal formula of $\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$, in which Si can sometimes be replaced by Al and Mg by Al, Fe^{2+} by Fe^{3+} . This mineral is found in both archaeological and field talc-schist samples (FC10155, FC11077, T1.1 and T1.2). It is notable in Figure 36 a similarity between the serpentine in samples FC10155 and both field samples, although some examples from T1.1 deviate from the others.

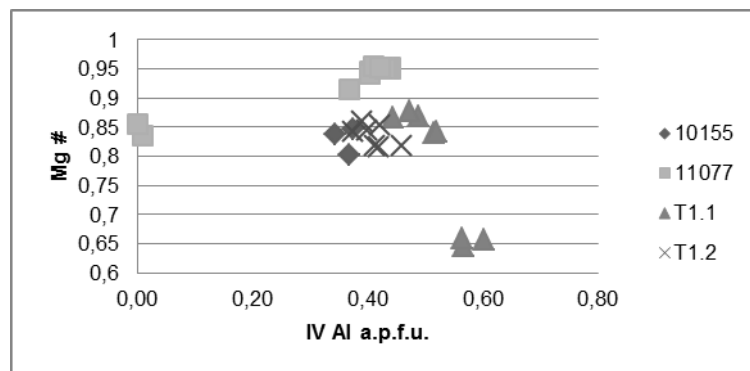


Figure 36 – Graphic representation of Mg# in relation to the presence of Al in the tetrahedral position of serpentines.

8.3.7. Talc

Talc is a hydrated silicate of Mg with an ideal formula of $Mg_6[Si_8O_{20}](OH)_4$ in which Si can be slightly replaced by Al and Ti, while Mn, Al and Fe can replace Mg. The data plotted in Figure 37 shows this substitution of Mg by Al, Fe and Mn and how sample FC11077 is much richer in Mg than the others. In general, Mg# values are quite constant in every sample with low deviation from the average (Table 29), while the $\Sigma(Al, Fe, Mn)$ oscillates more.

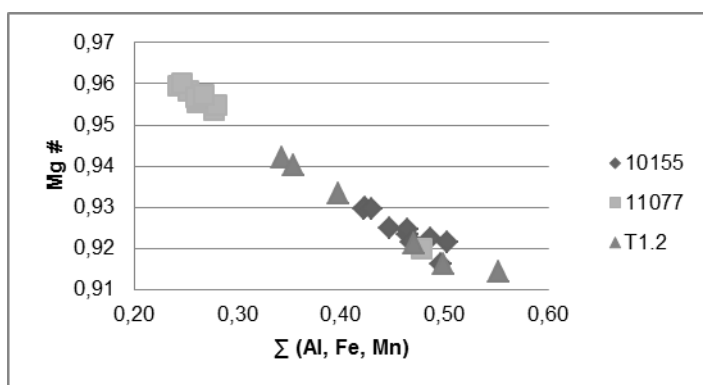


Figure 37 - Graphic representation of the relation between Mg# and the sum of Al, Fe and Mn in the different talc of each sample.

Table 29 – Average and standard deviation values of Mg#, $\Sigma(Ca, Na, K)$ and $\Sigma(Al, Fe, Mn)$ for Talc in each sample.

Sample	10155	11077	T1.2
Avg Mg #	0,92	0,95	0,93
Stdv Mg #	0	0,01	0,01
Avg $\Sigma(Al, Fe, Mn)$	0,46	0,28	0,44
Stdv $\Sigma(Al, Fe, Mn)$	0,03	0,07	0,08

8.3.8. Amphibole

An amphibole is classified based on the chemical contents of the standard amphibole formula ($AB_2C_5T_8O_{22}W_2$, where A = □, Na, K, Ca, Pb^{2+} , Li; B = Na, Ca, Mn^{2+} , Fe^{2+} , Mg, Li; C = Mg, Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al, Fe^{3+} , Mn^{3+} , Ti, Li; T = Si, Al, Ti, Be; W = (OH), F, Cl, O^{2-} .) and on a double silicate chain structure (Hawthorne, Oberti, Harlow, *et al.*, 2012). Considering the occupancy of the “B” position, amphiboles can be divided in 4 major groups: magnesium-iron-manganese-lithium group; calcic group; sodic-calcic group and sodic group.

Among all the archaeological and field samples, there is a greater presence of calcium amphibole, in particular Mg-hornblende and actinolite (Figure 38a). Regarding calcium amphiboles, it can be said that FC10459 is the sample with the greatest variety of compositions primarily in terms of Si. This sample, however, has very similar actinolite to field sample $\beta t4.1$ in terms of Mg# ($Mg/(Mg+Fe)$) and Na# ($Na/(Na+K)$) (Figure 38a and Figure 38b). Concerning the previous variables, the Mg-hornblende from samples FC10449, AF2.5 and PO1.2 are alike; however, from the data plotted in Figure 38c and Figure 38d it is possible to say that there is a greater parallel between FC10449 and PO1.2. These two field samples, however, do not have in their composition actinolite amphibole as FC10449 has. From the last figure, it is also clear the difference in the actinolite from sample FC10319 and FC0449.

Lastly, in sample FC11702 there are two exemplars of sodium amphibole riebeckite with an average formula of $Na_{1.78}Fe^{2+}_{1.58}Fe^{3+}_{1.70}[Si_{7.97}O_{22}](OH_{1.80})$.

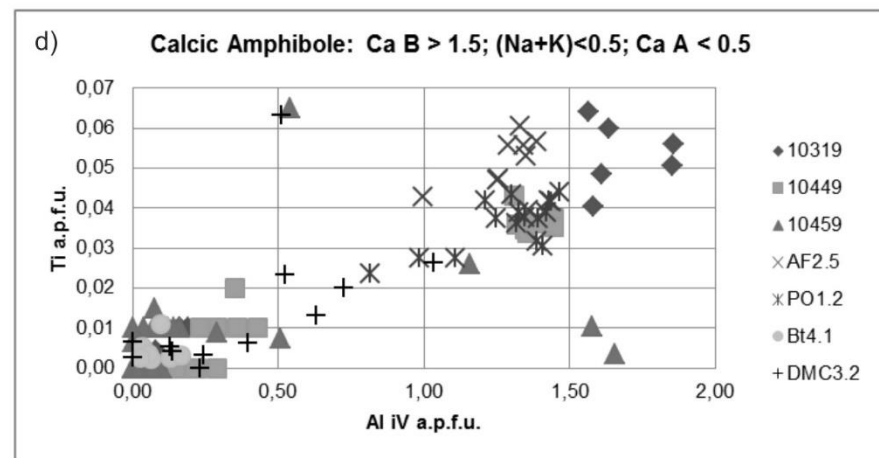
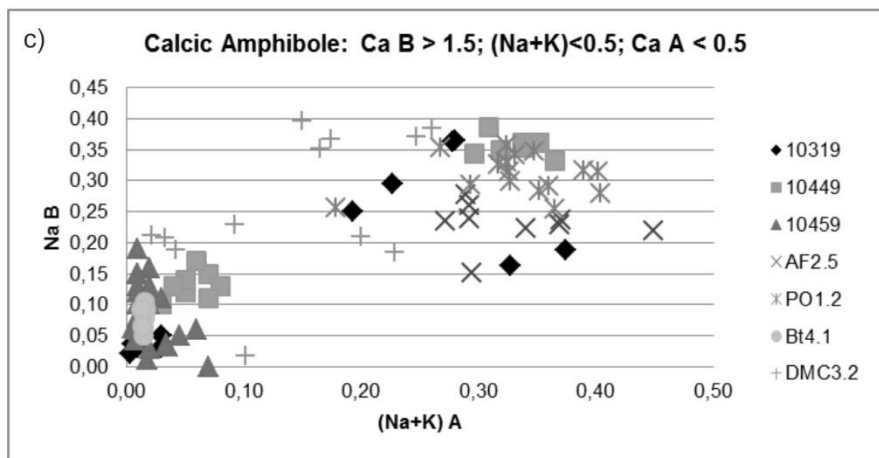
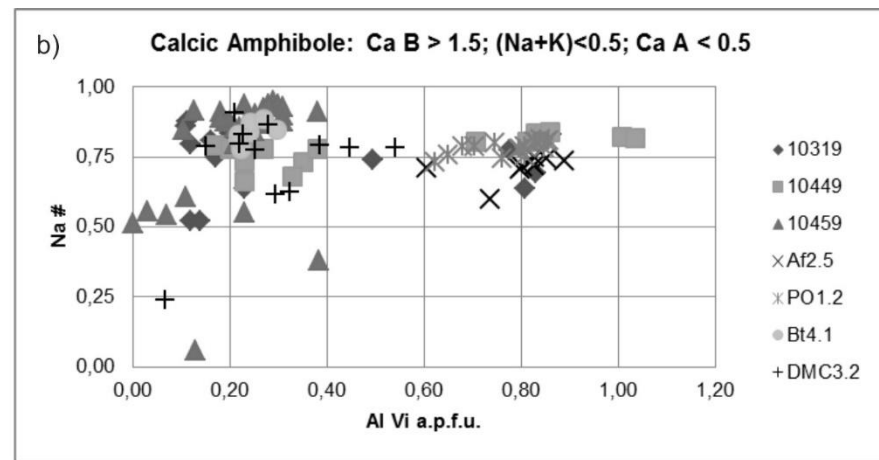
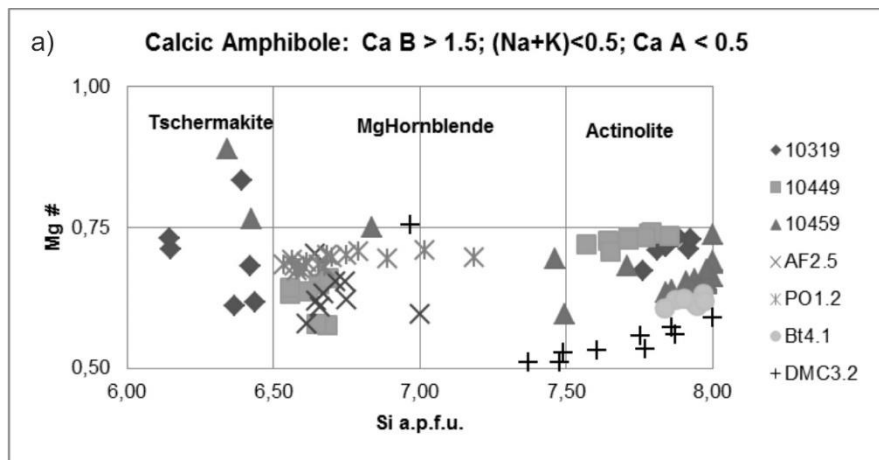


Figure 38 – a) Calcic amphibole graphic distribution according to Mg# / Si a.p.f.u. in the different samples; b) Calcic amphibole graphic distribution according to Na # and Al Vi a.p.f.u. in the different samples; c) Calcic amphibole graphic distribution of Na in the B position and the sum of Na and K in the A position for each sample; d) Calcic amphibole graphic distribution of Ti in relation to Al iv a.p.f.u. for each sample.

8.3.9. Pyroxene

The archaeological samples FC10679 and FC11702 both have aegirina-augite, a calcic-sodic clinopyroxene with a formula of $(\text{Na,Ca})(\text{Fe}^{3+},\text{Fe}^{2+},\text{Mg})[\text{Si}_2\text{O}_6]$. In these samples, the pyroxenes have a major presence of Na over Ca consisting, therefore, of aegirine. This pyroxene is, however, different in each sample. In FC11702 the aegirine have more Ca (Figure 39a), while FC10679 shows aegirine with higher concentrations of Fe than Mg and more Na (Figure 39b).

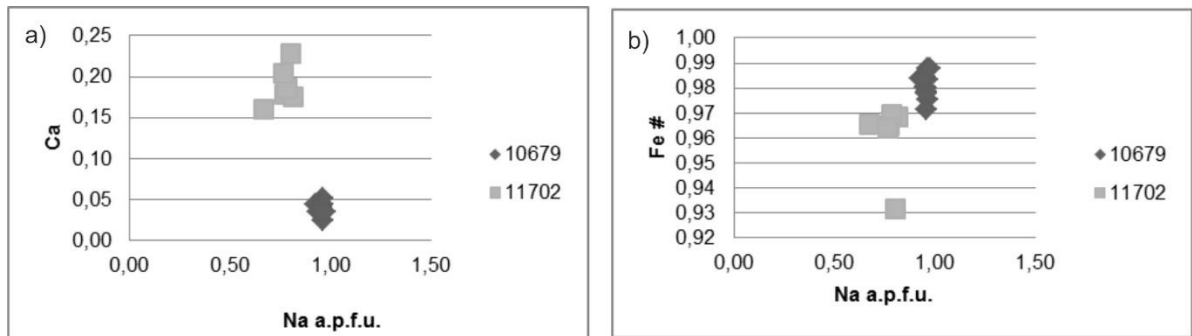


Figure 39 – a) Graphic representation of Fe# ($\text{Fe}/(\text{Fe}+\text{Mg})$) and Na a.p.f.u. in aegirines in samples FC10679 and FC11702; b) Graphic representation of Ca and Na a.p.f.u. in aegirines in FC10679 and FC11702.

8.3.10. TitaniteTitanite

TitaniteTitanite is a silicate of calcium and titanium ($\text{CaTi}[\text{SiO}_5]$) where the octahedral positions can be sometimes occupied by Al and Fe^{3+} and Ca can be replaced by REE. Regarding Titanite, sample FC10449 has quite similar Ti a.p.f.u. values as AF2.5, Bt4.1 and DMC3.2, while FC11235 has less (Figure 40). The values of Ca, on the other hand, are in average similar among all samples (Table 30).

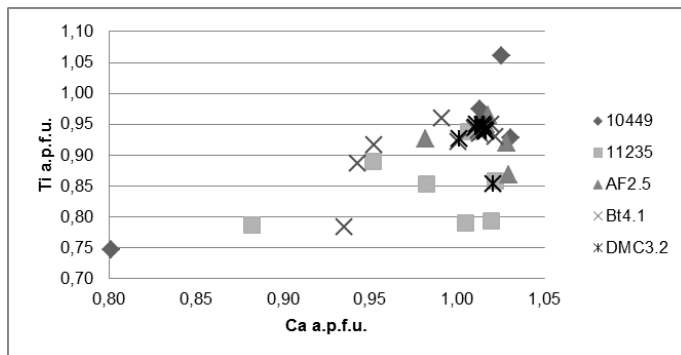


Figure 40 – Graphic representation of Ti a.p.f.u. and Ca a.p.f.u. in different titanitetitanite from each sample.

Table 30 – Average values of Ti and Ca of the titanitetitanite from the different samples.

Samples	10449	11235	AF2.5	Bt4.1	DMC3.2
Avg Ti	0,94	0,84	0,93	0,92	0,93
Avg Ca	0,98	0,98	1,01	0,99	1,01

8.3.11. Ilmenite

Ilmenite (FeTiO_3) is a Fe and Ti oxide present in the samples amphibolite samples FC10319, FC10449 and AF2.5, the greenschist $\beta\text{t4.1}$ and the qz-phyllite QFQ6.1. The Fe in ilmenites is usually partially replaced by Mg and Mn; Figure 41 shows this substitution of Fe by Mg and Mn in relation to Ti a.p.f.u. in each sample. Regarding this oxide, the only comparable samples are FC10319, FC10449 and AF2.5, which have similar values in terms of Ti, but it is notable a higher substitution of Fe by Mg and Mn in sample FC10449 and a stronger presence of Fe in both sample FC10319 and AF2.5.

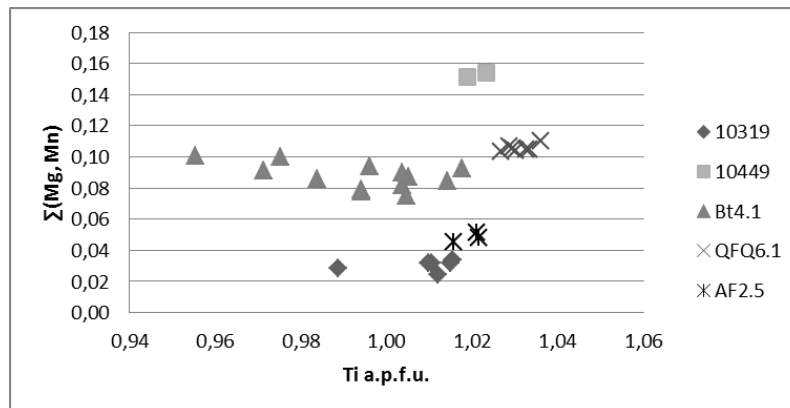


Figure 41 – Graphical representation of the $\Sigma(\text{Mg}, \text{Mn})$ in relation to Ti a.p.f.u. in the different ilmenite of each sample. Two outliers from sample Bt4.1 were excluded to better visualize the different groups.

8.3.12. Chromite

Chromite ($\text{Fe}^{2+}\text{Cr}_2\text{O}_4$) belongs to the Spinel group and can be found in FC11077 and T1.2. Table 31 shows sample FC11077 typically richer in Fe than T1.2, while the field sample has a stronger presence of Al.

8.3.13. Apatite

Apatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$) is a phosphate mineral that can be found in some mafic samples (FC10449, $\beta\text{t4.1}$, AF2.5, PO1.2 and DMC3.2), in one felsic volcanic field sample (p1.1) and a quartz rich field rock from the Vale da Porca unit (T1.1). Apatite is also present in most qz-phyllite samples, but it was only possible to analyze, due to the size of the crystal, the apatites from FC11235 and QFQ6.1. Among the analyzed apatite, it is possible to compare the amphibolite mafic rocks (FC10449, AF2.5 and PO1.2) and the qz-phyllite rocks. Table 32 shows that, when comparing the average values of Ca, P and F, in the first group of rocks, the levels of Ca are lower in

sample FC10449 and the values of Fe are higher in the PO1.2 sample. Considering the qz-phyllite rocks, FC11235 has the highest values of Fe.

Table 31 – Average values of Cr, Al, Fe and Zn in the analyzed chromite from sample FC11077 and T1.2.

Avg	11077	T1.2
Cr	1,36	1,4
Al	0,09	0,36
Fe	1,71	1,2
Zn	0,02	0,04

Table 32 – Average values of Ca, P and F (a.p.f.u.) of the apatite in the different amphibolite and qz-phyllite samples.

Avg	10449	AF2.5	PO1.2
Ca	4,85	4,95	4,95
P	3,05	3,01	3,01
F	0,39	0,39	0,53

Avg	11235	QFQ6.1
Ca	4,94	4,91
P	3,01	3,01
F	0,86	0,79

8.3.14. Rutile

Rutile is a titanium oxide (TiO₂) that can be also have some considerable concentrations of Fe as well as some Nb and Ta. The rutile found in the mafic samples FC10449, AF2.5 and PO1.2, as well as the one found in the felsic volcanic rocks (p1.1 and p2.3) and the quartz rich field rock from the Vale da Porca unit (T1.1) all have quite pure rutile (Table 33).

Table 33 – Average values of Ti, Cr and Fe (a.p.f.u.) in rutile from the different amphibolite samples.

Avg	10449	AF2.5	PO1.2
Ti	0,99	0,99	1,00
Cr	0,00	0,00	0,00
Fe	0,00	0,00	0,01

8.3.15. Other minerals

Among the archaeological and field samples were also identified Calcite, Hematite, as well as some other phosphate minerals (Monazite and Xenotime) and sulfides (Pyrite, Pyrrotite and Calcopyrite) summarized in Table 34. These minerals were not as deeply analyzed as the ones before, since they only occur either in a specific sample or in samples that cannot be compared. It is, however, important to note their existence or inexistence in some rocks.

Table 34 – Summarized carbonates, oxides, phosphates and sulfides present in the analyzed samples.

Minerals	Samples
Calcite CaCO ₃	T1.2
Hematite (α-Fe ₂ O ₃)	FC11077 and DMC3.2
Monazite (Ce,La,Th)PO ₄	ρ1.1, ρ2.3 and T1.1.
Xenotime Y(PO ₄)	ρ2.3
Pyrrhotite F ₇ S ₈ -FeS	AF2.5
Troilite FeS ₂	DMC3.2
Calcopyrite CuFeS ₂	DMC 3.2

8.4. μ-XRF analysis

μ-XRF analysis was used to determine if there was a concentration of metals (copper, lead or arsenic) on the surface of some artefacts. These artefacts might have been used to work bronze or gold and this use would be expected to leave some traces on the rock tools¹⁹. Table 35 shows that the values of Cu, Pb and As are usually similar or just slightly lower/higher in the worked surfaces in comparison with not-worked surfaces (control surface - C). Each map represents a small section of 29.5 mm² of rock and was analyzed using an Al630 filter for 12 minutes. The results obtained do not accurately demonstrate the use of the chosen artefacts as tools for metalwork, since the values between the analyses on worked surfaces had to be sufficiently higher than the ones on not worked surface.

Table 35 – Summarized results obtain through μ-XRF analysis.

Sample	Map	Cu	Pb	As	Sample	Map	Cu	Pb	As
10248	1	726	2920	0	10614	1	2989	1655	1043
	2	232	716	200		2	356	1069	168
	C1	232	716	200		C1	718	1768	0
	C2	655	2527	376		C2	638	1916	0
10317	1	1051	2238	489	10831	1	646	2216	134
	2	638	2046	138		2	868	1992	371
	C1	778	3293	0		C1	646	2216	134
10413	1	1243	2432	210	12519	1	846	3730	239
	C1	670	2631	130		2	846	3730	239
	C2	1243	2432	210		C1	1163	3194	474
						C2	1064	2027	509

¹⁹ Although it was attempted, it was not possible to securely determine the presence or absence of tin, since the eventual amount of this metal and the resolution of the analytical technique used was not sufficient to do so.

9. Anthropropic use and procurement strategies of lithic raw materials

The present chapter focuses on discussing the results obtained in this study, mainly to establish a match, if possible, between the archaeological and field samples, but also to discuss other general ideas regarding the lithic assemblage.

Even though the LBA population of Fraga dos Corvos had the technology to create bronze artefacts (see chapter 6.3), these were not the main tools in day-to-day life. When considering the labor tools in use, rocks and minerals were still the main raw materials and an important necessity for these communities.

Concerning the distribution of lithic elements in Sector-M, there is a high number of items in superficial units such as S.U.s. [10003] = [10005] = [10012] and [10015] = [10105] with over 40 lithic elements, that occupy a large area of this sector. The most relevant data, however, concerns the sequence of floors, S.U.s [10011], [10073], [10076], from the UO, and S.U. [10082] from the LO, that show a greater presence of lithics than other S.U.s from non-altered layers. The only exceptions are S.U. [10026] = [10032] = [10109?] from the IO, which is a large and thick layer, and S.U. [10043] from the LO, which data points to a possible garbage dump, and has a high number of lithic elements.

The lithic assemblage of sector-M of Fraga dos Corvos is primarily rich in quartz and quartzite pebbles and cobbles and there is a distinct choice of well-rounded, coarse, prolate pebbles and round to well-rounded prolate cobbles. These pebbles and cobbles do not exist naturally at the site and were, therefore, most likely collected from the nearest watercourses like Carvalhais and Grijó stream. They can also be from occasional trips to the Azibo River, a bit further from the site, in particular between where Vale da Porca and the Azibo dam are today located, and where talc-schist and other soft rocks can be found. Most of these pebbles do not show any signs of use-wear, but were certainly brought to the site for a reason. The presence of quartz fragments/pebbles with thermic fractures points to activities related with strong changes of temperature like firepits and furnaces, but these could also have been used to heat up water (Matos, 2011) or to polish pottery (Sanches, 2008; Luís *et al.*, 2012, p. 22). To determine the actual geological provenance of these types of rocks a more extensive, statistical study would be in order.

Granitic rocks are the third most common type of rock at the site and are most likely from the granitic outcrop south of Vale Benfeito (*cf.* Figure 8) or from the small outcrops near Vilar do Monte (Araújo, 2011). These rocks are visibly chosen for their hardness and coarse grainsize, which makes them suitable to use as grinding stones. These grinding stones are often fractured, making it hard to determine an accurate average size. However, it is possible to say that the largest fragment is a grinding stone of 35 by 20 cm. The complete exemplars could be sometimes quite large and heavy to be easily carried to the archaeological site. This favors the idea that they could be used for more than one activity since exploiting and transporting these blocks could require a great deal of effort. There are several granite fragments with no signs of transformation, which are most likely fragments from these grinding stones or leftovers from their manufacture. This last hypothesis is nevertheless improbable because of the extra weight the unfinished blocks would imply in the effort to transport them up the hill. These fragments could have later been broken and used as non-plastic elements for pottery, since, according to Teodoro Araújo (2011), granite minerals are a common component in that role. Considering the size of the blocks and the difficulty that can be to dismantle an outcrop of rock, it is possible to assume that most rocks were collected in locations where there is a high probability to find dismantled rocks, such as water courses, valleys and at the bottom of ravines. Some watercourses, associated to the Grijó and Carvalhais streams, cross these granitic outcrops and are usually associated with faults, being perfect locations to gather granite (*cf.* Figure 8).

Regarding the different metamorphic rocks found at the site, there are some clear common uses for each type. Quartz-feldspathic rocks (later divided in felsic volcanoclastic and qz-phyllite rocks) and Pelite-psammite rocks are often fine grained and used as polishers. While for the first group there is a clear preference to use as polishers, the second is more widely distributed in terms of functions. The soft talc-schist rocks are chosen specifically to create polished (perforated or not) stones/pendants with or without decoration, while the hard typically homogeneous mafic metavolcanic rocks and quartzites are chosen as percussion tools like hammerstones and hammers (*cf.* Figure 11).

It is still unknown the use of the talc-schist polished (perforated) rocks. One possibility is that they have been used as weights for looms or nets, however the

perforations do not show marks of weathering due to hanging and they are quite light rocks. There is also the chance that these had some type of social significance and not being used as tools, but as ideotecnic artefacts (Senna-Martinez and Cardoso, 2010).

Although there is a notable preference for coarse granite to be used as grinding stones, fine grained granite, quartz-feldspathic rocks, pelite-psammite and mafic rocks are also sometimes used for this purpose. Considering the abundance of granite at the site, the use of other rock types is not due to the lack of a more suitable one. However, they might have a distinct use within these grinding tools. A possible idea was that these smaller grinding stones of fine grained rock were preferable to work metal; still, the results from the μ -XRF did not allow, by themselves, to establish a relation between these rocks and such activities. Further analysis or the use of different analytical techniques would be necessary to accept or discard this idea. This analytical technique was also applied to a small hammer of mafic metavolcanic rock that could also have been used to work metal (*cf.* Figure 10), but the results were also not conclusive.

At sector-M there are few knapped stone artefacts and, the ones that exist, are mostly made out of quartz, a very difficult mineral for knapping (Matos, 2011, p. 49). There is one exemplar of black chert classified as debitage, which provenance would be intriguing to determine. Most likely it could have been collected from the grey and dark marble unit from the volcanic-siliceous complex (SVS) in the region, which, according to Pereira, Ribeiro and Castro (2000, p. 34), includes some cryptocrystalline silica. From the lithic artefacts discovered in 2017, which were not included in this study, there is a new element of chert, this time with a light grey color. It is intriguing that even though there was a known source of chert in the region, the population did not seem to rely on it. Another hypothesis is that chert existed in small quantities and was, therefore, valued and only used for certain specific tasks. Most of these knapped rocks still have quite fresh edges, which leads to the idea that they might have been used for a few certain numbers of tasks and then discarded without being used to full capacity.

According to Bettencourt (1999), LBA sites (from northern Portugal) typical use local and/or regional raw materials, granite, quartz and quartzite being the most common, while flint is extremely rare. Weights for nets or looms appear for the first

time and it is common to find retouched pebbles, perforated slabs, hammerstones and bracelets or necklaces of polished stone. Grinding stones and handstones, polishers and flakes continue being used and there is some lithic industry with the presence of residual flakes, revival tablets and cores. In northern Portugal sites, which include the transition between LBA and the beginning of the Iron Age, local/regional raw materials continue being the most used and flint starts being more used as well. There is evidence of retouched pebbles and flakes, simple flakes, polishers, crushers, grinding stones and handstones and new elements like disks and spindle whorls of polished stone.

Let's address some sites in the north of Portugal which include LBA stratigraphy and lithic artefacts: Castro de Palheiros (CP) in Murça (Vila Real), S. Julião (SJ) in Vila Verde (Braga) and Penedos Grandes (Arco de Valdevez, Viana do Castelo).

The closest to Fraga dos Corvos site is the Castro de Palheiros, studied by Maria Jesus Sanches (Sanches, 2008), which lithic assemblage shares some similarities with the one from Fraga dos Corvos. It can be said that there is a similar use of granitic rocks as grinding stones and handstones, although at Fraga dos Corvos, handstones are fewer. There is also a strong presence of polishers normally made out of phyllite, while amphibolite, quartzite and other hard/compact rocks are used as axes and hammerstones. Considering the overall knapped lithic industry, it is similarly scarce and relies mostly on quartz. Although in a much smaller number, there are also several pebbles with no signs of use at Castro de Palheiros.

Regarding S. Julião in Vila Verde (Martins, 1985 and Bettencourt, 1994) and Penedos Grandes in Arco de Valdevez (Bettencourt *et al.*, 2000), both with LBA stratigraphy, it can be said that there is a strong use of pebbles as raw material to create or use as tools, while at Fraga dos Corvos, most do not show any signs of use. In both sites there are weights made out of granite or quartzite pebbles, while at Fraga dos Corvos the only possible "weights" are made out of talc-schist, a much easier to perforate rock that exists in the region. It is also clear that both sites have a poor knapped lithic industry, with some scarce flakes or cores of quartz. Granite, in S. Julião, was found being used as grinding stone, like in Fraga dos Corvos, but also to polish pottery and other materials or to crush. Being the most common rock in the region, granite seems to have a greater variety of uses at that site.

A bit to the south, in the district of Viseu, there are sites that have relevant information to compare with the site of Fraga dos Corvos, considering the lack of sites of the LBA in the North of Portugal with a study of lithic assemblages.

The Canedotes site (Canha, 2002) shares a poor knapping stone industry with Fraga dos Corvos, but, unlike it, there is a greater presence of polishers (usually quartzite pebbles) over grinding elements (granite grinding stones and handstones), as well as a greater occurrence of “weights”²⁰ (made out of schist). There is also a slightly higher presence of flint elements and the only polished rock consist of a hammer or adze of amphibolite.

The S. Romão site (Senna-Martinez, 1989), like Fraga dos Corvos, includes weights²¹ (made out of schist), hard/compact rocks used as adzes, axes and gouges and grinding stones and handstones made out of granite (Senna-Martinez, 1989, p. 602). As the sites mentioned before, knapped stone industry is poor in S. Romão, including only two exemplars of flint sickles (Senna-Martinez, 1989, p. 514) and no elements of quartz, the most common material at the other sites.

There are some clear similarities between the aforementioned archaeological sites in northern Portugal and the two sites from Viseu, like the poor lithic industry and lack/few elements of flint, as well as the typical use of granite as grinding elements. The use of pebbles, mostly of quartz and quartzite, for different ends is also common in Canedotes, but not in S. Romão. The differences that exist usually relate to the type of rock used for certain tasks, which likely depends on the most common rocks in the region of each site.

Considering the petrographic and chemical analyses carried out, it was possible to determine several important features of the analyzed archaeological and field samples.

Regarding the two exemplars of felsic volcanic rocks (FC10679, FC11702), EMPA results show that, what was thought to be epidote during microscopic analysis of FC10679, turned out to be aegirine. This pyroxene is also present in sample FC11702; however, they are different from one another. Unlike sample FC10679,

²⁰ Use of these artefacts is, like for Fraga dos Corvos, still unknown.

²¹ These artefacts, unlike Fraga dos Corvos, are certainly weights.

FC11702 also includes riebeckite, a sodic-amphibole that, like aegirine, is commonly found in alkaline and ultra-alkaline plutonic rocks, in felsic volcanic rocks and low-grade schists (Deer, Howie, and Zussman, 1981, p. 151) and (Deer *et al.*, 1981, p. 207). This association of minerals, aegirine and riebeckite, is known to happen in the Facho Formation (Rodrigues, Pereira, and Ribeiro 2013, 341–42). This formation is included in the Simplex of Macedo de Cavaleiros, as defined by Ribeiro (1974), and corresponds to peralkaline metavolcanic rocks (panteleritos and comenditos) and metaryolite interlayered by greenschist. It also corresponds to the peralkaline metaryolite rocks from the Volcanic-Siliceous Complex (Ribeiro 1991), that outcrops between Cortiços and Carrapatas in the geological sheet 7-C (Mirandela), to the west of the study area (Rodrigues *et al.* 2010). Considering the characteristics of the rocks present in both formations (Ribeiro 1991) the ones found at the archaeological site share more common features with the massif metavolcanic rocks from Facho Formation (Figure 42, provenance 1) with either more riebeckite or more aegirine. To specify, in sample FC10679 was not found any riebeckite, but the presence of aegirine and both albite and K-feldspar could possibly link this rock with metavolcanic rocks rich in aegirine mentioned by Ribeiro (1991), while FC11702 could match the same or the metavolcanic rocks rich in riebeckite. Neither of these rocks match the porphyritic felsic metavolcanic rocks (ρ) that outcrop near the site, but they might match the rocks described before, found within the SVS, that were not sampled.

Qz-phyllite archaeological samples and a more psammitic variety of the pelite-psammite samples are macroscopically and microscopically similar to the QFQ6.1 caught south of Vilar do Monte (*cf.* Figure 8) and belonging to the geological formation in which the archaeological site is located (Quartzite-Phyllite Formation). To determine which group is the most similar to this formation, some minerals were chemically analyzed and compared. In terms of feldspar, all these rocks have similar albite, however in terms of phyllosilicate minerals there are some differences. FC11285 has muscovites richer in Na and poorer in both Fe and Mg in comparison with the other samples, while FC11235 has mostly muscovites with similar composition to QFQ6.1 and FC10873. Biotite is present in sample FC11285 and QFQ6.1; however, the biotites from the two analyzed samples are not exactly alike. These rocks also include oxides; more specifically ilmenite is present in all samples except FC11235. Sample FC11235

was also thought to have biotite, but turned out to be iron-rich muscovites, as well as titanite. This last mineral is not present in any of the other samples.

In general, FC10873 is an almost perfect match to the field sample QFQ6.1 in terms of both feldspar and muscovites, but also with the presence of ilmenite and apatite. This archaeological sample is then, likely, from the Quartzite-Phyllite Formation and, in particular, near Vilar do Monte (Figure 42 – provenance 2).

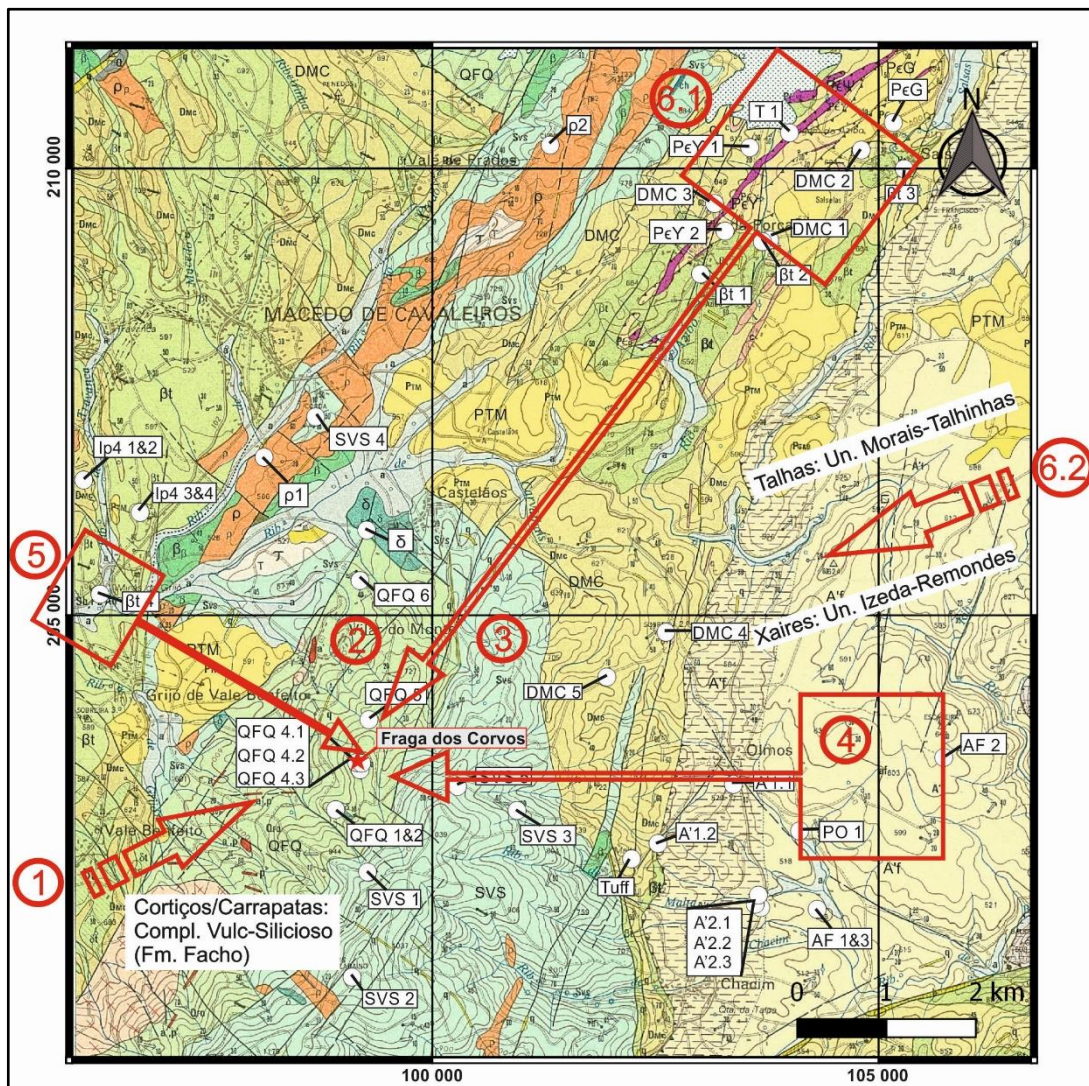


Figure 42 – Map representation of the different possible provenance sites for the different types of rock found at the archaeological site; 1. Metaryolite perlkaline that outcrops between Cortiços and Carrapatas; 2. Quartz-phyllite rocks from the Quartzite-Phyllite Formation; 3. Chlorite-sericite rich schist from the Volcanic-Siliceous Complex (SVS); 4. Amphibolite rocks from the amphibolite formation east of Olmos; 5. Greenschist rocks from the metavolcanic mafic rocks unit (Bt) from the Macedo de Cavaleiros Formation (DMC); 6.1 Talschist rocks that outcrop near the Azibo dam and 6.2 Talschist rocks from the region of Talhas (Morais-Talhinhas unit) and Xaires (Izeda-Remondes unit).

The pelite sample FC10972, as was previously mentioned, was analyzed in order to establish if the fine grained phyllosilicate present was muscovite or talc, since it was hard to determine microscopically, and was determined to be muscovite. This muscovite, as well as the chlorite present in the sample, was compared with sample FC10680 of the same group. These two samples turned out to have quite different muscovites and chlorites, besides the fact that FC10972 does not include any quartz. FC10680 muscovites are much richer in Na and have generally more Fe than the ones from FC10972, while FC10680 chlorites are poorer in Fe and extremely richer in Mn than the chlorites from the other sample. No similar samples were found during fieldwork; therefore, it is not possible to determine the provenance of these rocks. They share, however, some characteristics with the chlorite-sericite schists of the Volcanic-Siliceous Complex (SVS) (Figure 42 – provenance 3), which might include microcrystalline quartz in thin veins, like what occurs in sample FC10680, but also have albite and biotite, which neither archaeological sample has. They might also be from the Quartzite-Phyllite Formation's (QFQ) sericite-rich phyllite or silica-rich phyllite; however, these also include albite and biotite.

Regarding the amphibolite and greenschist rocks, there are two samples that deviate from all the others, FC10319 and DMC3.2. The former due to the presence of anorthite and bytownite, as well as the absence of epidote, and the later differs due to the presence of hematite, plus a tendency for chlorite, epidote and actinolite, all richer in Fe.

Among the amphibolite samples, it is possible to compare the archaeological sample FC10449 and the field samples AF2.5 and PO1.2 from the amphibolite formation to the east of Olmos (Figure 42 – provenance 4). In terms of feldspar, Mg-hornblende and epidote, the archaeological sample is most similar with the field sample PO1.2, on the other hand, concerning the chlorite, titanite and the presence of ilmenite and sulphides, FC10449 is closer to AF2.5. It's also important to note that, regarding feldspar, AF2.5 is the only sample with oligoclase and andesine, while in terms of amphibole, FC10449 is the only with actinolite. FC10449 has both actinolite and hornblende, two amphiboles that can occur together in low-medium pressure metamorphic regions in the greenschist, amphibolite or epidote-amphibolite facies and relate to a progressive metamorphism (Deer *et al.*, 1981). The fact that both AF2.5 and

PO1.2 do not have actinolite does not exclude the possibility that FC10449 might be from the same geological formation (Amphibolite Formation). It is clear that there is no perfect match for sample FC10449, since it shares similarities with both field samples from the Amphibolite Formation. In general, however, it might be possible to say that, although this rock does not originate from either of the sites sampled, it might very well originate from this amphibolite geological unit at a different location.

Regarding the greenschist rocks, the archaeological sample FC10459 can be compared with two samples from the Macedo de Cavaleiros Formation (DMC3.2 and β t4.1). As was determined from the results, FC10459 has very similar actinolite and chlorite to sample β t4.1, while the minerals in DMC3.2 tend to be richer in Fe and Mg epidote is present in all these samples; however, in the archaeological sample it is much poorer in Fe when compared to the others. Titanite and apatite are present in both field samples, but were not found in FC10459. In the end, the mafic metavolcanic rocks from the Macedo de Cavaleiros Formation (β t) north of Grijó Valebenfeito (Figure 42 – provenance 5) seem the most likely provenance of the archaeological sample FC10459; however, probably not from the exact location where β t4.1 was gathered (*cf.* Figure 8).

Concerning the talc-schist group of archaeological samples, FC10155 has talc and serpentine with similar characteristics to that of T1.2, while FC11077 has talc much richer in Fe. FC11077 and T1.2 share the presence of chromite, however, differ regarding major elements like Cr and Fe. The higher values of Fe in the talc of FC11077 are most likely due to the presence of hematite, which is only present in this sample. Calcite minerals, on the other hand, are only present in sample T1.2. There is also sample T1.1, which, as it turned out, does not have talc, but it does have serpentine. It also includes albite, muscovite, rutile and monazite, which do not occur in any of the comparable samples. It is clear that the performed analysis was not enough to determine whether the talc-schist rocks found at the archaeological site match the ones near the Azibo dam (Figure 42 – provenance 6.1). Further samples would be required considering the strong compositional variability of these rocks, added the fact that the area near the dam is heavily exploited for the acquisition of talc, the specific section where the talc-schist artefacts were gathered might also no longer be available for study. Talc is also currently extracted from the bottom of ophiolitic

complex in Talhas, between Morais and the triangulation station (TS) of Castelo, from the bottom of the Morais-Talhinhas unit south of Castro Roupal and also SE of the TS of Xaires (Izeda-Remondes unit) (Figure 42 – provenance 6.2). However, it is still more likely that the talc-schists found at the site are from within the study area, than from a much further location that would require an extra travelling effort, when there is a known exploitation site closer to the site.

One should bear in mind that raw material accessibility might have varied through time depending on the modifications of the geographical landscape and anthropological use. Where today the city of *Macedo de Cavaleiros* is located might have been a good area to exploit a specific fine grained homogenous rock of the *Macedo de Cavaleiros* geological formation, that today is not possible or hard to find among the buildings and roads, and the ones further from the city are worse in quality. Where today there is a river valley close to the archaeological site with quartz easy to exploit, might have been impossible to reach before due to vegetation, or the other way around. It is, therefore, necessary a deep, systematic study of all geological formations in the region, to have a representative analysis.

10. Final thoughts regarding lithic provenance and use in Fraga dos Corvos LBA

The archaeological site of Fraga dos Corvos is located in the Northeast of Portugal, on a predominantly phyllite outcrop in the northwestern slope of Serra de Bornes (Bragança District, Macedo de Cavaleiros County). The LBA lithic assemblage recovered between the field seasons of 2011 to 2016, includes a variety of rocks that can, basically, be divided in 8 groups (from the most common to the least common): Quartz, Quartzite, Granite, Pelite-Psammitic, Qz-Feldspar (Qz-Phyllite and felsic volcanoclastic), Talc-schist, mafics (amphibolite and greenschists) and others. This study focused mostly on determining the possible provenance of some of these rocks, which were sampled and macroscopically and microscopically compared to field samples gathered in different geological formations in the region. Results show, with some certainty, that the qz-phyllite rocks are from the Quartzite-Phyllite formation where the site is located (more specifically near Vilar do Monte - *cf.* Figure 8), that the amphibolite rocks were exploited in the Amphibolite formation to the east of Olmos (*cf.* Figure 8) and that the greenschists are likely from the mafic metavolcanic rocks from the Macedo de Cavaleiros Formation (more specifically to the north of Grijó de Valebenfeito). Regarding the felsic volcanoclastic rocks, the pelite-psammitic rocks and the talc-schists, it was not possible to establish a connection to the studied field samples, but some considerations can be made concerning their provenance. The first group, most likely originated from the peralkaline metaryolite rocks from the Volcanic-Siliceous Complex that outcrops between Cortiços and Carrapatas, while the pelite-psammitic rocks (especially considering the more pelite variety) might be chlorite-sericite schists of the Vulcano-Siliceous Complex or from the Quartzite-Phyllite Formation's sericite-rich phyllite or silica-rich phyllite. These formations, specially the Vulcano-Siliceous Complex, deserve a systematic study in order to fully analyze the different geological facies that it comprises. The same happens with the talc-schists from the Vale da Porca unit that outcrop near the Azibo dam (*cf.* Figure 8). It is, however, also possible that the talc-schists rocks were exploited outside the region of study and further away from the archaeological site.

Considering the granite rocks, these were exploited near Vilar do Monte or Vale Benfeito, while quartz and quartzite pebbles and cobbles were likely gathered from the

Carvalhais and Grijó streams or from the Azibo River and valley. The one exemplar of black chert was likely collected from the grey and dark marble unit from the Volcanic-Siliceous Complex (SVS) in the region, which includes some cryptocrystalline silica.

Besides the different geological formations in the region, there is also the possibility that some of them were gathered in rivers or streams. This means that the rocks have an autochthone exploitation site, but an allochthone provenance site. To determine the actual provenance of these rocks, a systematic, statistical study would be necessary. Finally, there is the possibility that some of the lithic raw materials were either recovered further away and brought to the site or traded with other populations.

There is a clear choice of certain rocks for specific tasks, like the use of coarse grain granite as grinding stones, quartzite and mafic rocks as hammers and hammerstones and talc-schists as polished (perforated) rocks of unknown use.

Results gathered from μ -XRF analysis open up the possibility of using lithic tools for metalwork (hammers, polishers, grinding stones) but do not prove it up to now. Further analysis and, eventually, other analytical techniques will be needed to demonstrate or not this hypothesis.

Procurement strategies of LBA Fraga dos Corvos habitat site seems to continue and develop from earlier one of the MBA local settlement. Nevertheless, a more complete and developed analysis of the MBA assemblage is needed.

11. References²²

ANDREFSKY JR., W. (2005) - *Lithics: macroscopic approaches to analysis*. ISBN: 978-0-511-81024-4.

ARAÚJO, T. (2011) - *Caracterização petrográfica e geoquímica das cerâmicas da sondagem 2 do sítio arqueológico da Fraga dos Corvos (Freguesia de Vilar do Monte, Concelho de Macedo de Cavaleiros)*. MA Dissertation in Geoarchaeology. School of Sciences. University of Lisbon.

AUBÁN, J. B. (2012) - Circulación, Intercambio, Interacción, Interdependencia. De la Cultura material a la red social. *Revista del Museu de Gavà*, 5, pp. 103–110.

AUBRY, T.; GAMEIRO, C.; MANGADO LLACH, J.; LUÍS, L.; MATIAS, H.; and PEREIRO, T. D. (2016) - Upper Paleolithic lithic raw material sourcing in Central and Northern Portugal: Reconstructing Long Distance Social Networks. *Journal of Lithic Studies*, 3:2.

AUBRY, T.; LUÍS, L.; MANGADO LLACH, J.; and MATIAS, H. (2012) - We will be known by the tracks we leave behind: Exotic lithic raw materials, mobility and social networking among the Côa Valley foragers (Portugal). *Journal of Anthropological Archaeology*, 31:4, pp. 528–550.

AUBRY, T. and MANGADO LLACH, J. (2003) - Modalidades de aprovisionamento em matérias-primas líticas nos sítios do Paleolítico superior do Vale do Côa: dos dados à interpretação. MATEUS, J. & MORENO, M. (Eds.), *Paleoecologia humana e Arqueociências. Um programa multidisciplinar para a Arqueologia sob a tutela da Cultura*. Lisboa: Instituto Português de Arqueologia, Vol. 29, pp. 340–342.

²² According to “O Arqueólogo Português”.

- AUBRY, T.; MANGADO LLACH, J.; and MATIAS, H. (2014) - Matérias-primas das ferramentas em pedra lascada da Pré-história do Centro e Nordeste de Portugal. DINIS, P.; GOMES, A.; & MONTEIRO-RODRIGUES, S. (Eds.), *Trânsito e proveniências de materias geológicas: abordagens sobre o Quaternário de Portugal*. Coimbra, APEQ-Associação Portuguesa para o Estudo do Quaternário, pp. 165–192.
- AUBRY, T. and MANGADO LLACH, X. (2003) - Interprétation de l’approvisionnement en matières premières siliceuses sur les sites du Paléolithique supérieur de la vallée du Côa (Portugal). *Les matières premières lithiques en Préhistoire*, 5, pp. 27–40.
- BETTENCOURT, A. M. S. (1994) - A transição do Bronze Final/Ferro Inicial no povoado de S. Julião - Vila Verde: algumas considerações. *Trabalhos de Antropologia e Etnologia: 1º Congresso de Arqueologia Peninsular*. Porto, Vol. 34, pp. 167–184.
- BETTENCOURT, A. M. S. (1999) - *A paisagem e o homem na bacia do Cávado durante o II e o I milénio AC*. Douturamento de História. Braga: Universidade do Minho.
- BETTENCOURT, A. M. S.; DINIS, A.; SOUSA E SILVA, I.; CRUZ, C.; PEREIRA, J.; and MARTINS, J. (2000) - A estação arqueológica dos Penedos Grandes, Arcos de Valdevez (Norte de Portugal): notícia preliminar. *Portugalia*, XXI/XXII, pp. 201–217.
- BINFORD, L. R. (1989) - Technology of Early Man: An Organizational Approach to the Oldowan. *Debating Archaeology*. San Diego, California: Academic Press, Inc., pp. 437–463.

- BISSON, M. S.; BURKE, A.; MEIGNEN, L.; and BURKE, A. (2011) - Paleolithic lithic chipping stations in the Sado Basin, Alentejo, Portugal. *O Arqueólogo Português*, V:1, pp. 359–394.
- BURKE, A.; MEIGNEN, L.; BISSON, M.; PIMENTEL, N.; HENRIQUES, V.; ANDRADE, C.; CONCEIÇÃO FREITAS, M.; KAGEYAMA, M.; FLETCHER, W.; PARSLOW, C.; and GUIDUCCI, D. (2011) - The Paleolithic occupation of southern Alentejo: the Sado River Drainage Survey. *Trabajos de Prehistoria*, 68, pp. 25–49. DOI: 10.3989/tp.2011.11057.
- CABRAL, J.; REBELO, J.; and RIBEIRO, A. (1983) - Neotectónica de Trás-Os-Montes Oriental. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*. Vol. XXIV, pp. 193–197.
- CANHA, A. J. (2002) - *Canedotes - Povoado do Bronze Final do Alto Paiva*. MA Dissertation in Arqueologia. Porto: University of Porto.
- CARDOSO, J. L. and CARVALHOSA, A.B. (1995) - Estudos petrográficos de artefactos de pedra polida do povoado pré-histórico de Leceia (Oeiras). Análises de proveniência. CARDOSO, J. L. (Ed.), *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras, Vol. 5, pp. 123–151.
- CARRIÓN MÉNDEZ, F.; GARCÍA GONZÁLEZ, D.; and LOZANO RODRÍGUEZ, J. A. (2004) - Métodos y técnicas para la identificación de las fuentes de materias primas líticas durante la Prehistoria reciente. pp. 1–15.
- CARVALHO, A. F. (2009) - O Talhe da Pedra na Pré-História recente de Portugal: 2. O estado actual da investigação. *Praxis Archaeologica*, 4, pp. 67–91.
- DEER, W. A.; HOWIE, R. A.; and ZUSSMAN, J. (1981) - *Minerais constituintes das rochas - uma introdução*. Fundação Calouste Gulbenkian.

- DIAS, R. and RIBEIRO, A. (2013) - O Varisco do sector norte de Portugal. *Geologia de Portugal*. Vol. I-Geologia Pré-mesozóica de Portugal, pp. 59–71. ISBN: 978-972-592-364-1.
- DOMÍNGUEZ-BELLA, S.; CALADO, D.; CARDOSO, J. L.; CLOP, X.; and TARRIÑO, A. (2004) - Raw materials in the Neolithic-Aeneolithic of the Iberian Peninsula. In *Slovak Geological Magazine*. Vol. 10, pp. 17–42.
- EDMONDS, M. (2005) - *Stone Tools And Society: Working Stone in Neolithic and Bronze Age Britain*. Taylor & Francis e-Library.
- FÁBREGAS, V. and RODRÍGUEZ, R. (2008) - Gestión del cuarzo y la pizarra en el Calcolítico Peninsular: el ‘Santuario’ de El Pedroso (Trabazos de Aliste, Zamora). *Trabajos de Prehistoria*. Vol. 65, Nº1, pp. 125–142.
- FERREIRA, O. V. and ALMEIDA, F. (1971) - A necrópole do Bronze Meridional Português da Herdade do Peral (Évora). *Madrider Mitteilungen*, 12, pp. 115–122.
- FIGUEIRAL, I. and SANCHES, M. J. (1998) - A contribuição da antracologia no estudo dos recursos florestais de Trás-os-Montes e alto Douro durante a Pré-história recente. *Portugália*, XIX–XX, pp. 71–95.
- FRANCISCO FABIÁN, J. (1984) - Los útiles de arista diédrica sobre prismas piramidales o nódulos de cristal roca (U.A.D.) en el yacimiento de La Dehesa, El Tejado de Béjar (Salamanca). Estudio morfotécnico. *Zephyrus*, 37–38, pp. 115–124.
- GAMEIRO, C. (2003) - *L’industrie lithique de la couche 3 de Lapa dos Coelhos (Torres Novas, Portugal). L’usage des matières premières et la spécificité du débitage lamellaire dans le Magdalénien Final de L’Estremadura portugaise*. Monografia DEA. Paris: Paris.

- GAMEIRO, C. (2012) - *La variabilité régionale des industries lithiques de la fin du Paléolithique supérieur au Portugal*. Douturamento em Préhistoire – Ethnologie – Anthropologie. Paris: Paris.
- GAMEIRO, C.; AUBRY, T.; and ALMEIDA, F. (2008) - L'exploitation des matières premières au Magdalénien Final en Estremadura portugaise: données des sites de Lapa dos Coelhos et de l'Abrigo dos Covões. AUBRY, T.; ALMEIDA, F.; ARAÚJO, A. C.; & TIFFAGOM, M. (Eds.), *Espace et temps: Quelles diachronies, quelles synchronies, quelles échelles?*. Oxford, BAR International Series 1831, pp. 57–67.
- GASPAR, R. (2009) - *Estudo petroarqueológico da utensilagem lítica do sítio arqueológico Lajinha 8 (Évora, Portugal). Análise de proveniências*. Mestrado Geoarqueologia. Lisboa.
- GASPAR, R.; PEDRO, J.; and MATA, J. (2009) - Estudo arqueopetrográfico da utensilagem lítica do sítio neolítico da Lajinha 8 (Évora). *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 12:1, pp. 19–33.
- GEIRINHAS, F.; GASPAR, M.; SENNA-MARTINEZ, J. C.; FIGUEIREDO, E.; ARAÚJO, M. F.; and SILVA, R. J. C. (2011) - Copper isotopes on artefacts from Fraga dos Corvos First Bronze Age habitat site and nearby Cu occurrences: an approach on metal provenance. MATA-PERELLÓ, J. M.; TORRO I ABAT, L.; & FUENTES PRIETO, M. N. (Eds.), *Actas del Quinto Congreso Internacional sobre minería y metalurgia Históricas en el Suroeste Europeu*. pp. 177–184.
- GIL IBARGUCHI, J. I. and ARENAS, R. (1990) - Metamorphic evolution of the allochthonous complexes from the Northwest of the Iberian Peninsula. DALLMEYER, R. D. & MARTÍNEZ GARCIA, E. (Eds.), *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Olviedo, Spain, pp. 237–246.

- HAWTHORNE, F. C.; OBERTI, R.; HARLOW, G. E.; MARESCH, W. V.; MARTIN, R. F.; SCHUMACHER, J. C.; and WELCH, M. D. (2012) - Nomenclature of the amphibole supergroup. *American Mineralogist*, 97, pp. 2031–2048.
- INIZAN, Marie-Louise; REDURON-BALLINGER, M.; ROCHE, H.; and TIXIER, J. (1999) - *Technology and Terminology of Knapped Stone*. Vol. 5.
- INIZAN, Marie-Louise (1999) - *Technology and terminology of knapped stone: followed by a multilingual vocabulary - Arabic, English, French, German, Greek, Italian, Portuguese, Spanish*. (Marie-Louise Inizan, M. Reduron-Ballinger, H. Roche, J. Tixier, & J. Féblot-Augustins, Eds.) Nanterre:CREP. ISBN: 978-2-903516-05-5.
- JORDÃO, P. (2010) - *Análise de proveniências de matérias-primas líticas da indústria de pedra lascada do povoado calcolítico de São Mamede (Bombarral)*. Mestrado Geoarqueologia. Lisboa: Lisboa.
- JORGE, S. O. (1990) - A consolidação do sistema agro-pastoril. ALARCÃO, J. (Ed.), *Portugal das origens à romanização*. Lisboa: Editorial Presença, Vol. Nova História de Portugal.
- JULIVERT, M.; FONTBOTÉ, J. M.; RIBEIRO, A.; and CONDE, L. N. (1974) - *Mapa Tectónico de la Península Ibérica. Baleares y Canarias*. .
- KARDULIAS, P. N. and YERKES, R. W. (1992) - Introduction: Lithic Analysis as Cross-Cultural Study. KARDULIAS, P. N. & YERKES, R. W. (Eds.), *Written in Stone: The multiple dimensions of Lithic Analysis*. pp. 1–5. ISBN: 0-7391-0536-1.
- LEISNER, V. (1958) - Nota sobre um vaso transmontano. *Arqueologia e História*, VIII:8, pp. 145–153.
- LEISNER, V. and RIBEIRO, L. (1968) - Die Dolmen von Carapito. *Madridrer Mitteilungen*, 9, pp. 11–62.

- LEMOS, F. S. (1993) - *O Povoamento Romano de Trás-os-Montes Oriental*.
Douturamento em Pré-História e História da Antiguidade. Braga: Minho.
- LEROI-GOURHAN, A.; BAILLOUD, G.; CHAVAILLON, J.; and LAMING-EMPERAIRE, A. (1968) - *La Préhistoire*. Paris:Presses Universitaires de France. 2^a, Vol. L'histoire et ses problèms 1.
- LU, T. J. and FLECK, N. A. (1998) - The thermal shock resistance of solids. *Pergamon*, 46:13, pp. 4755–4768.
- LUÍS, E. (2010) - *A Primeira Idade do Bronze no Noroeste: O Conjunto Cerâmico da Sondagem 2 do Sítio da Fraga dos Corvos (Macedo de Cavaleiros)*. MA Dissertation in Archaeology. School of Arts and Humanities University of Lisbon.
- LUÍS, E. (2013) - Fraga dos Corvos habitat site (Macedo de Cavaleiros) - the ceramic industry in the context of northern Portugal's Bronze Age. SASTRE BLANCO, J. C.; CATALÁN RAMOS, R.; & FUENTES MELGAR, P. (Eds.), *Arqueología en el Valle del Duero. Del Neolítico a la Antigüedad Tardía: Nuevas perspectivas*. Madrid, Ediciones de la Ergastula, pp. 67–75.
- LUÍS, E. (2016) – *Mudança e transformação. Calcolítico, Bronze Inicial e Bronze Médio em Trás-os-Montes Oriental: reflexões a partir dos recipientes cerâmicos*. PhD Thesis in Prehistory and Archaeology. Lisboa: School of Arts and Humanities. University of Lisbon.
- LUÍS, E.; REPREZAS, J.; and MENDES, C. (2013) - Actividade arqueológica no concelho de Macedo de Cavaleiros; uma retrospectiva do século XX. *Cadernos Terras Quentes*. Vol. 10.

- LUÍS, E.; REPREZAS, J.; and SENNA-MARTINEZ, J. C. (2012) - A Fraga dos Corvos (Vilar do Monte, Macedo dos Cavaleiros) A Campanha 9 (2011): Primeira análise comparativa dos sectores A e M - I Idade do Bronze / Bronze Final? *Cadernos Terras Quentes*. pp. 15–53.
- MANSO, M.; PESSANHA, S.; GUERRA, M.; FIGUEIRINHAS, J. L.; SANTOS, J. P.; and CARVALHO, M. L. (2017) - Unveiling the Third Secret of Fátima: μ -XRF quantitative characterization and 2D elemental mapping. DE LOOS-VOLLEBREGT, M. T. C. & OMENETTO, N. (Eds.), *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*. pp. 35–38.
- MARTINS, M. (1985) - A ocupação do Bronze Final da Citânia de S. Julião, em Vila Verde. Caracterização e cronologia. *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*. Porto: Sociedade Portuguesa de Antropologia e Etnologia, Vol. XXV, pp. 198–222.
- MARTINS, T. da C. (2009) - *Multidisciplinary study of pegmatites and associated Li and Sn-Nb-Ta mineralisation from the Barroso-Alvão region*. Douturamento em Geologia. Porto: Porto.
- MARTÍN-SEIJO, M.; TERESO, J. P.; VAZ, F. C.; GASPAR, R.; and RELLÁN, C. R. (2017) - Early-Middle Bronze Age communities and wood resources management in northeast Portugal: The Sabor valley. *Quaternary International*. pp. 1–15.
- MATIAS, H. (2012) - *O aprovisionamento de matérias-primas líticas na Gruta da Oliveira (Torres Novas)*. MA Dissertation in Geoarchaeology. School of Sciences. University of Lisbon.

- MATIAS, H. (2016) - Raw material sourcing in the Middle Paleolithic site of Gruta da Oliveira (Central Limestone Massif, Estremadura, Portugal). *Journal of Lithic Studies*, 3:2. DOI: 10.2218/jls.v3i2.1452.
- MATOS, D. (2011) - A Exploração do Quartzito e do Xisto: a indústria lítica do sítio de habitat da 1ª Idade do Bronze da Fraga dos Corvos (Macedo de Cavaleiros). *Cadernos Terras Quentes*. Macedo de Cavaleiros, Vol. 8, pp. 47–54.
- MORAIS, P. R. (2008) - Artefactos líticos do Crasto de Palheiros. SANCHES, M.J. *Ed. Castro de Palheiros Fragada do Castro Murça-Portugal*. Murça: Câmara Municipal de Murça. pp. 134 – 141.
- NORONHA, F.; RIBEIRO, M. A.; ALMEIDA, A.; DÓRIA, A.; GUEDES, A.; LIMA, A.; MARTINS, H. C.; SANT'OVAIA, H.; NOGUEIRA, P.; MARTINS, T.; RAMOS, R.; and VIEIRA, R. (2013) - Jazigos filonianos hidrotermais e aplitopegmatíticos espacialmente associados a granitos (norte de Portugal). DIAS, R.; ARAÚJO, A.; TERRINHA, P.; & KULLBERG, J. C. (Eds.), *Geologia de Portugal*. Lisboa: Escolar Editora, Vol. 1-Geologia Pré-Mesozóica de Portugal.
- OLIVEIRA, J. T.; PEREIRA, E.; ANTUNES, M. T.; and MONTEIRO, J. H. (1992) - Carta Geológica de Portugal, escala 1:500000, Serviços Geológicos de Portugal.
- PEREIRA, E.; RIBEIRO, A.; and SILVA, N. (1998) - Carta Geológica 7-D (Macedo de Cavaleiros), escala 1:50000, Serviços Geológicos de Portugal.
- PEREIRA, Eurico; RIBEIRO, A.; and CASTRO, P. (2000) - *Notícia Explicativa da Folha 7-D (Macedo dos Cavaleiros)*. Lisboa: Instituto Geológico e Mineiro.
- PEREIRA, L. M. and MENDES, C. (2015) - Albino dos Santos Pereira Lopo; O homem, a obra, o militar, o arqueólogo. *Cadernos Terras Quentes*. Vol. 12, pp. 7–31.

- PEREIRA, T.; ANDRADE, C.; COSTA, M.; FARIAS, A.; MIRÃO, J.; and CARVALHO, A. F. (2016) - Lithic economy and territory of Epipaleolithic hunter-gatherers in the Middle Tagus: The case of Pena d'Água (Portugal). *Quaternary Research*, Part A:412, pp. 134–144.
- QUESADA, C. (1991) - Geological constraints on the Paleozoic tectonic evolution of tectonostratigraphic terranes in the Iberian Massif. *Tectonophysics*, 185, pp. 225–245.
- RAPP, G. R. (2009) - *Archaeomineralogy*. Berlin ; London:Springer. 2nd ed ISBN: 978-3-540-78593-4.
- REED, S. J. B. (2005) - *Electron microprobe analysis and scanning electron microscopy in geology*. Cambridge: Cambridge University Press. 2nd ed ISBN: 978-0-521-84875-6.
- REPRESAS, J. (2013) - Existe uma 'Idade do Ferro' em Trás-os-Montes Oriental? O exemplo da Fraga dos Corvos (Vilar do Monte, Macedo de Cavaleiros). *Caderno Terras Quentes*. Vol. 10, pp. 123–128.
- REPRESAS, J.; SENNA-MARTINEZ, J. C.; and LUÍS, E. (2012) - Resultados preliminares da campanha 10 (2012) no sítio da Fraga dos Corvos (Vilar do Monte, Macedo dos Cavaleiros) - Os sectores A e M. *Cadernos Terras Quentes*. Vol. 10, pp. 75–87.
- RIBEIRO, A. (1974) - *Contribution à l'étude tectonique de Trás-os-Montes Oriental*. Serviços Geológicos de Portugal, Direcção-Geral de Minas e Serviços Geológicos.
- RIBEIRO, A. (2013) - Evolução geodinâmica de Portugal; os ciclos ante-mesozóicos. DIAS, R.; ARAÚJO, A.; TERRINHA, P.; & KULLBERG, J. C. (Eds.), *Geologia de Portugal*. Vol. I-Geologia Pré-mesozóica de Portugal, pp. 15–57.

- RIBEIRO, A.; PEREIRA, E.; RIBEIRO, M. L.; and CASTRO, P. (2013) - Unidades Alóctones da região de Morais (Trás-os-Montes oriental). DIAS, Rui; ARAÚJO, A.; TERRINHA, P.; & KULLBERG, J. C. (Eds.), *Geologia de Portugal*. Vol. I- Geologia Pré-mesozóica de Portugal, pp. 333–376.
- RIBEIRO, F. N. (1965) - *O Bronze Meridional Português*. Beja.
- RIBEIRO, M. L. (1991) - *Contribuição para o conhecimento estratigráfico e petrológico da região a SW de Macedo de Cavaleiros (Trás-Os-Montes Oriental)*. Lisboa.
- RODRIGUES, J. F.; RIBEIRO, A.; PEREIRA, E.; RIBEIRO, M. L.; FERREIRA, N.; and MEIRELES, C. (2010) - Carta Geológica de Portugal Folha 7-C Mirandela. Laboratório de Geologia e minas. Unidade de Geologia e Cartografia Geológica.
- RODRIGUES, J.; PEREIRA, E.; and RIBEIRO, A. (2013) - Complexo de Mantos Parautóctones do NE de Portugal: estrutura interna e tectonoestratigrafia. *Geologia de Portugal*. Vol. I-Geologia Pré-mesozóica de Portugal, pp. 275–331.
- RODRÍGUEZ-RELLÁN, C. (2015) - La anisotropía y el clivaje del cuarzo automorfo y sus posibles efectos sobre la talla: Una revisión bibliográfica. *Journal of Lithic Studies*, 2, p. 17. DOI: 10.2218/jls.v3i1.1344.
- ROVIRA, S. and AMBERT, P. (2002) - Les céramiques à réduire le minerai de cuivre: une technique métallurgique utilisée en Ibérie, son extension en France méridionale. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 99:1, pp. 105–126.
- SANCHES, M. J. (1997) - *Pré-História Recente de Trás-os-Montes e Alto Douro. O Abrigo do Buraco da Pala (Mirandela) no contexto regional*. Porto. 2 Vols.
- SANCHES, M. J. Ed. (2008) - *Castro de Palheiros Fragada do Castro Murça-Portugal*. Murça: Câmara Municipal de Murça.

- SCHUBART, H. (1975) - *Die Kultur der Bronzezeit im Sudwesten der Iberischen Halbinsel*. Berlin: Walter de Gruyter. Vols 1–2.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1989) - *Pré-História Recente da Bacia do Médio e Alto Mondego: algumas contribuições para um modelo sociocultural*. PhD Thesis in Prehistory and Archaeology. Lisboa: School of Arts and Humanities. University of Lisbon.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1990) - *Idade do Bronze na Estremadura Atlântica. Subsídios para um programa de estudo*. PhD Supplementary Thesis. Lisboa: School of Arts and Humanities. University of Lisbon.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1993) - A ocupação do Bronze Pleno da ‘Sala 20’ do Buraco da Moura de S. Romão. *Trabalhos de Arqueologia da EAM*, 1, pp. 55–76.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1993) - Duas contribuições arqueométricas para o estudo do Bronze Antigo/Médio do Centro e Noroeste de Portugal. *Trabalhos de Arqueologia da EAM*, 1, pp. 77–91.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1994) - Notas para o estudo da génese da Idade do Bronze na Beira Alta: o fenómeno campaniforme. *Trabalhos de Arqueologia da EAM*, 2, pp. 173–200.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1994) - Subsídios para o estudo do Bronze Pleno na Estremadura Atlântica: (1) A alabarda de tipo ‘Atlântico’ do Habitat das Baútas (Amadora). *Zephyrus*, XLVI–XLVII, pp. 149–170.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (1996) - The symbolism of power in Central Portugal Late Bronze Age communities. *Máthesis*, 6, pp. 163–175.

- SENNA-MARTINEZ, J. C. (2000) - O Bronze Pleno. Uma Transformação na Continuidade? SENNA-MARTINEZ, J. C. & PEDRO, I. (Eds.), *Por Terras de Viriato: Arqueologia da Região de Viseu*. Viseu: Governo Civil do Distrito de Viseu e Museu Nacional de Arqueologia, pp. 105–114.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (2002) - Aspectos e Problemas da Investigação da Idade do Bronze na segunda metade do séc. XX. *Arqueologia 2000. Balanço de um século de investigação arqueológica em Portugal*. Lisboa: Associação dos Arqueólogos Portugueses, pp. 103–124.
- Senna-Martinez, J. C. (2007) – Aspectos e Problemas das Origens e Desenvolvimento da Metalurgia do Bronze na Fachada Atlântica Peninsular. *Estudos Arqueológicos de Oeiras*. Oeiras. Câmara Municipal. 15, p. 119-134.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. (2010) - ‘Um mundo entre mundos’ O Grupo Baiões / Santa Luzia, sociedade; metalurgia e relações inter-regionais. *Iberografias* 6. pp. 13–26.
- SENNA-MARTINEZ, J.C. (2013) – Metals, Technique and Society. The Iberian Peninsula between the first Peasant Societies with Metallurgy and the “Urban Revolution”. M.F. GUERRA and I. TISSOT, Eds. *A Ourivesaria Pré-Histórica do Ocidente Peninsular Atlântico. Compreender para Preservar*. Lisboa. Projecto AuCORRE. p.11-20.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. and CARDOSO, M. (2010) - A horse! A horse! My kingdom for a horse! *Cadernos Terras Quentes*. Macedo de Cavaleiros, Câmara Municipal. 7, pp. 41–46.

- SENNA-MARTINEZ, J. C.; FIGUEIREDO, E.; ARAÚJO, M.F.; SILVA, R.J.C.; VALÉRIO, P. and VAZ, J. L. I. (2011) – Metallurgy and Society in “Baiões/Santa Luzia” Culture Group: Results of the METABRONZE Project. MARTINS, Carla B.; BETTENCOURT, Ana M.S.; MARTINS, José Inácio F.P. & CARVALHO, Jorge (eds.) (2011) *Povoamento e Exploração de Recursos Mineiros na Europa Atlântica Ocidental/ Settlement and Mining in the Atlantic Western Europe*. Braga: CITCEM, APEQ, p.409-425.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. and LUÍS, E. (2009) - A Fraga dos Corvos (Macedo de Cavaleiros): Um sítio de Habitat da Primeira Idade do Bronze em Trás-os-Montes Oriental. A Campanha 6 (2008). *Cadernos Terras Quentes*. Macedo dos Cavaleiros, pp. 69–79.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. and LUÍS, E. (2015) - O Sítio arqueológico da Fraga dos Corvos (Vilar do Monte, Macedo dos Cavaleiros): a Campanha 11 (2013). *Cadernos Terras Quentes*. Macedo dos Cavaleiros, Vol. 12, pp. 195–208.
- SENNA-MARTINEZ, J. C. and LUÍS, E. (2016) - Technique and social complexity: development trajectories of peasant societies with metallurgy during the Bronze Age of western Iberia. SOARES, J. (Ed.), *Social complexity in a long term perspective*. Museu de Arqueologia e Etnografia do Distrito de Setúbal, Vol. 16, pp. 115–130.
- SENNA-MARTINEZ, J. C.; LUÍS, E.; ARAÚJO, M. F.; SILVA, R.; FIGUEIREDO, E.; and VALÉRIO, P. (2011) - First Bronzes of North-West Iberia: The data from Fraga dos Corvos habitat site. MARTINS, C. M.; BETTENCOURT, A. M. S.; MARTINS, J. I.; & CARVALHO, J. (Eds.), *Povoamento e exploração dos recursos mineiros na Europa Atlântica Ocidental*. pp. 377–389.
- SENNA-MARTINEZ, J. C.; LUÍS, E.; and MENDES, C. (2017) - O sítio arqueológico da Fraga dos Corvos (Vilar do Monte, Macedo de Cavaleiros). *Relatório da campanha 14 (2016)*. Lisboa: Uniarq.

- SENNA-MARTINEZ, J. C.; VENTURA, J. M. Q.; and CARVALHO, H. A. (2005) - Fraga dos Corvos (Macedo dos Cavaleiros): Um sítio de Habitat do “Mundo Carrapatas” da primeira Idade do Bronze em Trás-os-Montes Oriental. *Cadernos Terras Quentes*. Macedo dos Cavaleiros, Vol. 2, pp. 61–82.
- SENNA-MARTINEZ, J.C.; VENTURA, J. M. Q.; CARVALHO, H. A.; ARAÚJO, M. F.; FIGUEIREDO, E. e VALÉRIO, P. (2007) – Bronze Melting and Symbolic of Power: The Foundry Area of Fraga dos Corvos Bronze Age Habitat Site (Macedo de Cavaleiros, North-Eastern Portugal). *Proceedings of the 2nd International Conference “Archaeometallurgy in Europe”*. Aquileia, Italy, 17-21 June 2007.
- SENNA-MARTINEZ, J.C.; VENTURA, J. M. Q.; CARVALHO, H. A.; ARAÚJO, M. F.; FIGUEIREDO, E. e VALÉRIO, P. (2010) – “Melting the Power” – The Foundry Area of Fraga dos Corvos (Macedo de Cavaleiros, North-Eastern Portugal). A. M. S. BETTENCOURT, M. J. SANCHES, L. B. ALVES e R. FÁBREGAS VALCARCE (Eds.) *Conceptualising Space and Place. On the role of agency, memory and identity in the construction of space from the Upper Palaeolithic to the Iron Age in Europe*. BAR International Series 2058. Oxford. Archaeopress. p.111-117.
- SENNA-MARTINEZ, J. C.; REPREZAS, J.; LUÍS, E.; FIGUEIREDO, E.; LOPES, F.; GOMES, S. S.; ARAÚJO, M. F.; and SILVA, R. J. C. (2012) - Metal Artefacts of Mediterranean Affiliation from Fraga dos Corvos Habitat Site (Easterns Trás-os-Montes, Portugal): A First Appraisal. *O Arqueólogo Português*.
- SENNA-MARTINEZ, J. C.; VENTURA, J. M. Q.; CARVALHO, H.; ARAÚJO, M. F.; FIGUEIREDO, E.; and VALÉRIO, P. (2010) - ‘Melting the power’ - The foundry area of Fraga dos Corvos (Macedo de Cavaleiros, North-Eastern Portugal). In BETTENCOURT, Ana M. S. & SANCHES, M. J. (Eds.), *Conceptualising Space and Place. On the role of agency, memory and identity in the construction of space from the Upper Paleolithic to the Iron Age in Europe*. pp. 111–117.

- SHOKLER, J. (2002) - Approaches to the sourcing of flint in archaeological contexts: results of research from portuguese Estremadura. HERMAN, J.; HERZ, N.; & NEWMAN, R. (Eds.), *Interdisciplinary studies on ancient stone*. London: Archetype Publications, Asmosia, Vol. V, pp. 176–187.
- SPINDLER, K. (1981) - Cova da Moura. Die Besiedlung des Atlantischen Küstengebietes Mittelportugals vom Neolithikum bis an das Ende der Bronzezeit. *Madriider Beiträge*, 7.
- SPINDLER, K. and FERREIRA, O. V. (1974) - Das Vorgeschichtliche Fundmaterial aus Gruta do Carvalhal/Portugal. *Madriider Mitteilungen*, 15, pp. 28–76.
- TARRIÑO, A. and TERRADAS, X. (2013) - Materias Primas Líticas. GARCÍA-DIEZ, M. & ZAPATA, L. (Eds.), *Métodos e técnicas de analisis y estudio en arqueología prehistórica. De lo técnico a la reconstrucción de los grupos humanos*. pp. 439–452.
- VERÍSSIMO, H. (2004) - Jazidas siliciosas da região de Vila do Bispo (Algarve). *Promontória*, 2, pp. 35–47.
- VERÍSSIMO, H. (2005) - Aproveitamento de matérias líticas na Pré-História do concelho de Vila do Bispo (Algarve). BICHO, N. (Ed.), *O Paleolítico. Actas do IV Congresso de Arqueologia Península, 14 a 19 de Setembro de 2004, Faro*. Faro, Vol. 2, pp. 509–523.

12. Appendix

12.1. Abbreviations

Abbreviation	Mineralogy	Abbreviation	Mineralogy
a.p.f.u	atoms per formula unit	M	Molecular weight
Ab	Albite	Mg	Magnesium
Act	Actinolite	Mnz	Monazite
An	Anorthite	Musc	Muscovite
Ap	Apatite	N	Nematoblastic
Aph	Amphibole	Op	Opaque
Cal	Calcite	Or	Orthoclase
Chl	Chlorite	Ph	Phengite
cpl	crossed polarized light	Phph	phosphates
Crm	Cromite	Plg	Plagioclase
Cz	Clinozoisite	ppl	plain polarized light
EMPA	Electronic Microprobe Analysis	Py	Pyrite
Ep	Epidote	Pyr	Pyrrhotite
Fdp	Feldspar	Qz	Quartz
FPh	Ferri-phengite	Qzite	Quartzite
G	Granoblastic (G _{eq} – Granoblastic equigranular; G _{in} – Granoblastic inequigranular)	Rt	Rutile
GN	Grano-nematoblastic	Srt	Sericite
Gnt	Garnet	Sta	Staurolite
Hb	Hornblende	Tit	Titanite
Ilm	Ilmenite	Trm	Tremolite
L	Lepidoblastic	Xt	Xenotime
Lc	Leucophyllite		

12.2. Inventory complete lithic assemblage (part 1)

Reference	S.U.	S	X	Y	Z	Typology	Support	Length	Width	Thickness	Perforation	Diameter (cm)/roundness/shape
22	[S]					Pendant frag.	Rock frag.	n/a	n/a	1	0,7	
53	[S]					Polished perforated stone frag. / Idoliform (?)	Rock frag.	7,6 (frag.)	7	2,1	n/a	
10014	10002					termoclast	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10016	10001					Adorned polished perforated stone frag./idoliform (?)	Rock frag.	9?	7,1-5,2	3,1	0,4	
10024	10005	L5				Polished perforated stone/idoliform (?)	Rock frag.	6,1	4,2	1,4	1	
10025	10003					Perforated stone/idoliform (?)	Rock frag.	8	3,7	1	0,9	
10054	10000					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.4 cm, well-rounded, prolate
10065	10003					termoclast	Cobble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10071	10003					Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10072	10003					Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10080	10003					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10081	10003					Polisher frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10097	10000					termoclast	Cobble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10131	10003					Hammerstone	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10155	10114					Polished, not finished	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10156	10014					debitage product	Chert frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10158	10012					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.4 cm, well-rounded, prolate
10159	10012					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.1 cm, well-rounded, spheric
10164	10012					Polisher (?)	pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.5, well-rounded, prolate
10165	10012					Perforated stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10166	10012					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10168	10012					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	1.8, rounded, prolate
10169	10003					Not transformed	pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	1.4, well-rounded, spheric
10170	10003					Handstone frag. (?)	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10171	10005					Perforated stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10173	10011	L14	0,8	0,1	868,188	Polished perforated stone frag./ idoliform (?)	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10191	10010					Polisher frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10192	10010					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10193	10010					Unfinished pendant	Rock frag.	3,9	2,7	0,9	n/a	
10194	10010					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	

Reference	S.U.	S	X	Y	Z	Typology	Support	Length	Width	Thickness	Perforation	Diameter (cm)/roundness/shape
10195	10010					Polisher frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10197	10012					termoclast	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10200	10021					Polisher	cobble	8,8	2	0,8	n/a	8.8, well-rounded, long disk
10201	10018					Polisher frag.	Cobble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10202	10012					Hammer frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10203	10012					Not transformed	pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.7, sub-rounded, irregular
10204	10011					Not transformed	pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.2, well-rounded, prolate
10216	10011					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10241	10012					Not transformed	pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.1, well-rounded, prolate
10248	10037	L12	0,9	0,26	867,22	Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10270	10011					Not transformed	pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.2, rounded, irregular, spheric
10305	10037					Not transformed	Quartz frag.	3,4	3	1,5	n/a	
10306	10037					Polisher	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10307	10035					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10313	10000					Not transformed	pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.4, rounded, irregular, spheric
10315	10026					termoclast	Block of Quartz	n/a	n/a	n/a	n/a	
10316	10026					Not transformed	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10317	10037					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10318	10037					termoclast	Quartz frag.	3,8	2,4	1,3	n/a	
10319	10037					Hammerstone frag. (?)	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10330	10015	M7	0,45	0,35	867,89	Adorned pendant	Rock frag.	3	2,1	0,8	0,6	
10344	10000					Not transformed	pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3, well-rounded, disk
10354	10015					termoclast	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10355	10015					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10357	10015					Not transformed	Block of Quartz	n/a	n/a	n/a	n/a	
10358	10015					Not transformed	pebble					3, rounded, irregular
10359	10015					Not transformed	pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.2, well-rounded, prolate
10360	10015					Not transformed	pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, sub-rounded, irregular
10361	10015					Not transformed	pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.4, sub-rounded, irregular
10362	10000					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10363	10000					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	

Reference	S.U.	S	X	Y	Z	Typology	Support	Length	Width	Thickness	Perforation	Diameter (cm)/roundness/shape
10373	10000					Touchstone (?)	Pebble	4,6	2,2	1	n/a	4.6, rounded, prism
10384	10000					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.5, rounded, prolate
10385	10000					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.3, well-rounded, prolate
10399	10000					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.4, well-rounded, disc
10400	10000					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2, rounded, irregular
10401	10000					Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10402	10000					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10403	10000					Polished stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10404	10000					Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10405	10000					Not transformed	Cobble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10406	10015					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.9, well-rounded, flat sphere
10407	10015					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2, rounded, trapezoidal
10408	10015					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.2, sub-rounded, trapezoidal
10412	10000					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10413	10000					Hammer	cobble	n/a	9,1	3,4	3,2	9.1, well-rounded, prism
10415	10000					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.8, well-rounded, prolate
10436	10005					sickle element	cortical flake	2,7	1,4	0,5	n/a	
10437	10005					Polisher frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10438	10005					Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10449	10005					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10450	10000					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10451	10000					Polisher frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10458	10005					Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10459	10005					Polisher	Cobble	9,4	5	2	n/a	9.4, well-rounded, flat prolate
10460	10005					Polisher frag.	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10483	10005	K15				Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10495	10005	J13				Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10496	10037					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10497	10005					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, rounded, irregular prolate
10526	10005					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10541	10048					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	5.5, well-rounded, flat prolate

Reference	S.U.	S	X	Y	Z	Typology	Support	Length	Width	Thickness	Perforation	Diameter (cm)/roundness/shape
10558	10005					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.8, well-rounded, prolate
10561	10050					termoclast	Cobble frag.	7,5	3,5	2,5	n/a	
10563	10005					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10579	10005					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2, rounded, spheric
10587	10037					Perforator	Quartz frag.	3,2	2,5	1	n/a	
10599	10051					Hammer	Cobble	10,2	6,5	2,6	n/a	10.2, well-rounded, prolate disk
10600	10051					Not transformed	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10601	10051					Hammerstone	Block of Quartz	n/a	n/a	n/a	n/a	
10613	10051					Hammerstone and polisher	Cobble	13,9	6,2	2,6	n/a	13.9, rounded, prism
10614	10051					Grinding stone frag.	Rock frag.	7,5	6	2,5	n/a	
10616	10005					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10630	10000					Polisher frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10637	10005					termoclast	Cobble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10638	10005					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10640	10005					termoclast	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10641	10015					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.3, rounded, irregular
10642	10015					Flake frag.	Quartz frag.	2,5	1,9	0,9	n/a	
10643	10015					termoclast	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10647	10005					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.3, sub-rounded, trapezoidal
10651	10011	L16	0,1	0,8	868,18	Hammer	Cobble	n/a	n/a	n/a	n/a	7.5, sub-rounded, trapezoidal
10655	10011	K15	0,74	0,9	868,11	Polished perforated stone frag. / Idoliform (?)	Rock frag.	8,1	5,6	2,4	n/a	
10657	10014	K16	0,75	0,15	868,14	Hammerstone	Cobble	n/a	n/a	n/a	n/a	6.7, well-rounded, prolate
10661	10011	J16	0,91	0,3	868,23	grinding stone	Rock frag.	19,5	9,5	3,5	n/a	
10670	10014					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	1.8, well-rounded, prolate
10671	10011	J15	0,65	0,05	868,16	Polisher	Rock frag.	11,7	6,9	n/a	n/a	
10679	10011	J14	0,58	0,9	868,16	Polisher	Rock frag.	10,5	4,3	2,7	n/a	
10680	10058	J14	0,14	0,17	868,17	Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10684	10015					termoclast	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10698	10015					Not transformed	Block of Quartz	n/a	n/a	n/a	n/a	
10706	10011					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.2, rounded, irregular, spheric
10707	10011					Polished stone frag/Idoliform (?)	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	

Reference	S.U.	S	X	Y	Z	Typology	Support	Length	Width	Thickness	Perforation	Diameter (cm)/roundness/shape
10713	10011					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.6, sub-rounded, irregular sphere
10714	10011					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, well-rounded, discoidal
10732	10011					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, well-rounded, discoidal
10738	10058	J14				termoclasts	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10742	10058	J14				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2, sub-rounded, irregular
10775	10043	I5/6				Polisher	Cobble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10785	10014					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2, well-rounded, prolate
10789	10014					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.2, well-rounded, disk
10802	10005					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.2, well-rounded, prolate
10822	10000					Grinding stone (metallurgy?)	Rock frag.	11	9	3,5	n/a	11, rounded, irregular flat prolate
10825	10014					Hammerstone	Block of Quartz	>9	n/a	n/a	n/a	
10826	10011					Core	Block of Quartz	6	n/a	n/a	n/a	
10827	10070					sickle element	Quartz frag.	2,7	2,7	0,6	n/a	
10831	10011	K16	0,25	0,97	868,45	Polisher frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10873	10073	J15	0,56	0,36	868,18	Polisher	Rock frag.	18,3	3,9	3,4	n/a	
10876	10073	K17	0,93	0,46	868,18	termoclast	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10879	10070	I13	0,92	0,55	868,17	Lid	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10897	10073					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.4, well-rounded, prolate
10906	10026					Polished stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10907	10026					Handstone frag. and termoclast	Cobble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
10950	10075					Hammer	Cobble	8,4	6,4	2,4	n/a	8.4, well-rounded, disk
10972	10015					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11022	10076					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.6, well-rounded, sphere
11024	10026	I12				Grinding stone frag. Re-utilized as an Anvil (Bipolar technique)	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11027	10077					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11030	10073	I13				Polished, not finished	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11032	10077					Polished perforated stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11042	10039					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.5, well-rounded, prolate
11043	10039					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, well-rounded, sphere
11056	10076					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.8, well-rounded, sphere
11077	10077					Polished perforated stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	

Reference	S.U.	S	X	Y	Z	Typology	Support	Length	Width	Thickness	Perforation	Diameter (cm)/roundness/shape
11087	10026					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.3, well-rounded, prolate
11099	10076					Polisher (?)	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	5.7, well-rounded, disk
11100	10076					termoclast	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11101	10076					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3, rounded, irregular sphere
11103	10026					Handstone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11122	10076					Polisher	Rock frag.	14,6	4,5	2,2	n/a	
11127	10076					Not transformed	Cobble frag.	14,6	n/a	n/a	n/a	
11143	10026	L11				Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11229	10026	J12	0,64	0,34	867,75	Adorned polished perforated stone	Rock frag.	10,1	6,7	1,7	1,2	
11231	10076					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11232	10076					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11235	10076					Polisher	Rock frag.	22,2	5,4	2,6	n/a	
11241	10076					Hammerstone	Cobble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11244	10076					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11245	10076	J16	0,25	0,25	868,14	Polisher	cobble	12,2	7,1	2,8	n/a	12.2, rounded, flat prism
11247	10076					Polished perforated stone	Rock frag.	13	7	3	n/a	
11265	10043					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.5, well-rounded, sphere
11266	10043					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, well-rounded, sphere
11283	10076					termoclast	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11285	10043	K6				Polisher	Rock frag.	14,3	8,2	2,6	n/a	
11294	10026					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.6, well-rounded, prolate
11295	10026					Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11298	10026					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.6, rounded, irregular sphere
11325	10026					Not transformed	Cobble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11355	10043	K5				Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11365	10077					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11366	Cleaning					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3, sub-rounded, irregular prolate
11374	10043	M15				Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11415	10078	K16				Polished stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11425	10043	L5				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.3, well-rounded, prolate
11431	10036	K14				Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	

Reference	S.U.	S	X	Y	Z	Typology	Support	Length	Width	Thickness	Perforation	Diameter (cm)/roundness/shape
11470	10090	M7	0,22	0,38	867,78	Grinding stone	Rock frag.	35	20		n/a	
11489	10043	J5				Polished perforated stone frag./ idoliform (?)	Rock frag.	n/a	n/a	4?	1,3?	
11500	10089	I/J 16	0,62	0,4	868,98	Polisher and Hammer	Cobble	14,9	7,4	3,5	n/a	14.9, well-rounded, prolate
11502	10089	I/J 16	0,5	0,5	868,01	Hammerstone	Block of Quartz	11,2	n/a	n/a	n/a	
11528	10043	J/K 5				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.6, well-rounded, prolate
11529	10043	J/K 5				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, sub-rounded, irregular
11555	10084	K8	0,1	0,9	867,85	Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11565	10084	K10				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.9, sub-rounded, irregular
11566	10084	K10				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.7, well-rounded, sphere
11576	10082	I17				Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11601	10084	K7	1	0,4	867,71	Not transformed	Quartz crystal apex	1,8	1,6	n/a	n/a	
11602	10084	L/M 7/8/9	0,82	0,6	867,73	Polisher	Cobble	n/a	n/a	n/a	n/a	8.4, rounded, long prolate
11618	10082	J16				Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11624	10084	K8	0,58	0,37	867,69	Polished perforated stone	Rock frag.	6,8	5,3	1,8		
11651	10084	L9	0,97	0,54	867,74	Polished perforated stone frag./ idoliform (?)	Rock frag.	n/a	n/a	3	1,3?	
11661	10084	J 15				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3, well-rounded, disk
11673	10084	L/M 8/9				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3, well-rounded, sphere
11702	10102	J3				Polisher frag.	Rock frag.	13,3	8,7 (frag.)	1,1	n/a	
11715	[S]					Polished perforated stone frag./ idoliform (?)	Rock frag.	6,3 frag.	6,5	n/a	frag	
11719	10082	I8	0,94	0,94	868,1	Polisher	Rock frag.	15,5	7,3	4,2	n/a	
11723	10043	K7	0,74	0,6	867,82	Polished perforated stone frag./ idoliform (?)	Rock frag.	n/a	n/a	1,7	1,7	
11737	10082					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.6, rounded, irregular prolate
11746	10043	J7	0,03	0,84	867,62	Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11757	10082	K14	0,2	0,1	867,96	Hammerstone	Block of Quartz	8	7,5	4,5	n/a	
11764	10104					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11765	[S]					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
11775	10082	I13	0,72	0,74	867,99	Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11777	10043	I7	0,02	0,82	867,62	Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.2, rounded, irregular
11791	10105	I4				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, rounded, irregular
11792	10105	I4				Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11793	10105					termoclast	Cobble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	

Reference	S.U.	S	X	Y	Z	Typology	Support	Length	Width	Thickness	Perforation	Diameter (cm)/roundness/shape
11794	10105	I4				Polisher + Core	cobble	8,8	6,5	3,5	n/a	8.8, well-rounded, prolate
11805	10043	J8	0,83	0,8	867,62	Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11812	10043	J8				Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11819	10000					Polisher	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	4.2, well-rounded, flat prolate
11821	10000	L/M 2/3/4				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, sub-rounded, irregular
11822	10000					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.2, rounded, irregular sphere
11823	10000	L/M 2/3/4				Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11838	10105					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.6, sub-rounded, trapezoidal
11839	[S]					Polisher frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11841	10105	K2				Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11852	10043	k7	0,15	0,38	867,61	Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.7, rounded, irregular
11855	10043					handstone	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	3, sub-rounded, irregular sphere
11857	10105	K4	0,02	0,18	867,82	Polished perforated stone/idoliform (?)	Rock frag.	6,6	6	2,5	1,6	
11865	10105					Polished stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11866	10105					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.1, rounded, irregular
11874	10000					Blade	Quartz frag.	5	2	0,7	n/a	
11878	10082					Handstone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11879	10105	K4	0,3	0,56	867,84	Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2, well-rounded, sphere
11880	10105					Polisher	Cobble	n/a	n/a	n/a	n/a	6.6, well-rounded, flat triangular
11889	10082					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11897	10105					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11898	10105					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.4, rounded, irregular
11899	10105					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.3, well-rounded, prolate
11900	10082					Mold frag. (?)	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11921	10082					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.3, rounded, irregular
11925	10105					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.4, rounded, irregular prolate
11927	10105					Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11929	10105					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11930	10082					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, well-rounded, flat sphere
11946	10105					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.7, rounded, prolate
11947	10105					Not transformed	rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	

Reference	S.U.	S	X	Y	Z	Typology	Support	Length	Width	Thickness	Perforation	Diameter (cm)/roundness/shape
11948	10105					Polished stone frag./Idoliform (?)	Rock frag.	n/a	n/a	1,6	n/a	
11949	10105					debitage product	Quartz frag.	2,9	1,4	1	n/a	
11950	10105					Polisher	cobble	n/a	n/a	n/a	n/a	7, well-rounded, flat prolate
11952	10043					Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11960	10082					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11962	10082					UAD	Quartz crystal	2,6	0,6	0,6	n/a	
11963	10082					Polisher	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	5.6, well-rounded, flat triangular
11965	10107					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.7, rounded, trapezoidal
11966	10107					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.1, rounded, irregular prolate
11967	10107					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2, rounded, irregular
11972	10105					termoclast	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11978	10082					Not transformed	Cobble	n/a	n/a	n/a	n/a	13.5, rounded, prolate
11979	10105					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, well-rounded, prolate
11980	10107					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.1, sub-rounded, irregular
11985	10109	M4				Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11986	10109					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.8, well-rounded, sphere
11987	10109					termoclast	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
11988	10109					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, well-rounded, flat triangular
11999	10109					Perforator	Quartz frag.	7,7	2,5	1,2	n/a	
12500	10086	M16				Polisher	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12519	10043	I4				Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12536	10108					sickle element	Rock frag.	3,3	2	0,8	n/a	
12544	10109					termoclast	Block of Quartz	n/a	n/a	n/a	n/a	
12549	[S]					sickle element	cortical flake	3,5	2,2	1	n/a	
12550	10026					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.1, well-rounded, prolate
12560	10082	I13	0,35	0,69	867,94	Hammerstone	Block of Quartz	n/a	n/a	10	n/a	
12561	10108	J13	0,31	0,5	867,86	Polished stone	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12566	10108	I14	0,44	0,5	867,9	Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12585	10108					termoclast	Quartz frag.	2,6	1,8	1	n/a	
12605	10108					Not transformed	Pebble	3,1	1	0,6	n/a	3, well-rounded, long prolate
12612	10093	I12	0,22	0,84	867,95	Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.8, well-rounded, prolate

Reference	S.U.	S	X	Y	Z	Typology	Support	Length	Width	Thickness	Perforation	Diameter (cm)/roundness/shape
12619	10094	K5/6	0,69	0,19	867,58	Pendant frag.	Rock frag.	3,4	2,2	1	0,5	
12634	10109					Polisher frag.	Cobble frag.	9,8 (frag.)	5,8(frag.)	n/a	n/a	
12637	10108					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.7, well-rounded, prolate
12653	10108					Polisher frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12666	10093					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.4, well-rounded, prolate
12668	10093					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.1, rounded, flat prolate
12670	10093					Pendant frag. (?)	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12675	10094					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.8, well-rounded, prolate
12678	10093					Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12680	10108					Flake	Quartz frag.	2,6	1,8	0,7	n/a	
12681	10109	I/J/K- 2/3/4				Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12686	10094	K5/6				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.2, rounded, irregular prolate
12701	10119	M6	0,04	0,82	867,7	Polished perforated stone frag. / Idoliform (?)	Rock frag.	n/a	n/a	2,2	1	
12704	10113					Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12710	10108					Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, well-rounded, prolate
12718	10094	J5/6				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.4, well-rounded, prolate
12719	10094	J5/6				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, well-rounded, sphere
12720	10094	J5/6				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	3.7, sub-rounded, irregular prolate
12735	10114	K15	0,64	0,34	867,88	Polisher frag.	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12739	10094					Polished stone frag./Idoliform (?)	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12740	10094					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12750	10119	L5/6				teroclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12751	10119	M5/6				Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12752	10119	M5/6				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.5, sub-rounded, irregular
12779	10119	M5/6/7				Not transformed	Pebble	n/a	n/a	n/a	n/a	2.6, sub-rounded, triangular
12797	10122	L5	0,04	0,36		Core	Block of Quartz	n/a	n/a	n/a	n/a	
12798	10122					Core	Block of Quartz	7	n/a	n/a	n/a	
12803	10122					Sidescraper	cortical flake	2,4	2,2	1,1	n/a	
12822	10119	L5/6				Not transformed	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12823	[S]					Polisher and Chopper	Cobble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12824	10015					Sidescraper	Pebble frag.	3,2	2,1	0,5	n/a	

Reference	S.U.	S	X	Y	Z	Typology	Support	Length	Width	Thickness	Perforation	Diameter (cm)/roundness/shape
12825	10015					Flake	Quartz frag.	3,3	2,2	0,7	n/a	
12826	10015					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12840	10015					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12841	10015					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12842	10015					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12843	10000					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12844	10037					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12845	10037					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12846	10037					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12847	10037					Notch	Rock frag.	5	2,7	1,5	n/a	
12848	10037					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12849	10037					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12850	10037					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12851	10010					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12852	10010					Not transformed	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12853	10010					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12854	10010					termoclast	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12855	10010					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12856	10010					Core	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12857	10010					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12858	10000					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12859	10025					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12860	10025					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12861	10025					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12862	10025					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12863	10025					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12864	10005					grinding stone	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12865	10042					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12866	10005					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12867	10005					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12868	10005					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	

Reference	S.U.	S	X	Y	Z	Typology	Support	Length	Width	Thickness	Perforation	Diameter (cm)/roundness/shape
12869	10005					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12870	10005					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12871	10005					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12872	10011					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12873	10011					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12874	10011					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12875	10011					termoclast	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12876	10089					Not transformed	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12877	10089					Core	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12878	10089					Core	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12879	10089					Core	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12880	10089					Hammerstone	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12881	[S]					Not transformed	Cobble	14,4	5	2,3	n/a	14.4, well-rounded, long prolate
12882	10073					Not transformed	Pebble frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12883	10073					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12884	10073					Grinding stone frag.	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12885	10073					Core	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12886	10073					Hammerstone	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12887	10073					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12888	10073					Not transformed	Rock frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	
12889	10073					termoclast	Quartz frag.	n/a	n/a	n/a	n/a	

12.3. Inventory complete lithic assemblage (part 2)

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
22	Greenish light gray	Low	Fine	No	No	talc, serpentine or chlorite	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
53	Bluish gray	Soft	Medium	No	No	talc, oxides	Talcschist	Talcschist	Yes	Yes	No	
10014	Red	Hard					Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10016	Greenish light gray	Low	Medium	No	No	mafic minerals, talc, serpentine or chlorite	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	22/23 perforations
10024	Greenish/bluish gray	Low	Medium	No	No	talc, serpentine or chlorite	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
10025	grayish brown	Medium	Medium	schistosity	No	Rich in phyllosilicates (mostly muscovite, biotite), feldspar and quartz, mafic minerals	Phyllite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
10054	Pinkish light brown	Hard				Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10065	Pink/red	Hard				Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10071	White	Hard				Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10072	reddish white	Medium				quartz, oxides	Quartz	Quartz	Yes	No	No	section of pegmatite
10080	Brown	Medium	Coarse	schistosity	No	Mostly quartz and feldspar, few phyllosilicate minerals, mafic minerals	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
10081	grayish brown	Hard	Fine	Layering	No	Quartz, feldspar, phyllosilicates (Muscovite), mafic minerals	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	intercalation of darker/lighter layers
10097	Pinkish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10131	Light brown	Hard	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates	Granite	Granite	Yes	No	No	altered
10155	Bluish gray	Soft	Fine	schistosity	Yes	talc, oxides, mafic, biotite	Talcschist	Talcschist	Yes	Yes	Yes	Small perforation?
10156	Black	Hard	cryptocrystalline	No	No		Chert	Others	Yes	No	No	
10158	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10159	Pinkish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10164	Light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10165	Green and orange	Medium	Medium	Slaty cleavage	No	phyllosilicates (chlorite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
10166	Dark blue	Very Hard	Fine	schistosity	No	mafic minerals (amphibole), feldspar, oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	Yes	No	
10168	Brown	Medium-Hard	Fine	No	No	feldspar, quartz	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	
10169	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10170	Brown dark blue	Very Hard	Fine	No	No	mafic minerals (amphibole), feldspar, oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	
10171	Green and orange	Medium	Coarse	Slaty cleavage	No	phyllosilicates (chlorite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
10173	Bluish brown	Soft	Fine	schistosity	Yes	talc, oxides, mafic	Talcschist	Talcschist	Yes	Yes	No	

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
10191	grayish brown	Hard	Fine	Layering	No	Muscovite, feldspar and quartz	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	intercalation of darker/lighter layers
10192	grayish brown	Medium	Medium	schistosity	Yes	Mostly quartz and feldspar, few phyllosilicate minerals, mafic minerals	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
10193	pink	Medium	Medium	Slaty cleavage	No	Rich in phyllosilicates (mostly sericite, chlorite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
10194	Greenish light brown	Medium	Medium	schistosity	No	Rich in phyllosilicates (chlorite, muscovite mostly), quartz, feldspar, mafic minerals	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	altered
10195	grayish brown	Hard	Fine	Layering	No	Quartz, feldspar, muscovite, mafic minerals	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	intercalation of darker/lighter layers
10197	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10200	Black	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	Micro-XRF
10201	dark gray/blue	Medium	Fine	Slaty cleavage	No	Rich in phyllosilicates (mostly chlorite, biotite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
10202	Dark green	Very Hard	Medium	No	No	mafic minerals (amphibole), feldspar, phyllosilicates (chlorite), oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	Yes	No	
10203	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10204	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10216	grayish brown	Medium	Medium	schistosity	No	Rich in phyllosilicates (mostly muscovite, biotite), feldspar and quartz, mafic minerals	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	altered
10241	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10248	Light brown	Hard	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, mafic minerals, phyllosilicates (chlorite)	Granite	Granite	Yes	No	No	Micro-XRF, possible ore
10270	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10305	Yellow	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10306	Light brown	Low	Medium	No	No	Quartz, muscovite, some mafic minerals	Weathered quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10307	Black	Very Hard	Medium	No	No	mafic minerals, phenocrysts of quartz, feldspar, oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	
10313	reddish light brown	Hard	n/a	No	No	quartz, feldspar, mafic	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10315	Light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10316	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	Micro-XRF
10317	White	Hard	Medium, phaneritic	No	No	Quartz, feldspar, mafic minerals, phyllosilicates, tourmaline	Granite	Granite	Yes	No	No	Micro-XRF
10318	Orange	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10319	Dark blue	Very Hard	Fine	schistosity	Yes	mafic minerals (amphibole), feldspar, red porphyroblasts, oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	Yes	Yes	
10330	Dark green	low	Fine	No	No	talc, serpentine or chlorite	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
10344	Yellow	Hard	n/a	No	No		Quartz	Quartz	Yes	No	No	

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
10354	grayish brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar e minerals mafic, phyllosilicates	Granite	Granite	Yes	No	No	
10355	White	Hard	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, mafic minerals, phyllosilicates	Granite	Granite	Yes	No	No	
10357	Yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10358	Red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10359	Yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10360	Yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10361	Red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10362	Brown	Hard	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates e mafic minerals, oxides	Granite	Granite	Yes	No	No	
10363	White	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phenocrysts of mafic minerals, phyllosilicates	Granite	Granite	Yes	No	No	
10373	Black	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	Micro-XRF
10384	grayish light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10385	Pinkish light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10399	White	Hard	n/a	No	No	quartz, muscovite	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10400	Pinkish light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10401	Brown	Hard	Coarse, phaneritic	No	No	Quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
10402	Pinkish light brown	Hard	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, minerals mafic	Granite	Granite	Yes	No	No	
10403	Brown	Medium	Fine	Lamination	No	feldspar, quartz, few phyllosilicates	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	
10404	Brown dark blue	Very Hard	Fine	No	No	mafic minerals (amphibole), oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	
10405	grayish brown	Hard	Fine	No	No	quartz, feldspar, few phyllosilicates	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	
10406	reddish light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10407	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10408	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10412	White	Hard	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, mafic minerals, phyllosilicates	Granite	Granite	Yes	No	No	
10413	Light green	Very Hard	Medium	No	No	mafic minerals (amphibole), feldspar, oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	Micro-XRF
10415	Black	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10436	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10437	dark gray/blue	Medium	Fine	Slaty cleavage	Yes	Rich in phyllosilicates (mostly chlorite, biotite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
10438	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
10449	Dark blue	Very Hard	Medium	schistosity	No	mafic minerals (amphibole), feldspar, phyllosilicates (chlorite), oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	Yes	Yes	
10450	Orange brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafics	Granite	Granite	Yes	No	No	
10451	grayish brown	Hard	Fine	Layering	No	Biotite, muscovite, quartz, feldspar, mafic minerals	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	intercalation of darker/lighter layers; Micro-XRF
10458	Pinkish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10459	Light green	Very Hard	Fine	schistosity	Yes	mafic minerals (amphibole), feldspar, phyllosilicates (chlorite), oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	Yes	Yes	
10460	Bluish green	Very Hard	Aphanitic	No	No	mafic minerals (amphibole), feldspar, phyllosilicates (chlorite), oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	
10483	White	Medium	Coarse, pegmatitic	No	No	quartz, feldspar	Granite	Granite	Yes	No	No	Ore? (Micro-XRF)
10495	Brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
10496	White	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	feldspar, quartz, phyllosilicates (muscovite, biotite), mafic minerals, oxides	Granite	Granite	Yes	No	No	
10497	Yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10526	grayish dark brown	Medium	Coarse, pegmatitic	No	No	feldspar, quartz, mafic minerals, phyllosilicates	Granite	Granite	Yes	No	No	Ore? (Micro-XRF)
10541	Bluish gray	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10558	Light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10561	reddish light brown	Medium	n/a	Slaty cleavage	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10563	White	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic	Granite	Granite	Yes	No	No	
10579	Yellowish light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10587	Yellow	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10599	Red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	Micro-XRF
10600	Pinkish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	Micro-XRF
10601	reddish/yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	both ends were used
10613	Green	Hard	Medium	schistosity	No	muscovite, quartz, feldspar	Quartzite	Quartzite	Yes	Yes	No	
10614	White	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	Quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals, oxides	Granite	Granite	Yes	No	No	Micro-XRF
10616	White	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
10630	grayish brown	Hard	Fine	Layering	No	Quartz, feldspar, muscovite	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	intercalation of darker/lighter layers
10637	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10638	White	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
10640	Light brown	Medium	n/a	No	No	feldspar	Feldspar	Others	Yes	No	No	Pegmatite frag.
10641	Yellow	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10642	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	Distal section
10643	Greenish dark gray	Medium	coarse	schistosity	No	quartz, feldspar, phyllosilicates (muscovite, biotite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	burned
10647	Red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10651	Pink/red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	Micro-XRF; Pb ore
10655	Bluish gray	Soft	Medium	No	No	talca, mafic, oxides	Talcschist	Talcschist	Yes	Yes	No	
10657	Red	Hard	n/a	No	No		Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10661	grayish brown	Hard	Medium	Layering	No	Quartz, feldspar, muscovite, biotite, mafic minerals	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	intercalation of darker/lighter layers; Micro-XRF; richer in phyllosilicate minerals
10670	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10671	grayish brown	Hard	Fine	Layering	No	Quartz, feldspar, muscovite	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	intercalation of darker/lighter layers; Micro-XRF
10679	Brown	Medium	Fine	Lamination	No	feldspar, quartz, oxides, few phyllosilicates	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	Yes	Yes	
10680	Light green	Medium	Medium	Slaty cleavage	Yes	rich in phyllosilicates (chlorite and sericite mostly), some quartz, oxides	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	Yes	No	
10684	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10698	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10706	Pinkish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10707	Brown	Low	Fine / Medium	No	No	talca, serpentine or chlorite, acicular mafic minerals	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
10713	Red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10714	Black	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10732	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10738	Pinkish light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10742	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10775	Dark blue	Very Hard	Fine	schistosity	No	mafic minerals (amphibole), feldspar, quartz, phyllosilicates (chlorite), oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	Micro-XRF
10785	Black	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10789	Dark gray	Very Hard	aphanitic, Porphyritic	No	No	mafic minerals, feldspar, medium phenocrysts probably of pyroxene	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	
10802	White	Hard	n/a	No	No		Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10822	Light brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	feldspar, quartz, mafic minerals, phyllosilicates (muscovite, Biotite)	Granite	Granite	Yes	No	No	Micro-XRF

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
10825	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10826	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10827	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10831	Brown	Medium	Medium	schistosity	Yes	phyllosilicates, quartz, feldspar	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	Micro-XRF
10873	grayish brown	Hard	Fine	Layering	Yes	quartz, feldspar, muscovite, mafic, oxides	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	Yes	Yes	intercalation of darker/lighter layers
10876	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
10879	grayish brown	Medium	Coarse	schistosity	Yes	Rich in phyllosilicates (mostly muscovite, biotite), feldspar and quartz, mafic minerals	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
10897	Light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
10906	Brownish green	Very Hard	Aphanitic	No	No	mafic minerals (amphibole), quartz, oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	
10907	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	Micro-XRF
10950	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	Micro-XRF
10972	Light green	Medium	Medium	Slaty cleavage	Yes	rich in phyllosilicates (chlorite and sericite mostly), some quartz	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	Yes	Yes	
11022	Yellow	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11024	Light brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, muscovite, biotite, mafics	Granite	Granite	Yes	No	No	altered
11027	Light brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic	Granite	Granite	Yes	No	No	
11030	Greenish brown	Low	Medium	schistosity	No	talc, muscovite, mafic, oxides, garnet	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
11032	Dark blue	Soft	Fine	No	No	talc	Talcschist	Talcschist	Yes	Yes	No	
11042	Red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11043	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11056	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11077	Light brown	Soft	Fine	No	No	talc, oxides, mafic	Talcschist	Talcschist	Yes	Yes	Yes	
11087	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11099	grayish brown	Very Hard	aphanitic, Porphyritic	No	No	mafic minerals, feldspar, phenocrysts of pyroxene	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	Micro-XRF
11100	Dark red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11101	Yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11103	Pink	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, orthoclase, mafic minerals, phyllosilicates (Biotite, Muscovite)	Granite	Granite	Yes	No	No	Different from the other granites, different source of origin
11122	grayish brown	Hard	Fine	Layering	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	Yes	No	intercalation of darker/lighter layers
11127	dark gray/blue	Medium	Fine	Slaty cleavage	No	Rich in phyllosilicates (mostly chlorite, biotite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
11143	Light green	Very Hard	Aphanitic, vesicular	No	No	mafic minerals, porphyroblasts of quartz and feldspar, missing minerals (olivine?), oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	
11229	Bluish brown	Low	Fine	schistosity	No	Talc	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	Adorned on both faces
11231	White	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	Micro-XRF
11232	White	Hard	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11235	Brown	Medium	Fine	Schistosity	Yes	Oxides, phyllosilicates, feldspar, quartz, missing circular minerals (Garnet?)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	Yes	Yes	richer in clay minerals and oxides rich in iron; triangular shaped depressions caused by being used as a polisher
11241	Light gray	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11244	Greenish brown	Hard	Medium	Layering	Yes	quartz, feldspar, phyllosilicates (muscovite, biotite), circular mafic minerals	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	Yes	No	intercalation of darker/lighter layers
11245	Brown	Medium	Fine	Lamination	No	feldspar, quartz, oxides, few phyllosilicates	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	Micro-XRF
11247	Greenish light gray	Low	Medium-coarse	schistosity	No	acicular mafic minerals, phyllosilicates (Biotite, talc)	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	1 perforation
11265	Red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11266	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11283	Pinkish gray	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11285	Greenish brown	Hard	Medium	Layering	Yes	phyllosilicates (muscovite), quartz, feldspar, staurolite	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	Yes	Yes	intercalation of darker/lighter layers
11294	Black	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11295	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11298	Dark red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11325	gray	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11355	White	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11365	White	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafics minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11366	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11374	White	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11415	grayish brown	Hard	Fine	Layering	No	muscovite, biotite, quartz, feldspar	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	intercalation of darker/lighter layers
11425	Orange	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11431	grayish brown	Medium	Medium	schistosity	Yes	Rich in phyllosilicates (mostly muscovite, biotite), feldspar and quartz, mafic minerals	Phyllite	Pelite-psammite	Yes	Yes	No	
11470	Light brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar phenocrysts, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11489	Bluish gray	Low	medium	No	No	talc, serpentine or chlorite, mafic minerals	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
11500	reddish brown	Medium	Aphanitic	Lamination	No	feldspar, quartz, oxides	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	Micro-XRF
11502	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11528	Pinkish brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11529	Yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11555	Greenish light brown	Very Hard	Aphanitic	schistosity	Yes	mafic minerals, porphyroblasts of quartz, feldspar and cubic red mineral, oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	
11565	Dark yellow	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11566	Light brown	Hard	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, muscovite, biotite, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11576	Light brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	Very rich in quartz, feldspar, muscovite, very few mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11601	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	Hyaline euhedral crystal
11602	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	Micro-XRF
11618	Light brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic	Granite	Granite	Yes	No	No	
11624	grayish brown	Low	Fine	schistosity	No	Talc	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
11651	grayish brown	Low	Fine	No	No	Talc	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
11661	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11673	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11702	Brown	Medium	Fine	Lamination	No	feldspar, quartz, oxides	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	Yes	Yes	stronger foliation
11715	Greenish gray	low	medium	schistosity	No	Talc, mafic minerals, serpentine or chlorite	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
11719	Bluish brown	Hard	Medium	Layering	No	phyllosilicates (muscovite, Biotite), quartz, feldspar, aggregated mafic minerals, staurolite	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	Yes	No	intercalation of darker/lighter layers; richer in phyllosilicate minerals
11723	Bluish dark gray	Low	Fine	schistosity	No	talc, serpentine or chlorite	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
11737	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11746	Light brown	Medium	Coarse	No	No	oxides, quartz, feldspar, phyllosilicates (muscovite, biotite), mafic minerals, tourmaline	Granite	Granite	Yes	No	No	
11757	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11764	Pinkish dark gray	Medium	Coarse	schistosity	Yes	porphyroblasts of quartz, feldspar, biotite, chlorite	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
11765	Greenish/grayish brown	Very Hard	Fine / Medium	No	No	amphibole, serpentine, oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	mafic metavolcanic rock which suffered alteration (to light brown soft mineral probably serpentine or clay)
11775	Light brown	Medium	Coarse	No	No	oxides, quartz, feldspar, phyllosilicates (muscovite, biotite), mafic minerals, tourmaline	Granite	Granite	Yes	No	No	

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
11777	Yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11791	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11792	Light brown	Medium	Coarse	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals, oxides	Granite	Granite	Yes	No	No	
11793	Red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11794	Dark gray	Hard	Medium porphyritic	No	No	Feldspar, mafic minerals (some are acicular- tourmaline?), quartz	Quartz-Trachyte	Others	Yes	No	No	Polidor e depois usado como núcleo e de onde se retirou 3 lascas, uma delas encontrada junto ao mesmo
11805	grayish brown	Hard	Medium	Layering	Yes	quartz, feldspar, biotite, muscovite, some mafic minerals	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	intercalation of darker/lighter layers, richer in mafic minerals
11812	grayish brown	Hard	Medium	Layering	No	Quartz, muscovite, some mafic minerals	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	intercalation of darker/lighter layers, richer in quartz, almost a quartzite
11819	Greenish brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	Micro-XRF
11821	Orange yellow	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11822	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11823	Light brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates (muscovite, biotite), mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11838	Yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11839	Greenish brown	Hard	Fine	Layering	No	phyllosilicates (muscovite, biotite), quartz, feldspar; lacks circular mineral	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	Yes	No	intercalation of darker/lighter layers
11841	Light brown	Hard	Medium, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, muscovite, biotite, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11852	Red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11855	Light brown	Hard	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, muscovite, biotite, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	Alternatively, grinding stone frag.
11857	grayish brown	Low	medium	No	No	talc, muscovite, biotite, mafic minerals	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
11865	Dark blue	Medium	Fine	Slaty cleavage	No	Rich in phyllosilicates (sericite, chlorite, graphite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
11866	Dark yellow	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11874	Red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	Distal section
11878	Light brown	Hard	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates (Musc, Bi), mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11879	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11880	Black	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11889	Black	Medium	Fine	Slaty cleavage	No	phyllosilicate minerals, graphite	Slate	Pelite-psammite	Yes	No	No	
11897	reddish light brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates (Musc, Bi), mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11898	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
11899	Light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11900	Light green	Medium	Medium	Slaty cleavage	Yes	rich in phyllosilicates (chlorite and sericite mostly), some quartz	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	Yes	No	
11921	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11925	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11927	grayish brown	Hard	Coarse	No	No	Quartz, phyllosilicates, oxides	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11929	Light brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, muscovite, biotite, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	Phenocrysts of Quartz (cm)
11930	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11946	Yellow	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11947	pink	Medium	Medium	Slaty cleavage	No	Phyllosilicates (chlorite, sericite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
11948	grayish brown	Low	medium	schistosity	No	talc, serpentine or chlorite, mafic	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
11949	Yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11950	Greenish light brown	Medium	Fine	Slaty cleavage	No	Chlorite, muscovite, some rare feldspar	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
11952	reddish gray	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11960	Light brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates (muscovite, biotite), mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11962	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	Hyaline euhedral crystal
11963	Pink	Medium	Fine	Slaty cleavage	No	Phyllosilicates (chlorite, sericite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
11965	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11966	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11967	Light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11972	Bluish gray	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11978	pink/grayish brown	Medium	Coarse	schistosity	Yes	Rich in phyllosilicates (mostly muscovite, biotite), feldspar and quartz, mafic minerals	Phyllite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
11979	grayish brown	Medium-Hard	Fine	No	No	Quartz, Feldspar, mafic minerals, phyllosilicates	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	
11980	Dark yellow	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11985	Light brown	Hard	Medium, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, muscovite, biotite, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
11986	Yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11987	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
11988	Light brown	Hard	n/a	No	No	quartz, feldspar, mafic minerals	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
11999	White	Hard	n/a	No	No	quartz, phyllosilicates (muscovite and biotite)	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12500	grayish brown	Hard	Fine	Layering	No	feldspar, quartz, phyllosilicates, mafic minerals	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	intercalation of darker/lighter layers; Micro-XRF

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
12519	Light brown	Medium	Coarse, phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates (biotite and muscovite), oxides, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	Micro-XRF
12536	dark gray/blue	Medium	Fine	Slaty cleavage	No	Rich in phyllosilicates (mostly chlorite, biotite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
12544	reddish light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12549	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12550	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
12560	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12561	dark gray/blue	Medium	Fine	Slaty cleavage	No	Rich in phyllosilicates (mostly chlorite, biotite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
12566	Dark blue	Medium	Fine	Slaty cleavage	No	Rich in phyllosilicates (sericite, chlorite, graphite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
12585	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12605	Dark blue	Medium	Fine	Slaty cleavage	No	Rich in phyllosilicates (sericite, chlorite, graphite)	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
12612	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
12619	Bluish gray	Low	Fine / Medium	schistosity	No	talc, quartz, calcite, chlorite or serpentine	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
12634	grayish brown	Very Hard	Medium	schistosity	No	mafic minerals (amphibole), quartz porphyroblasts, oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	
12637	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12653	Black	Medium	Fine	Slaty cleavage	No	phyllosilicate minerals, graphite	Slate	Pelite-psammite	Yes	No	No	
12666	Black	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
12668	Brown	Medium	Fine	No	No	quartz, feldspar, mafic, phyllosilicates	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	
12670	Bluish light brown	Low	Fine	schistosity	No	talc, serpentine or chlorite, mafic minerals	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
12675	Pinkish light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
12678	Yellowish gray	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12680	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	Proximal section
12681	Brownish blue	Hard	Fine	No	No	mafic minerals, feldspar	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	brown on the outside and bluish on the inside
12686	Yellowish light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12701	Bluish gray	Low	medium	No	No	talc, mafic minerals	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
12704	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12710	Pinkish brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
12718	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12719	Pink	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
12720	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12735	whitish green	Hard	Fine	No	No	quartz, phyllosilicates	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
12739	Dark brown	Low	medium	schistosity	No	talc, serpentine or chlorite, mafic minerals	Talcschist	Talcschist	Yes	No	No	
12740	Orange light brown	Medium	Coarse	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates (muscovite, biotite)	Granite	Granite	Yes	No	No	altered
12750	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12751	Pinkish orange	Medium	Coarse	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates (muscovite, biotite)	Granite	Granite	Yes	No	No	altered
12752	Yellow	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12779	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12797	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	2 flake negatives
12798	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	2 flake negatives
12803	grayish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12822	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12823	Brown	Medium	Aphanitic	Lamination	No	feldspar, quartz, oxides, few phyllosilicates	Quartz-Feldspathic	Quartz-Feldspathic	Yes	No	No	stronger foliation
12824	Orange brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
12825	Orange light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12826	Orange light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12840	Yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	some schist attached
12841	Yellowish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	Ore?
12842	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12843	Light brown	Medium	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic	Granite	Granite	Yes	No	No	
12844	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12845	reddish brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	mainly quartz, with some schist attached
12846	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12847	grayish white	Medium	Fine / Medium	Slaty cleavage	No	Quartz vein and phyllosilicates (muscovite and biotite), oxides	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	slight magnetism
12848	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	still some schist (meta-sandstone) attached, burned
12849	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12850	Light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12851	grayish light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12852	Orange light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
12853	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12854	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	mainly quartz, with some schist attached
12855	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12856	reddish light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12857	grayish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12858	Light brown	Medium	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
12859	Orange light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12860	Orange white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12861	Yellow/red	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	some schist attached
12862	Orange light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12863	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	burned
12864	Light brown	Medium	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
12865	reddish light brown	Medium	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
12866	Light brown	Medium	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
12867	Light brown	Medium	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar	Granite	Granite	Yes	No	No	
12868	Light brown	Medium	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates	Granite	Granite	Yes	No	No	
12869	Pinkish brown	Medium	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar (orthoclase) phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
12870	Light brown	Medium	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates	Granite	Granite	Yes	No	No	
12871	Light brown	Hard	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
12872	Orange light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12873	Light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12874	Light brown	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12875	reddish gray	Medium	Medium	schistosity	No	quartz, feldspar, phyllosilicates, mafic minerals	Pelite-psammite	Pelite-psammite	Yes	No	No	
12876	Orange white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	with some schist
12877	gray	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	with some schist
12878	Orange white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12879	Orange white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12880	Orange white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	with some schist
12881	Greenish dark gray	Hard	Fine	No	No	quartz, phyllosilicates (muscovite, chlorite?), mafic minerals	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	

Reference	Color	Hardness	Granularity	Anisotropy	Crenulation	Minerals	Rock type	Rock group	Macro.P.A	Micro.P.A	EMPA	Extra Information
12882	Light brown	Hard	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar, muscovite, biotite, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
12883	Light brown	Medium	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar, muscovite, biotite, mafic minerals	Granite	Granite	Yes	No	No	
12884	reddish light brown	Medium	Coarse phaneritic	No	No	quartz, feldspar, muscovite, biotite, mafic minerals, oxides	Granite	Granite	Yes	No	No	
12885	White	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12886	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	
12887	Bluish gray	Hard	Medium	No	No	quartz, biotite, chlorite, oxides	Quartzite	Quartzite	Yes	No	No	
12888	Dark bluish green	Very Hard	Fine	schistosity	No	mafic minerals (amphibole), feldspar, quartz, oxides	mafic metavolcanic rock	Mafic	Yes	No	No	
12889	reddish white	Hard	n/a	No	No	Quartz	Quartz	Quartz	Yes	No	No	

12.4. Macroscopic photographs of archaeological samples chosen for analysis



12.5. Microscopic analyzed archaeological samples

Reference	Texture	Anisotropy	Crenulation	Primary Minerals	Secondary Minerals	Altered Minerals	Rock type	Protolith	Metamorphic Facies	Metamorphic Grade	Observations
53	G_in	No	No	Talc (55%); serp (30%)	Op minerals (10%); Qz (5%)		Talcschist	mafic-ultramafic rock	Greenschist	Low	Porphyroblasts of Talc and serp; areas more or less rich in serp; sulfides inside Talc (Pyrite)
10155	GL_in	Yes	No	Talc (50%); serp (30%); Fe-Talc/serp (15%)	Op minerals (5%); Gnt		Talcschist	mafic-ultramafic rock	Greenschist	Low	Colorless serp more developed than in 10655
10166	G_in	No	No	Trm-Act (45%); Fdp (Plg) (20%)	Op minerals (10%); Qz (10%); ep (10%); tit or rut (5%)		Greenschist	Mafic volcanic rock	Greenschist	Low	
10173	L	Yes	Yes	Talc + Fe-Talc (75%); Bi (10%)	Cal (5%); Op minerals (5%), serp (5%)		Talcschist	mafic-ultramafic rock	Greenschist	Low	Strong crenulation
10202	G_in	No	No	Hb (40%), Ep (25%), Plg (15%)	Op minerals (10%); Fibrous Trm-Act (5%); Qz (5%)		Amphibolite	Mafic volcanic rock	Amphibolite	Intermediate	Blue-Green aph different from the 10166
10319	N	Yes	Yes	Trm-Act (75%); ilm (10%), Plg (10%)	Hb (5%)	Plg	Greenschist	Mafic volcanic rock	Greenschist	Low	plg porphyroblasts being replaced by aph and Qz
10449	G_in	No	No	Hb (40%); Trm (20%); Epidote (15%), Plg (10%)	Op minerals (5%); Qz (5%); rut (5%)	rut	Amphibolite	Mafic volcanic rock	Amphibolite	Intermediate	Rut turning into tit; Trm surrounding hb (retrograde into greenschist); similar to 10775 and 10202; coarser grained than 10166 and 10202
10459	GN	Yes	Yes	Ep-Clz (40%); Chl (15%); Trm-Act (15%); Plg (15%)	Qz (5%); Tit (5%); Op minerals (5%)		Greenschist	Mafic volcanic rock	Greenschist	Low	
10613	GL	Yes	No	Qz (60%); Musc (20%); Fdp (20%)	Op minerals (2%)		Quartzite	Sandstone			
10655	G_in	No	No	Talc (60%); serp (35%)	Op minerals (5%)		Talcschist	mafic-ultramafic rock	Greenschist	Low	More or less concentrated areas of serp (colorless) fine grained
10679	G_in	No	No	Qz (50%), Fdp (20%); Epidote (15%)	Op minerals (10%); Bi? (5%)		Felsic volcanoclastic	Felsic volcanic rock	Greenschist	Low	
10680	L	Yes	Yes	Graphite (35%); srt (30%); Chl (20%)	Qz (10%); Titanite (5%)		Phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	recrystallized quartz
10873	L	Yes	Yes	Qz (40%); Fdp (Ab) (30%); Musc (20%)	Op minerals (5%), Bi (5%)		Qz-phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	strong mylonitic deformation
10972	L	Yes	Yes	Srt (45%), Chl (40%); graphite (15%)			Phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	More pelitic
11032	G_eq	No	No	Fe-Talc/serp (50%); Talc (40%)	Op minerals (5%); Qz (3%); Bi (2%)	Altered Bi with zircons	Talcschist	mafic-ultramafic rock	Greenschist	Low	
11077	G_in	No	No	Fe-Talc/serp (50%); Talc (20%); serp (25%)	Op minerals (5%)		Talcschist	mafic-ultramafic rock	Greenschist	Low	

Reference	Texture	Anisotropy	Crenulation	Primary Minerals	Secondary Minerals	Altered Minerals	Rock type	Protolith	Metamorphic Facies	Metamorphic Grade	Observations
11122	G_in	No	No	Qz (55%); Bi(20%); musc (10%), Fdp (Ab, Microcline)(15%)		feldspar	Qz-phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	deformed quartz; intermediate deformation; sericitic feldspar
11235	L	Yes	Yes	Qz (40%); Fdp (Ab) (30%)	Op minerals (10%), Musc (10%), Bi (10%)		Phyllite	Pelite-psammite	Amphibolite	Intermediate	
11244	L	Yes	Yes	Qz (50%); Ab (15%); musc (15%), Bi (15%)	Op minerals (5%)		Qz-phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	Strong mylonitic deformation
11285	L	Yes	Yes	Qz (40%); Fdp (K) (35%); musc (20%)	Bi (5%)		Qz-phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	Less deformation than the others of this type
11431	L	Yes	Yes	Qz (35%); Muscovite (30%); Bi (15%)	Fdp (Ab) (10%); Op minerals (5%); Chl (5%)		Phyllite	Pelite-psammite	Amphibolite	Intermediate	
11702	G_in	No	No	Qz (30%); Fdp (Ab, microcline) (40%)	Op minerals (20%), musc (5%), Bi (5%), aph?	Fdp	Qz-phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	Strong mylonitic deformation; Porphyroblasts of Fdp and Qz
11719	GL	Yes	Yes	Qz (40%); Fdp (Ab, microcline) (25%); musc (20%); Bi (10%)	Op minerals (5%)	Fdp	Qz-phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	Less deformation than the others of this type
11839	G_in	No	No	Fdp(Microcline, Ab) (45%); Qz (25%); musc (15%)	Biotite (10%); Op minerals (5%)		Qz-phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	Less deformation than the others of this type; Porphyroblasts of musc, Fdp and Qz
11900	L	Yes	Yes	Srt (35%), Chl (20%), Qz (15%)	Fdp (10); graphite (10%), Bi (5%); Op minerals (5%)		Phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	

12.6. Microscopic analyzed field samples

Ref.	Geo. Unit	Anisotropy	Crenulation	Texture	Primary Minerals	Secondary Minerals	Altered Minerals	Rock type	Protolith	Metamorphic Facies	Metamorphic Grade	Observations
A' 1.1	A'f	Yes	Yes	L	Musc (40%), Qz (25%), Chl (15%)	Bi (5%), Op (5%), Fdp (10%)		Schist	Mafic volcanic rock	Greenschist	Low	Chl between Qz shafts
AF 2.3	A'f	Yes	Yes	GN	Hb (75%), Sph (10%)	Qz (5%), Fdp (5%), Ep (2%), calcite (1%), Rt (2%)		Amphibolite	Mafic volcanic rock	Amphibolite	Intermediate	strong crenulation, richer in phyllosilicate minerals than AF2.5 and AF3.2
AF 2.5	A'f	Yes	Yes	N	Hb (65%), Ep (10%), Fdp (10%)	Qz (5%), Sph (5%), op (5%)		Amphibolite	Mafic volcanic rock	Amphibolite	Intermediate	green Hb similar to AF3.2; crenulation stronger than in AF2.3; some veins of Qz with epidote; sericitic alteration
AF 3.2	A'f	Yes	Yes	GN_in	Hb (40%), Ep (35%)	Fdp (Ab) (10%), Qz (5%), Sph (5%), Op (5%)		Amphibolite	Mafic volcanic rock	Amphibolite	Intermediate	retrograde amphibolite (2 generations of Aps), some porphyroblasts of opaque minerals and others of Qz
Bt 3.1	Bt	Yes	Yes	L	Qz (65%), Musc (10%), Chl (10%)	Op minerals (5%); Rt/Tit (5%); fdp (5%)		Greenschist	Mafic volcanic rock	Greenschist	Low	Coarse chlorite, fine muscovite, op minerals close to chlorite
Bt 4.1	Bt	Yes	Yes	GN	Tr-Ac (30%), Fdp (30%), Qz (15%), Ep (15%)	Rt (5%), Chl (5%)	Plg	Greenschist	Mafic volcanic rock	Greenschist	Low	Spaced crenulation, Fdp recrystallized
DMC 1.1	DMC	Yes	Yes	N	Qz (30%), Fdp (Ab) (25%), Hb and or Tr-Ac (20%), Ep (20%)	Op (5%)		Greenschist	Mafic metavolcanic	Greenschist	Low	coarser grain; blastomylonitic texture, recrystallized, spaced crenulation, ep veins, chl close to the veins
DMC 3.2	DMC	Yes	Yes	GN_eq	Tr-Ac (30%), Qz (15%), Fdp (15%), Ep (15%), Chl (10%)	Op (5%), Rt (5%), Bi (5%)		Greenschist	Mafic metavolcanic	Greenschist	Low	light foliation, mylonite foliation
IP4 4.1	Bt	Yes	Yes	GN	Tr-Ac (30%); Ep (30%), Fdp (20%); Qz (10%)	Chl (5%); Rutile/Tit (5%)		Greenschist	Mafic volcanic rock	Greenschist	Low	very fine grain
P 1.1	ρ	Yes	Yes	L	Musc (40%), Qz (30%), fdp (Ab) (30%)			Felsic metavolcanic rock	Felsic volcanic rock	Greenschist	Low	porphyroblasts of fdp
P 2.3	ρ	Yes	Yes	L	Qz (35%), fdp (30%), Musc (30%)	Green Bi (5%)		Felsic metavolcanic rock	Felsic volcanic rock	Greenschist	Low	foliation not as strong as P2.1 and P2.2
PO 1.2	A'f	Yes	Yes	N	Hb (60%), Ep (20%)	Qz (5%), fdp (10%), sph (3%), Calcite (2%)		Amphibolite	Mafic volcanic rock	Amphibolite	Intermediate	stronger anisotropy than other amphibolites; finer grain
PcG 1.1	PcG	Yes	Yes	N	Tr-Ac (65%), Fdp (10%), Sph (10%)	Ep (5%), Op (5%), Chl (2%), rut (3%)		Greenschist	Mafic volcanic rock	Greenschist	Low	blastomylonite foliation
QFQ 2.1	QFQ	Yes	Yes	L	Musc (40%), Qz (30%), Green Bi (10%), Fdp (10%)	Op minerals (5%), chlorite (5%)		Phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	strong crenulation and anisotropy, coarse musc, chl with op minerals
QFQ 2.2	QFQ	Yes	Yes	L	Qz (60%), Bi (15%), Chl (10%)	Fdp (Ab) (5%), Musc (5%), Op (5%)		Phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	Crenulation is less strong than QFQ2.1, anisotropy as strong as QFQ 6.1 and 2.1; Qz veins intersecting the layers; chl with op minerals included, mylonite foliation
QFQ 4.1	QFQ	Yes	Yes	L	Qz (45%), Bi (15%), Fdp (Ab)(20%), Musc (15%)	Op (5%)	Bi	Phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	Crenulation is less strong than QFQ2.1 and QFQ2.2; mylonite foliation

Ref.	Geo. Unit	Anisotropy	Crenulation	Texture	Primary Minerals	Secondary Minerals	Altered Minerals	Rock type	Protolith	Metamorphic Facies	Metamorphic Grade	Observations
QFQ 6.1	QFQ	Yes	Yes	L	Qz (40%), Musc (25%), fdp (Ab)(15%), Bi (15%)	Op (5%)		Phyllite	Pelite-psammite	Greenschist	Low	Strong crenulation, mylonite foliation
SVS 1	SVS	Yes	Yes	L	Qz (40%), Fdp (30%), Musc (20%)	Op minerals (5%), Green Biotite (5%)	andaluzite - Fe inclusions	Schist	Pelite-Psammitite	Amphibolite	Intermediate	strong tectonic deformation, recrystallized subgrains of Qz; fine muscovite
T 1.1	PeΨ	Yes	Yes	L	Talc (35%), Qz (30%), Fdp (Ab) (30%), Serp (10%)		Fdp	Talcschist	mafic-ultramafic rock	Greenschist	Low	crenulated, some porphyroblasts of Qz
T 1.2	PeΨ	Yes	Yes	L	Talc (60%), calcite (20%); serp (10%)	Chl (5%), Op minerals (5%)		Talcschist	mafic-ultramafic rock	Greenschist	Low	op minerals impregnated in other minerals, Chl mostly around Crm and sulfides
Tuff	DMC	Yes	Yes	L	Qz (60%), Chl (20%), Musc (10%)	Fdp (5%), Op (2%), Sph (2%), Ep (1%)		Felsic metavolcanic rock	Felsic volcanic rock	Greenschist	Low	Fine muscovite

12.7. EMPA analytical conditions regarding the different analyzed minerals

Silicate minerals (except Fdp)	
Accelerating voltage:	15kV
Beam diameter:	5µm
Beam current:	25nA

Oxides	
Accelerating voltage:	15kV
Beam diameter:	5µm
Beam current:	25nA

Feldspar	
Accelerating voltage:	15kV
Beam diameter:	8µm
Beam current:	10nA

Phosphate minerals (except Apatite)	
Accelerating voltage:	15kV
Beam diameter:	5µm
Beam current:	10nA

Carbonate minerals	
Accelerating voltage:	15kV
Beam diameter:	12µm
Beam current:	25nA

Apatite	
Accelerating voltage:	15kV
Beam diameter:	7µm
Beam current:	25nA

Sulfide minerals	
Accelerating voltage:	15kV
Beam diameter:	5µm
Beam current:	25nA

12.8. EMPA results

12.8.1. Silicate minerals

12.8.1.1. Amphibole - AB₂C₅T₈O₂₂W₂²³

Sample	10319														
Analysis (%)	1	4	5	6	7	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TiO ₂	0,37	0,45	0,47	0,52	0,59	0,55	0,04	0,06	0,12	0,07	0,04	0,00	0,06	0,03	0,04
SiO ₂	44,63	44,82	43,03	43,00	44,67	44,05	57,27	55,88	54,90	56,08	56,71	57,12	56,59	55,09	55,67
Fe ₂ O ₃	8,00	10,48	9,55	10,04	5,18	5,31	0,00	0,12	0,33	0,17	0,00	0,00	0,00	0,18	0,41
Mn ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr ₂ O ₃	0,06	0,41	0,42	0,29	0,25	0,36	0,11	0,20	0,08	0,09	0,09	0,08	0,11	0,13	0,10
Al ₂ O ₃	13,91	12,53	16,11	15,94	13,96	14,48	1,22	2,36	1,67	1,97	1,19	1,13	1,78	2,83	2,08
ZnO	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,04	0,07	0,00	0,00	0,07	0,03	0,02	0,04	0,07	0,02
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	9,19	4,66	7,29	6,76	11,38	11,44	11,69	12,54	12,34	12,40	12,48	11,92	11,61	13,76	11,68
MnO	0,33	0,23	0,28	0,28	0,19	0,26	0,25	0,18	0,23	0,25	0,15	0,20	0,18	0,30	0,20
CaO	9,77	11,09	10,46	10,53	11,50	11,12	12,12	11,22	10,45	11,00	11,81	11,60	11,41	11,14	11,58
MgO	11,03	12,98	10,04	10,23	10,27	10,04	17,63	16,99	17,31	17,42	17,26	17,97	17,71	15,87	17,37
K ₂ O	0,09	0,09	0,10	0,09	0,12	0,10	0,05	0,05	0,03	0,03	0,03	0,02	0,04	0,09	0,06
Na ₂ O	1,81	1,54	2,27	2,25	1,67	1,94	0,13	0,22	0,19	0,18	0,14	0,08	0,11	0,23	0,21
Li ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00
F	0,00	0,00	0,15	0,09	0,08	0,00	0,06	0,00	0,01	0,11	0,00	0,01	0,00	0,13	0,03
O=F	0,00	0,00	-0,06	-0,04	-0,03	0,00	-0,02	0,00	0,00	-0,05	0,00	0,00	0,00	-0,05	-0,01
O=Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	99,18	99,28	100,12	100,05	99,84	99,69	100,62	99,82	97,66	99,79	99,93	100,14	99,64	99,81	99,44

²³ A = □, Na, K, Ca, Pb, Li; B = Na, Ca, Mn²⁺, Fe²⁺, Mg, Li; C = Mg, Fe²⁺, Mn²⁺, Al, Fe³⁺, Mn³⁺, Ti⁴⁺, Li; T = Si, Al, Ti⁴⁺, Be; W = (OH), F, Cl, O²⁻

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	10319															
Analysis (%)	1	4	5	6	7	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Ti4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Si4+	6,42	6,39	6,15	6,14	6,44	6,37	7,92	7,81	7,84	7,84	7,92	7,92	7,88	7,76	7,80	
Al3+	1,58	1,61	1,85	1,86	1,56	1,63	0,08	0,19	0,16	0,16	0,08	0,08	0,12	0,24	0,20	
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Ti4+	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	
Fe3+	0,87	1,12	1,03	1,08	0,56	0,58	0,00	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	
Mn3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cr3+	0,01	0,05	0,05	0,03	0,03	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Al3+	0,78	0,50	0,86	0,83	0,81	0,83	0,12	0,20	0,12	0,16	0,11	0,11	0,17	0,23	0,14	
Zn2+	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
Ni2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fe2+	0,95	0,53	0,87	0,81	1,33	1,32	1,22	1,22	1,13	1,17	1,28	1,16	1,13	1,39	1,16	
Mn2+	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mg2+	2,36	2,76	2,14	2,18	2,21	2,16	3,63	3,54	3,69	3,63	3,59	3,72	3,68	3,33	3,63	
Li+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
C - Total	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
Fe2+	0,16	0,03	0,00	0,00	0,04	0,06	0,13	0,24	0,34	0,28	0,18	0,22	0,22	0,23	0,20	
Mn2+	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	
Ca2+	1,51	1,69	1,60	1,61	1,78	1,72	1,80	1,68	1,60	1,65	1,77	1,72	1,70	1,68	1,74	
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Na+	0,29	0,25	0,37	0,36	0,16	0,19	0,04	0,05	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	0,05	0,03	
Li+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
B - Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,99	1,99	2,00	2,00	2,00	1,99	1,97	2,00	1,99	
K+	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	
Na+	0,21	0,18	0,26	0,26	0,30	0,36	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	
A - Total	0,23	0,19	0,28	0,28	0,33	0,37	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,03	0,03	
OH-	1,92	1,90	1,83	1,85	1,84	1,88	1,97	1,99	1,97	1,94	1,99	1,99	1,99	1,93	1,98	
Cl-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
F-	0,00	0,00	0,07	0,04	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	
O2-	0,08	0,10	0,10	0,11	0,13	0,12	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	
W - Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Mg#	0,68	0,83	0,71	0,73	0,62	0,61	0,73	0,71	0,72	0,71	0,71	0,73	0,73	0,67	0,73	
(Na + K)A	0,23	0,19	0,28	0,28	0,33	0,37	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,03	0,03	
Na #	0,78	0,74	0,83	0,83	0,64	0,69	0,79	0,83	0,52	0,81	0,88	0,86	0,75	0,64	0,52	
Na B	0,29	0,25	0,37	0,36	0,16	0,19	0,04	0,05	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	0,05	0,03	

Sample	10449															
Analysis (%)	1	3	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TiO2	0,32	0,33	0,40	0,34	0,32	0,33	0,31	0,07	0,09	0,14	0,03	0,00	0,07	0,03	0,05	0,03
SiO2	46,54	45,86	46,50	45,09	45,40	45,78	45,57	53,81	53,20	53,35	55,31	55,19	54,96	56,05	55,18	55,12
Fe2O3	5,44	5,03	5,77	5,39	5,39	2,91	3,08	0,86	1,10	0,78	0,56	0,40	0,69	0,23	0,64	0,83
Mn2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,05	0,12	0,25	0,09	0,09	0,07	0,11	0,09	0,22	0,06	0,05	0,52	0,33	0,07	0,07	0,18
Al2O3	12,90	13,11	11,90	13,17	13,54	13,51	13,90	4,26	4,51	4,31	2,77	2,25	3,42	2,16	2,77	3,15
ZnO	0,12	0,00	0,00	0,06	0,09	0,05	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,09	0,02	0,02	0,07
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	10,28	10,53	10,02	10,53	10,19	12,41	12,21	10,60	10,82	11,07	10,52	10,41	10,59	10,82	10,77	10,85
MnO	0,41	0,45	0,46	0,46	0,38	0,43	0,40	0,35	0,38	0,43	0,32	0,32	0,38	0,29	0,39	0,35
CaO	10,47	10,60	10,75	10,71	10,59	10,53	10,57	11,49	11,51	11,36	11,85	12,12	11,62	12,21	11,71	12,14
MgO	10,61	10,37	10,90	10,17	10,32	9,44	9,36	15,78	15,53	15,05	16,78	16,76	16,44	16,89	16,54	16,34
K2O	0,16	0,11	0,16	0,21	0,11	0,14	0,13	0,13	0,12	0,09	0,09	0,06	0,08	0,09	0,08	0,10
Na2O	2,40	2,43	2,19	2,34	2,48	2,35	2,28	0,73	0,71	0,78	0,55	0,42	0,63	0,41	0,60	0,59
Li2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,14	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
O=F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,06	0,00	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
O=Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	99,72	98,92	99,28	98,57	98,89	97,96	97,97	98,24	98,27	97,42	98,84	98,52	99,30	99,27	98,82	99,75

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	10449																	
Analysis (%)	1	3	1	2	3	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Ti4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Si4+	6,66	6,62	6,69	6,56	6,56	6,68	6,65	7,64	7,57	7,65	7,78	7,79	7,71	7,85	7,77	7,71		
Al3+	1,34	1,38	1,31	1,44	1,44	1,32	1,35	0,36	0,43	0,35	0,22	0,21	0,29	0,15	0,23	0,29		
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00		
Ti4+	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00		
Fe3+	0,59	0,55	0,62	0,59	0,59	0,32	0,34	0,09	0,12	0,08	0,06	0,04	0,07	0,02	0,07	0,09		
Mn3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Cr3+	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,06	0,04	0,01	0,01	0,02		
Al3+	0,83	0,85	0,71	0,81	0,86	1,01	1,04	0,35	0,33	0,38	0,23	0,17	0,27	0,20	0,23	0,23		
Zn2+	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01		
Ni2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Fe2+	1,23	1,27	1,21	1,28	1,23	1,52	1,49	1,20	1,22	1,30	1,18	1,20	1,17	1,24	1,21	1,24		
Mn2+	0,04	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Mg2+	2,26	2,23	2,34	2,20	2,22	2,05	2,03	3,34	3,30	3,22	3,52	3,53	3,44	3,52	3,47	3,41		
Li+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
C - Total	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00		
Fe2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,07	0,03	0,06	0,03	0,08	0,03	0,06	0,03		
Mn2+	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,03	0,05	0,04		
Ca2+	1,60	1,64	1,66	1,67	1,64	1,65	1,65	1,75	1,76	1,75	1,79	1,83	1,74	1,83	1,77	1,82		
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Na+	0,39	0,36	0,34	0,33	0,36	0,35	0,35	0,15	0,13	0,17	0,12	0,10	0,14	0,10	0,13	0,11		
Li+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
B - Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,01	2,00	2,01	2,00	2,01	1,99	2,01	2,00		
K+	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02		
Na+	0,28	0,32	0,27	0,33	0,33	0,31	0,30	0,05	0,06	0,04	0,03	0,02	0,04	0,01	0,03	0,05		
A - Total	0,31	0,34	0,30	0,37	0,35	0,34	0,32	0,07	0,09	0,06	0,04	0,03	0,05	0,02	0,05	0,07		
OH-	1,93	1,92	1,91	1,93	1,93	1,93	1,93	1,97	1,92	1,97	1,99	1,97	1,98	1,99	1,99	1,99		
Cl-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
F-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00		
O2-	0,07	0,07	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,02	0,02	0,03	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01		
W - Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00		

Sample	10459 (part 1)																
Analysis (%)	1	2	4	5	5	7	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16	17
TiO2	0,05	0,02	0,58	0,00	0,00	0,07	0,28	0,00	0,04	0,06	0,06	0,00	0,04	0,07	0,02	0,02	0,00
SiO2	55,14	55,88	50,50	56,93	56,93	55,43	46,04	55,28	56,74	56,16	56,16	56,26	55,12	53,16	55,72	55,32	55,05
Fe2O3	0,00	0,00	4,49	3,58	0,81	0,00	10,27	0,00	0,00	2,49	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Mn2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,16	0,10	0,05	0,08	0,08	0,06	0,11	0,10	0,08	0,10	0,06
Al2O3	1,96	1,52	3,27	0,76	0,76	1,33	6,61	2,36	2,71	1,51	1,51	1,40	1,60	5,37	2,01	2,02	2,42
ZnO	0,04	0,10	0,07	0,05	0,05	0,01	0,02	0,15	0,07	0,07	0,07	0,04	0,01	0,04	0,04	0,00	0,13
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	14,10	13,75	11,29	9,62	12,11	13,99	8,78	14,09	13,32	11,26	13,50	13,20	13,83	17,16	13,83	13,99	14,03
MnO	0,31	0,22	0,25	0,31	0,31	0,31	0,36	0,20	0,34	0,32	0,32	0,21	0,38	0,38	0,24	0,23	0,22
CaO	11,68	11,88	11,12	12,38	12,38	12,24	8,67	11,50	11,31	11,96	11,96	11,73	12,10	9,53	11,62	11,74	11,92
MgO	13,84	14,41	14,30	15,06	15,06	14,35	14,71	13,82	14,34	13,80	13,80	14,56	14,64	14,14	14,12	13,78	13,80
K2O	0,07	0,05	0,06	0,03	0,03	0,04	0,06	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07
Na2O	0,44	0,53	0,29	0,23	0,23	0,30	0,20	0,62	0,38	0,39	0,39	0,38	0,36	0,07	0,67	0,55	0,48
Li2O	0,13	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,15	0,34	0,00	0,38	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F	0,06	0,00	0,02	0,08	0,08	0,00	0,12	0,04	0,06	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01
O=F	-0,02	0,00	-0,01	-0,03	-0,03	0,00	-0,05	-0,02	-0,03	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00	0,00
O=Cl	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	97,90	98,46	96,37	99,11	99,35	98,19	96,24	98,38	99,74	98,16	98,32	98,31	98,24	101,06	98,45	97,82	98,19

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	10459 (part 1)																
	1	2	4	5	5	7	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16	17
Analysis (%)																	
Ti4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si4+	7,93	7,98	7,46	8,00	8,00	7,96	6,84	7,91	7,94	8,00	8,01	8,00	7,91	7,49	7,96	7,96	7,90
Al3+	0,07	0,02	0,54	0,00	0,00	0,04	1,16	0,09	0,06	0,00	0,00	0,00	0,09	0,51	0,04	0,04	0,10
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,01	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti4+	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Fe3+	0,00	0,00	0,50	0,38	0,09	0,00	1,15	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00
Mn3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr3+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Al3+	0,27	0,23	0,03	0,13	0,13	0,18	0,00	0,31	0,38	0,25	0,25	0,23	0,18	0,38	0,29	0,30	0,31
Zn2+	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Ni2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2+	1,70	1,64	1,24	1,13	1,42	1,68	0,55	1,69	1,56	1,34	1,61	1,57	1,66	1,52	1,65	1,68	1,68
Mn2+	0,04	0,03	0,00	0,04	0,04	0,04	0,00	0,02	0,04	0,04	0,04	0,03	0,01	0,00	0,03	0,03	0,03
Mg2+	2,97	3,07	3,15	3,16	3,16	3,07	3,26	2,95	2,99	2,93	2,93	3,08	3,13	2,97	3,00	2,95	2,95
Li+	0,01	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,14	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C - Total	5,00	4,99	5,00	4,84	5,00	4,99	5,00	5,00	5,00	4,85	5,00	5,00	5,00	5,00	4,99	4,98	4,99
Fe2+	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
Mn2+	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00
Ca2+	1,80	1,82	1,76	1,86	1,86	1,88	1,38	1,76	1,69	1,83	1,83	1,79	1,86	1,44	1,78	1,81	1,83
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na+	0,12	0,15	0,05	0,06	0,00	0,08	0,03	0,16	0,10	0,11	0,10	0,06	0,10	0,01	0,19	0,15	0,13
Li+	0,06	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,08	0,18	0,00	0,07	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B - Total	1,98	1,97	2,00	1,93	2,00	1,96	2,00	2,00	1,97	1,93	2,00	2,01	1,99	2,00	1,97	1,96	1,96
K+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Na+	0,00	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
A - Total	0,01	0,01	0,05	0,01	0,07	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
OH-	1,96	2,00	1,85	1,96	1,96	1,98	1,87	1,98	1,97	1,97	1,97	2,00	1,99	1,99	1,97	2,00	2,00
Cl-	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F-	0,03	0,00	0,01	0,04	0,04	0,00	0,06	0,02	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
O2-	0,01	0,00	0,13	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
W - Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Mg#	0,64	0,65	0,69	0,74	0,69	0,65	0,75	0,64	0,66	0,69	0,65	0,66	0,65	0,59	0,65	0,64	0,64
(Na + K)A	0,01	0,01	0,05	0,01	0,07	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
Na #	0,92	0,94	0,56	0,92	0,06	0,89	0,51	0,90	0,91	0,90	0,84	0,55	0,91	0,38	0,95	0,94	0,93
Na B	0,12	0,15	0,05	0,06	0,00	0,08	0,03	0,16	0,10	0,11	0,10	0,06	0,10	0,01	0,19	0,15	0,13

Sample	10459 (part 2)														
Analysis (%)	19	20	21	22	23	24	25	26	29	30	31	32	33	34	36
TiO2	0,00	0,06	0,09	0,04	0,14	0,03	0,12	0,02	0,01	0,00	0,03	0,09	0,07	0,00	0,08
SiO2	54,88	53,71	42,24	54,83	53,76	55,59	54,07	55,95	56,12	55,92	43,73	54,12	54,13	55,53	52,16
Fe2O3	0,00	0,00	12,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,16	0,24	0,00	0,00	1,90
Mn2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,06	0,08	0,20	0,09	0,10	0,11	0,16	0,05	0,07	0,10	0,11	0,12	0,10	0,11	0,10
Al2O3	1,58	1,70	9,40	1,68	1,58	1,95	1,54	1,79	1,79	1,33	10,29	2,18	2,17	2,29	2,07
ZnO	0,15	0,08	0,02	0,04	0,02	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,14	0,14	0,04	0,01	0,03
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	13,69	14,37	7,69	14,02	13,75	14,06	13,88	13,66	13,55	12,75	3,30	14,16	14,25	13,89	12,10
MnO	0,37	0,29	0,35	0,33	0,33	0,26	0,29	0,30	0,26	0,35	0,34	0,31	0,39	0,20	0,35
CaO	12,20	11,85	7,13	11,63	11,95	11,72	12,17	11,70	11,60	12,37	6,38	12,12	11,86	11,55	12,15
MgO	13,98	13,81	14,07	14,17	13,85	13,97	13,97	14,11	14,48	14,81	14,88	13,80	14,03	13,87	14,51
K2O	0,05	0,06	0,04	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,08	0,06	0,06	0,05
Na2O	0,21	0,24	0,14	0,28	0,21	0,44	0,27	0,53	0,54	0,23	0,15	0,43	0,22	0,51	0,21
Li2O	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,11	0,08	0,14	0,51	0,00	0,00	0,25	0,00
Cl	0,02	0,02	0,04	0,07	0,04	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,10	0,06	0,08	0,13	0,00	0,08
O=F	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,04	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,04	-0,03	-0,03	-0,05	0,00	-0,03
O=Cl	0,00	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	97,28	96,26	94,08	97,22	95,81	98,45	96,55	98,29	98,56	98,11	97,09	97,85	97,41	98,28	95,76

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	10459 (part 2)															
Analysis (%)	19	20	21	22	23	24	25	26	29	30	31	32	33	34	36	
Ti4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Si4+	7,95	7,90	6,42	7,95	7,93	7,94	7,91	7,98	7,98	7,98	6,34	7,84	7,86	7,93	7,71	
Al3+	0,05	0,10	1,58	0,05	0,07	0,06	0,09	0,02	0,02	0,02	1,66	0,16	0,14	0,07	0,29	
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Ti4+	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	
Fe3+	0,00	0,00	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,87	0,03	0,00	0,00	0,21	
Mn3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cr3+	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Al3+	0,22	0,19	0,11	0,23	0,20	0,27	0,18	0,28	0,28	0,21	0,10	0,21	0,23	0,31	0,07	
Zn2+	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	
Ni2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fe2+	1,66	1,76	0,21	1,69	1,69	1,68	1,70	1,63	1,61	1,52	0,00	1,72	1,71	1,66	1,50	
Mn2+	0,05	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	
Mg2+	3,02	3,03	3,19	3,06	3,04	2,97	3,05	3,00	3,07	3,15	2,99	2,98	3,04	2,95	3,20	
Li+	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	
C - Total	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,99	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
Fe2+	0,00	0,01	0,77	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	0,02	0,00	0,00	
Mn2+	0,00	0,04	0,04	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,05	0,00	0,04	
Ca2+	1,89	1,87	1,16	1,81	1,89	1,79	1,91	1,79	1,77	1,89	0,99	1,88	1,85	1,77	1,92	
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	
Na+	0,06	0,07	0,03	0,08	0,06	0,12	0,08	0,15	0,15	0,06	0,04	0,11	0,06	0,13	0,04	
Li+	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,03	0,04	0,01	0,30	0,00	0,00	0,10	0,00	
B - Total	1,96	1,99	2,00	1,94	1,96	2,00	1,99	1,97	1,96	1,96	2,00	2,00	1,98	2,00	2,00	
K+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	
Na+	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	
A - Total	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	
OH-	2,00	1,98	1,97	1,97	1,92	1,98	1,97	1,99	2,00	1,95	1,97	1,94	1,92	2,00	1,94	
Cl-	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
F-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,04	0,06	0,00	0,04	
O2-	0,00	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	
W - Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Mg#	0,65	0,63	0,77	0,64	0,64	0,64	0,64	0,65	0,66	0,67	0,89	0,63	0,64	0,64	0,68	
(Na + K)A	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,03	
Na #	0,86	0,88	0,61	0,88	0,87	0,87	0,89	0,94	0,94	0,86	0,85	0,80	0,86	0,88	0,54	
Na B	0,06	0,07	0,03	0,08	0,06	0,12	0,08	0,15	0,15	0,06	0,04	0,11	0,06	0,13	0,04	

Sample	11702		AF2.5									Bt4.1							
	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	1	2	1	2	
TiO2	0,05	0,07	0,43	0,43	0,38	0,48	0,51	0,51	0,51	0,36	0,55	0,05	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,10	
SiO2	53,76	53,46	46,35	46,05	46,42	45,31	45,45	44,93	46,18	45,56	45,27	55,41	54,51	54,15	53,37	55,32	55,50	54,65	
Fe2O3	16,39	13,95	3,57	2,92	1,00	3,41	3,49	2,67	4,09	6,40	3,71	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	
Mn2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cr2O3	0,05	0,08	0,09	0,08	0,07	0,10	0,08	0,06	0,04	0,13	0,06	0,08	0,06	0,09	0,08	0,10	0,07	0,10	
Al2O3	0,79	0,76	12,00	12,39	9,76	12,60	12,51	12,90	12,36	11,43	12,23	1,51	2,16	2,08	2,36	1,91	1,45	1,84	
ZnO	0,47	0,48	0,06	0,00	0,00	0,01	0,06	0,00	0,12	0,12	0,07	0,00	0,04	0,02	0,08	0,05	0,00	0,08	
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
FeO	11,74	13,59	10,58	11,45	13,06	11,49	11,81	12,95	10,31	8,78	11,02	14,33	15,00	14,61	15,44	15,18	14,98	14,87	
MnO	2,20	2,30	0,20	0,27	0,23	0,25	0,21	0,25	0,25	0,26	0,26	0,36	0,48	0,37	0,45	0,34	0,38	0,41	
CaO	1,82	1,96	11,30	11,08	11,44	11,27	11,22	11,17	11,06	11,31	11,25	12,04	11,65	11,23	11,23	11,36	11,86	11,75	
MgO	4,97	4,95	11,20	10,50	10,76	10,45	10,29	9,95	10,93	11,60	10,58	13,81	13,79	13,04	13,30	13,40	13,67	13,81	
K2O	0,48	0,52	0,16	0,16	0,17	0,18	0,17	0,18	0,16	0,13	0,17	0,08	0,08	0,09	0,08	0,07	0,08	0,07	
Na2O	6,10	6,28	1,78	1,84	1,41	1,98	2,03	2,22	1,91	1,70	1,86	0,18	0,28	0,33	0,37	0,34	0,23	0,23	
Li2O	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,20	0,00	0,21	0,12	0,00	
Cl	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	0,03	
F	0,26	0,54	0,03	0,03	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01	
O=F	-0,11	-0,23	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,03	0,00	0,00	
O=Cl	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	
Total	99,28	98,71	97,74	97,19	94,70	97,55	97,94	97,81	97,93	97,81	97,04	98,02	98,07	96,23	96,81	98,35	98,37	97,94	

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	11702		AF2.5									Bt4.1							
	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	1	2	1	2	
Analysis (%)																			
Ti4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si4+	7,94	8,00	6,74	6,75	7,00	6,65	6,66	6,61	6,71	6,64	6,67	7,97	7,87	7,94	7,83	7,95	7,97	7,90	
Al3+	0,06	0,00	1,26	1,25	1,00	1,35	1,34	1,39	1,29	1,36	1,33	0,03	0,13	0,06	0,17	0,05	0,03	0,10	
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
Ti4+	0,01	0,01	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06	0,06	0,04	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
Fe3+	1,82	1,57	0,39	0,32	0,11	0,38	0,39	0,30	0,45	0,70	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mn3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cr3+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Al3+	0,08	0,13	0,80	0,89	0,74	0,83	0,82	0,85	0,83	0,61	0,80	0,22	0,24	0,30	0,24	0,27	0,22	0,22	
Zn2+	0,05	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	
Ni2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Fe2+	1,45	1,70	1,29	1,40	1,65	1,41	1,45	1,59	1,25	1,07	1,36	1,72	1,78	1,79	1,82	1,82	1,80	1,78	
Mn2+	0,27	0,29	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,04	0,00	0,05	0,00	0,02	0,05	0,00	
Mg2+	1,09	1,10	2,43	2,29	2,42	2,29	2,25	2,18	2,37	2,52	2,33	2,96	2,97	2,85	2,91	2,87	2,93	2,98	
Li+	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
C - Total	4,97	4,87	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	
Fe2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,07	0,00	0,00	0,02	
Mn2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06	0,02	0,00	0,05	
Ca2+	0,29	0,31	1,76	1,74	1,85	1,77	1,76	1,76	1,72	1,77	1,78	1,85	1,80	1,76	1,77	1,75	1,83	1,82	
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Na+	1,71	1,69	0,24	0,26	0,15	0,23	0,24	0,22	0,28	0,23	0,22	0,05	0,08	0,09	0,10	0,09	0,06	0,07	
Li+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,12	0,00	0,12	0,07	0,00	
B - Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,97	1,97	1,98	2,00	1,99	1,96	1,96	
K+	0,09	0,10	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	
Na+	0,03	0,13	0,26	0,26	0,26	0,34	0,34	0,42	0,26	0,25	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
A - Total	0,13	0,23	0,29	0,29	0,29	0,37	0,37	0,45	0,29	0,27	0,34	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	
OH-	1,87	1,72	1,89	1,89	1,91	1,89	1,81	1,88	1,88	1,91	1,87	1,99	1,99	1,99	1,99	1,96	1,99	1,97	
Cl-	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	
F-	0,12	0,26	0,01	0,01	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	
O2-	0,01	0,02	0,09	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11	0,11	0,08	0,12	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	
W - Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Mg#	0,43	0,39	0,65	0,62	0,59	0,62	0,61	0,58	0,65	0,70	0,63	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,62	0,62	
(Na + K)A	0,13	0,23	0,29	0,29	0,29	0,37	0,37	0,45	0,29	0,27	0,34	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	
Na #	0,97	1,01	0,71	0,73	0,60	0,72	0,73	0,74	0,75	0,71	0,71	0,78	0,84	0,85	0,87	0,88	0,81	0,83	
Na B	1,71	1,69	0,24	0,26	0,15	0,23	0,24	0,22	0,28	0,23	0,22	0,05	0,08	0,09	0,10	0,09	0,06	0,07	

Sample	PO1.2															
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
TiO2	0,35	0,28	0,40	0,40	0,38	0,29	0,34	0,34	0,38	0,39	0,33	0,25	0,22	0,34	0,25	0,35
SiO2	45,13	45,34	46,44	45,06	44,99	45,39	45,49	46,62	45,49	46,97	46,24	48,68	49,97	45,75	47,27	45,40
Fe2O3	4,30	5,88	5,09	5,68	4,50	5,15	4,31	3,98	4,81	4,22	4,49	3,49	2,36	4,34	4,04	3,63
Mn2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,05	0,12	0,08	0,15	0,05	0,02	0,07	0,07	0,03	0,18	0,06	0,12	0,12	0,08	0,15	0,09
Al2O3	13,25	12,66	12,03	13,40	12,97	13,04	13,08	11,98	13,37	11,22	12,62	9,80	8,50	12,47	10,24	12,31
ZnO	0,07	0,10	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,04	0,04	0,13	0,07	0,12	0,00	0,14	0,03
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	9,65	9,78	9,11	9,00	9,47	9,05	9,52	9,12	9,08	9,06	8,92	9,41	10,31	9,54	9,58	9,73
MnO	0,21	0,25	0,24	0,26	0,23	0,24	0,20	0,25	0,23	0,25	0,27	0,21	0,27	0,22	0,27	0,18
CaO	10,79	9,63	10,81	10,63	10,99	10,52	10,98	10,87	10,89	10,98	10,71	10,56	10,98	11,01	10,93	11,08
MgO	11,11	11,51	11,71	10,93	11,30	11,12	11,33	11,99	11,45	12,27	11,65	12,80	13,31	11,49	12,17	11,49
K2O	0,17	0,44	0,15	0,25	0,14	0,24	0,13	0,21	0,14	0,10	0,18	0,28	0,19	0,12	0,19	0,12
Na2O	2,42	1,99	2,24	2,31	2,32	2,26	2,22	2,14	2,43	2,17	2,28	2,04	1,43	2,18	1,95	2,10
Li2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
F	0,12	0,00	0,03	0,05	0,10	0,00	0,02	0,00	0,04	0,03	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O=F	-0,05	0,00	-0,01	-0,02	-0,04	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,01	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O=Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	97,57	97,99	98,32	98,12	97,42	97,31	97,70	97,56	98,36	97,85	97,96	97,70	97,76	97,56	97,17	96,51

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	PO1.2															
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ti4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si4+	6,58	6,59	6,70	6,54	6,57	6,61	6,61	6,75	6,57	6,79	6,68	7,02	7,18	6,66	6,89	6,67
Al3+	1,42	1,41	1,30	1,46	1,43	1,39	1,39	1,25	1,43	1,21	1,32	0,98	0,82	1,34	1,11	1,33
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Ti4+	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,04
Fe3+	0,47	0,64	0,55	0,62	0,49	0,56	0,47	0,43	0,52	0,46	0,49	0,38	0,26	0,48	0,44	0,40
Mn3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr3+	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Al3+	0,86	0,76	0,75	0,83	0,81	0,85	0,85	0,80	0,84	0,70	0,83	0,68	0,62	0,79	0,65	0,81
Zn2+	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00
Ni2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2+	1,18	1,05	1,10	1,09	1,16	1,10	1,16	1,10	1,10	1,10	1,08	1,13	1,22	1,16	1,17	1,20
Mn2+	0,03	0,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,00	0,03	0,03	0,02
Mg2+	2,42	2,50	2,52	2,36	2,46	2,42	2,45	2,59	2,46	2,64	2,51	2,75	2,85	2,49	2,65	2,52
Li+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C - Total	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Fe2+	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Mn2+	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00
Ca2+	1,69	1,50	1,67	1,65	1,72	1,64	1,71	1,69	1,68	1,70	1,66	1,63	1,69	1,72	1,71	1,75
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na+	0,31	0,33	0,33	0,35	0,28	0,36	0,29	0,31	0,32	0,30	0,34	0,35	0,26	0,28	0,29	0,25
Li+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B - Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
K+	0,03	0,08	0,03	0,05	0,03	0,04	0,02	0,04	0,03	0,02	0,03	0,05	0,04	0,02	0,04	0,02
Na+	0,37	0,24	0,30	0,30	0,38	0,28	0,34	0,29	0,36	0,31	0,30	0,22	0,14	0,33	0,26	0,34
A - Total	0,40	0,32	0,32	0,35	0,40	0,32	0,36	0,33	0,39	0,33	0,33	0,27	0,18	0,35	0,29	0,37
OH-	1,87	1,94	1,90	1,89	1,87	1,94	1,91	1,93	1,90	1,90	1,86	1,95	1,95	1,92	1,94	1,92
Cl-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F-	0,05	0,00	0,01	0,02	0,05	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O2-	0,08	0,06	0,09	0,09	0,08	0,06	0,08	0,07	0,08	0,08	0,07	0,05	0,05	0,08	0,06	0,08
W - Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Mg#	0,67	0,68	0,70	0,68	0,68	0,69	0,68	0,70	0,69	0,71	0,70	0,71	0,70	0,68	0,69	0,68
(Na + K)A	0,40	0,32	0,32	0,35	0,40	0,32	0,36	0,33	0,39	0,33	0,33	0,27	0,18	0,35	0,29	0,37
Na #	0,81	0,74	0,80	0,80	0,79	0,81	0,78	0,78	0,81	0,79	0,81	0,79	0,73	0,78	0,76	0,75
Na B	0,31	0,33	0,33	0,35	0,28	0,36	0,29	0,31	0,32	0,30	0,34	0,35	0,26	0,28	0,29	0,25

Sample	DMC3.2											
Analysis (%)	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	3	2
TiO2	0,03	0,06	0,05	0,04	0,18	0,06	0,57	0,00	0,12	0,03	0,24	0,21
SiO2	52,73	55,44	53,97	54,10	49,28	52,15	50,65	52,28	49,90	55,94	47,58	50,85
Fe2O3	1,08	1,76	0,33	0,21	2,64	1,68	1,43	1,78	2,59	1,05	15,55	1,81
Mn2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,08	0,06	0,10	0,07	0,11	0,11	0,11	0,05	0,15	0,09	0,16	0,08
Al2O3	2,88	1,23	2,07	2,44	7,27	4,53	4,62	2,58	6,20	0,40	6,87	4,89
ZnO	0,05	0,08	0,12	0,00	0,04	0,00	0,10	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
FeO	16,63	15,26	16,88	16,42	16,68	16,82	16,89	17,07	16,62	14,95	5,05	17,66
MnO	0,39	0,28	0,29	0,36	0,34	0,37	0,31	0,25	0,34	0,37	0,34	0,29
CaO	10,93	11,32	11,57	11,36	10,21	10,55	11,46	10,26	10,30	11,95	10,22	11,12
MgO	11,70	12,24	12,03	12,32	9,20	10,65	10,57	10,93	9,71	13,24	8,65	10,34
K2O	0,18	0,12	0,17	0,17	0,39	0,30	0,31	0,30	0,34	0,03	0,48	0,47
Na2O	1,02	0,76	0,71	0,74	2,00	1,64	1,24	1,69	1,93	0,41	1,61	1,13
Li2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,82	0,00
Cl	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
F	0,06	0,01	0,15	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00
O=F	-0,03	0,00	-0,06	-0,03	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,01	0,00
O=Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	97,74	98,61	98,37	98,27	98,35	98,86	98,27	97,19	98,21	99,00	97,57	98,93

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	DMC3.2												
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	3	2	
Analysis (%)													
Ti4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Si4+	7,75	8,00	7,87	7,86	7,28	7,61	7,49	7,77	7,37	8,01	6,97	7,48	
Al3+	0,25	0,00	0,13	0,14	0,72	0,39	0,51	0,23	0,63	0,00	1,03	0,52	
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,01	8,00	8,00	
Ti4+	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,06	0,00	0,01	0,00	0,03	0,02	
Fe3+	0,12	0,19	0,04	0,02	0,29	0,18	0,16	0,20	0,29	0,11	1,71	0,20	
Mn3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cr3+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	
Al3+	0,25	0,21	0,23	0,28	0,54	0,38	0,30	0,22	0,45	0,07	0,15	0,32	
Zn2+	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ni2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	
Fe2+	2,04	1,84	2,06	2,00	2,06	0,00	2,09	2,12	0,00	1,79	0,62	2,17	
Mn2+	0,00	0,03	0,03	0,02	0,04	2,05	0,04	0,03	2,05	0,04	0,04	0,00	
Mg2+	2,57	2,63	2,62	2,67	2,03	0,05	2,33	2,42	0,04	2,83	1,89	2,27	
Li+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,32	0,00	0,00	2,14	0,15	0,48	0,00	
C - Total	5,00	4,93	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,94	5,00	
Fe2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mn2+	0,05	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	
Ca2+	1,72	1,75	1,81	1,77	1,62	1,65	1,82	1,63	1,63	1,83	1,60	1,75	
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Na+	0,23	0,21	0,19	0,21	0,39	0,35	0,18	0,37	0,37	0,02	0,40	0,21	
Li+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	
B - Total	2,00	1,96	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
K+	0,03	0,02	0,03	0,03	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,00	0,09	0,09	
Na+	0,06	0,00	0,01	0,00	0,19	0,11	0,17	0,12	0,18	0,10	0,06	0,11	
A - Total	0,09	0,02	0,04	0,03	0,26	0,17	0,23	0,18	0,25	0,10	0,15	0,20	
OH-	1,96	1,98	1,92	1,96	1,95	1,98	1,87	2,00	1,97	1,98	1,94	1,95	
Cl-	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
F-	0,03	0,00	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	
O2-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0,13	0,00	0,03	0,01	0,05	0,05	
W - Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	
Mg#	0,56	0,59	0,56	0,57	0,50	1,00	0,53	0,53	1,00	0,61	0,75	0,51	
(Na + K)A	0,09	0,02	0,04	0,03	0,26	0,17	0,23	0,18	0,25	0,10	0,15	0,20	
Na #	0,77	0,91	0,83	0,86	0,78	0,79	0,62	0,80	0,78	0,24	0,79	0,62	
Na B	0,23	0,21	0,19	0,21	0,39	0,35	0,18	0,37	0,37	0,02	0,40	0,21	

12.8.1.2. Biotite - $K_2(Mg, Fe)_3(AlSi_3O_{10})(F, OH)_2$

Sample	11285									QFQ6.1									11702		
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3
SiO2	33,50	36,28	36,47	35,87	35,68	37,25	36,00	37,28	35,89	35,74	35,91	35,36	37,13	37,43	36,09	36,99	36,46	36,85	39,75	39,52	40,51
TiO2	2,20	2,38	2,28	2,36	2,06	2,38	2,15	2,33	2,33	2,53	2,61	2,44	2,18	2,55	2,58	2,71	2,59	2,67	1,92	1,61	1,88
Al2O3	17,67	17,60	18,17	17,81	18,50	17,62	17,71	17,72	17,46	17,09	17,17	17,40	17,01	16,98	17,09	16,86	18,09	16,75	11,03	10,42	10,29
FeO	19,56	21,76	21,93	22,36	22,32	21,40	22,07	21,14	21,75	21,76	21,59	21,64	20,76	20,56	22,10	20,10	19,50	20,93	18,17	21,27	17,69
MnO	0,18	0,16	0,19	0,18	0,19	0,21	0,18	0,13	0,14	0,18	0,20	0,20	0,20	0,20	0,27	0,19	0,21	0,23	1,95	2,10	2,09
MgO	8,23	8,31	8,16	7,96	7,96	8,06	7,91	8,15	7,82	8,76	8,94	8,78	9,23	8,92	8,70	8,74	8,78	8,69	9,63	8,84	10,57
CaO	0,03	0,21	0,11	0,15	0,17	0,21	0,29	0,14	0,17	0,09	0,07	0,08	0,16	0,16	0,09	0,11	0,17	0,09	0,16	0,12	0,10
Na2O	0,06	0,01	0,05	0,04	0,04	0,05	0,09	0,00	0,05	0,11	0,05	0,06	0,08	0,07	0,08	0,05	0,04	0,07	0,04	0,06	0,07
K2O	9,07	9,51	9,45	9,43	9,72	9,06	9,25	9,26	9,30	9,76	9,66	9,91	9,07	9,05	9,96	9,36	8,68	9,43	8,12	8,91	9,35
Rb2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00
Cr2O3	0,10	0,06	0,09	0,12	0,06	0,11	0,11	0,13	0,10	0,11	0,11	0,06	0,06	0,11	0,04	0,06	0,10	0,10	0,06	0,07	0,05
Cs2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,11	0,17	0,26	0,26	0,21	0,05	0,20	0,09	0,14	0,09	0,09	0,00	0,08	0,06	0,08	0,08	0,00	0,12	0,09	0,07	0,02
NiO	0,00	0,08	0,00	0,03	0,04	0,00	0,03	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,06	0,04	0,00	0,00	0,08	0,00
F	0,00	0,02	0,12	0,07	0,15	0,07	0,12	0,13	0,27	0,12	0,34	0,21	0,26	0,23	0,11	0,41	0,16	0,18	1,40	0,88	1,47
Cl	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,04	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,14	0,04	0,01
F = O	0,00	0,03	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,03	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00
Cl = O	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,06	0,03	0,08	0,05	0,06	0,05	0,03	0,09	0,04	0,04	0,32	0,20	0,33
Total	90,73	96,52	97,25	96,62	97,06	96,47	96,09	96,49	95,37	96,31	96,68	96,11	96,19	96,28	97,20	95,61	94,76	96,07	92,25	93,74	93,77

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	11285									QFQ6.1									11702		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3
Analysis (%)																					
Si3+	5,40	5,52	5,51	5,48	5,43	5,63	5,52	5,63	5,54	5,48	5,48	5,44	5,63	5,66	5,49	5,65	5,56	5,62	6,31	6,27	6,34
Al3+ IV	2,60	2,48	2,49	2,52	2,57	2,37	2,48	2,37	2,46	2,52	2,52	2,56	2,37	2,34	2,51	2,35	2,44	2,38	1,69	1,73	1,66
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al3+ VI	0,76	0,68	0,75	0,69	0,75	0,77	0,72	0,79	0,72	0,57	0,57	0,59	0,67	0,68	0,56	0,68	0,81	0,63	0,37	0,22	0,24
Ti4+	0,27	0,27	0,26	0,27	0,24	0,27	0,25	0,26	0,27	0,29	0,30	0,28	0,25	0,29	0,29	0,31	0,30	0,31	0,23	0,19	0,22
Fe2+	2,64	2,77	2,77	2,86	2,84	2,71	2,83	2,67	2,81	2,79	2,76	2,78	2,63	2,60	2,81	2,56	2,49	2,67	2,41	2,82	2,32
Mn2+	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,26	0,28	0,28
Mg2+	1,98	1,89	1,84	1,81	1,81	1,82	1,81	1,84	1,80	2,00	2,04	2,01	2,09	2,01	1,97	1,99	2,00	1,97	2,28	2,09	2,47
Cr3+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ni	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
M - Total	5,69	5,65	5,65	5,67	5,68	5,60	5,65	5,60	5,63	5,69	5,70	5,70	5,68	5,62	5,68	5,58	5,63	5,62	5,56	5,62	5,53
Ca2+	0,01	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,05	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	0,03	0,01	0,03	0,02	0,02
Na+	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
K+	1,87	1,85	1,82	1,84	1,89	1,75	1,81	1,79	1,83	1,91	1,88	1,94	1,75	1,75	1,93	1,82	1,69	1,83	1,64	1,80	1,87
Rb+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Cs+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba2+	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
A - Total	1,90	1,89	1,87	1,89	1,94	1,80	1,90	1,82	1,88	1,96	1,91	1,98	1,81	1,79	1,98	1,86	1,73	1,88	1,70	1,85	1,90
F-	0,00	0,01	0,05	0,04	0,07	0,03	0,06	0,06	0,13	0,06	0,17	0,10	0,12	0,11	0,05	0,20	0,08	0,09	0,70	0,44	0,73
Fe/(Fe+Mg)	0,57	0,60	0,60	0,61	0,61	0,60	0,61	0,59	0,61	0,58	0,58	0,58	0,56	0,56	0,59	0,56	0,55	0,57	0,51	0,57	0,48

12.8.1.3. Chlorite - $(\text{Mg,Al,Fe})_{12}[(\text{Si,Al})_8\text{O}_{20}](\text{OH})_{16}$

Sample	10449			10680		10459									
Analysis (%)	1	2	3	1	2	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	26,28	26,21	26,32	24,83	24,49	26,20	26,50	26,53	27,00	26,83	27,33	27,48	26,58	26,61	25,86
TiO ₂	0,08	0,02	0,07	0,01	0,00	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01	0,00	0,03	0,02	0,05	0,08
Al ₂ O ₃	21,13	20,91	21,09	21,99	22,63	19,80	18,87	19,88	19,56	19,21	19,86	19,66	20,43	19,55	17,28
Cr ₂ O ₃	0,10	0,12	0,08	0,07	0,09	0,15	0,13	0,17	0,17	0,12	0,12	0,21	0,13	0,24	0,14
FeO	20,81	20,83	21,02	33,41	32,97	24,24	24,44	24,04	24,41	23,75	23,74	24,32	24,46	25,24	29,12
MnO	0,34	0,32	0,33	1,30	1,29	0,46	0,43	0,40	0,40	0,39	0,45	0,40	0,43	0,36	0,36
NiO	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02	0,00	0,05	0,01	0,03	0,04	0,00	0,02	0,02	0,04	0,03
ZnO	0,04	0,16	0,12	0,00	0,00	0,25	0,27	0,27	0,23	0,31	0,14	0,08	0,17	0,15	0,11
Rb ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	19,69	20,14	19,62	9,31	9,04	16,42	16,20	16,34	15,40	16,68	16,21	16,45	16,13	16,57	14,76
CaO	0,08	0,06	0,07	0,01	0,02	0,19	0,30	0,14	0,10	0,12	0,11	0,08	0,06	0,05	0,19
Na ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,03	0,00	0,03
K ₂ O	0,01	0,00	0,00	0,05	0,11	0,01	0,01	0,02	0,08	0,01	0,04	0,03	0,01	0,03	0,16
Cs ₂ O	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,01	0,00	0,00	0,09	0,04	0,00	0,02	0,01	0,06	0,03	0,06	0,00	0,00	0,06	0,00
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03	0,00	0,00
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F = O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Cl = O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total real	88,55	88,82	88,78	91,07	90,73	87,77	87,24	87,83	87,46	87,48	88,10	88,78	88,49	88,94	88,10

Cation distribution based on 28 Oxygens

Sample	10449			10680		10459										
Analysis (%)	1	2	3	1	2	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	
Si 4+	5,36	5,34	5,36	5,28	5,22	5,51	5,62	5,56	5,69	5,64	5,69	5,68	5,53	5,54	5,59	
^{IV} Al 3+	2,64	2,66	2,64	2,72	2,78	2,49	2,38	2,44	2,31	2,36	2,31	2,32	2,47	2,46	2,41	
T-Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
^{VI} Al 3+	2,44	2,36	2,43	2,79	2,90	2,42	2,33	2,47	2,54	2,40	2,56	2,47	2,54	2,34	1,98	
Ti 4+	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	
Cr 3+	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	
Fe2+	3,55	3,55	3,58	5,94	5,88	4,26	4,33	4,21	4,30	4,17	4,13	4,21	4,26	4,39	5,26	
Mg 2+	5,99	6,11	5,96	2,95	2,87	5,15	5,12	5,10	4,84	5,23	5,03	5,07	5,00	5,14	4,75	
Ni 2+	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
Zn +	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	
Mn 2+	0,06	0,06	0,06	0,23	0,23	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	0,06	0,07	
Ca 2+	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,04	0,07	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	
Na +	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	
K +	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,04	
Cs +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
A-Total	12,08	12,14	12,09	11,97	11,95	12,02	12,01	11,97	11,88	11,97	11,88	11,91	11,96	12,04	12,22	
Fe #	0,37	0,37	0,38	0,67	0,67	0,45	0,46	0,45	0,47	0,44	0,45	0,45	0,46	0,46	0,53	

Sample	10972											
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO2	24,54	24,52	24,13	24,57	23,59	24,78	24,46	23,90	24,08	23,69	25,12	25,91
TiO2	0,06	0,06	0,04	0,05	0,07	0,03	0,09	0,02	0,01	0,07	0,04	0,09
Al2O3	20,66	21,28	20,62	20,24	20,51	20,33	21,25	21,53	20,98	20,65	20,73	21,49
Cr2O3	0,05	0,06	0,09	0,06	0,09	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,08	0,05
FeO	35,05	34,55	35,36	35,54	36,19	34,58	34,34	35,04	35,21	35,59	33,99	32,70
MnO	0,38	0,38	0,41	0,47	0,41	0,42	0,38	0,36	0,42	0,46	0,37	0,35
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03	0,06
ZnO	0,00	0,08	0,12	0,03	0,00	0,11	0,05	0,00	0,02	0,06	0,06	0,05
Rb2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	8,26	8,06	7,80	8,00	7,94	8,46	8,25	7,95	7,97	7,54	8,54	8,05
CaO	0,02	0,04	0,03	0,02	0,10	0,01	0,07	0,05	0,04	0,09	0,05	0,26
Na2O	0,02	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01
K2O	0,02	0,06	0,02	0,05	0,04	0,03	0,12	0,07	0,06	0,09	0,11	0,58
Cs2O	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
BaO	0,03	0,07	0,02	0,00	0,00	0,07	0,08	0,06	0,00	0,03	0,02	0,00
F	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01	0,00	0,09	0,06	0,15	0,00	0,03
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F = O	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,06	0,00	0,01
Cl = O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total real	89,08	89,19	88,66	89,03	88,94	88,92	89,14	89,10	88,91	88,45	89,14	89,61

Cation distribution based on 28 Oxygens

Sample	10972											
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Si 4+	5,38	5,35	5,34	5,41	5,23	5,43	5,34	5,25	5,30	5,28	5,46	5,56
^{IV} Al 3+	2,62	2,65	2,66	2,59	2,77	2,57	2,66	2,75	2,70	2,72	2,54	2,44
T-Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
^{VI} Al 3+	2,72	2,83	2,71	2,66	2,59	2,69	2,81	2,82	2,75	2,70	2,78	3,00
Ti 4+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Cr 3+	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe2+	6,42	6,31	6,54	6,54	6,71	6,34	6,27	6,43	6,49	6,63	6,18	5,87
Mg 2+	2,70	2,62	2,57	2,62	2,63	2,77	2,69	2,60	2,62	2,50	2,77	2,58
Ni 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Zn +	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Mn 2+	0,07	0,07	0,08	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	0,07	0,06
Ca 2+	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,06
Na +	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
K +	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,16
Cs +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A-Total	11,95	11,90	11,97	11,96	12,08	11,93	11,92	11,97	11,98	12,01	11,88	11,78
Fe #	0,70	0,71	0,72	0,71	0,72	0,70	0,70	0,71	0,71	0,73	0,69	0,70

Sample	Bt4.1																
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SiO2	27,64	27,41	26,89	27,12	26,81	26,79	27,04	26,61	26,87	27,03	28,27	26,44	27,40	27,07	28,27	27,37	27,07
TiO2	0,06	0,05	0,08	0,05	0,04	0,08	0,08	0,04	0,06	0,06	0,07	0,11	0,05	0,14	0,07	0,12	0,06
Al2O3	19,81	19,59	20,52	20,08	19,50	19,58	19,44	19,63	20,32	20,13	20,61	20,47	19,94	19,46	20,14	20,15	19,69
Cr2O3	0,14	0,16	0,05	0,10	0,11	0,10	0,06	0,08	0,09	0,14	0,08	0,13	0,14	0,16	0,07	0,15	0,13
FeO	24,14	24,97	24,66	24,84	25,00	24,71	25,11	24,66	24,14	24,65	22,79	24,95	24,93	26,19	24,30	24,64	24,91
MnO	0,34	0,26	0,37	0,36	0,32	0,33	0,31	0,34	0,39	0,34	0,28	0,35	0,35	0,26	0,28	0,27	0,32
NiO	0,02	0,03	0,05	0,00	0,02	0,01	0,02	0,06	0,00	0,05	0,00	0,04	0,04	0,01	0,08	0,00	0,02
ZnO	0,00	0,12	0,01	0,00	0,12	0,06	0,05	0,16	0,04	0,05	0,10	0,00	0,04	0,15	0,10	0,04	0,05
Rb2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	16,46	16,24	15,61	16,24	15,71	15,52	15,78	16,57	15,73	15,96	14,61	15,83	15,53	14,08	14,97	15,45	16,30
CaO	0,07	0,11	0,07	0,05	0,02	0,07	0,08	0,10	0,05	0,07	0,05	0,08	0,06	0,11	0,08	0,07	0,07
Na2O	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,00
K2O	0,06	0,04	0,05	0,00	0,03	0,01	0,02	0,01	0,03	0,04	0,09	0,09	0,05	0,03	0,15	0,08	0,14
Cs2O	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,06	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,03	0,02
F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,06	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F = O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl = O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total real	88,77	89,01	88,36	88,90	87,70	87,25	88,03	88,29	87,76	88,61	86,97	88,55	88,57	87,73	88,55	88,41	88,77

Cation distribution based on 28 Oxygens

Sample	Bt4.1																
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Si 4+	5,70	5,67	5,59	5,61	5,64	5,65	5,67	5,56	5,62	5,61	5,89	5,51	5,69	5,73	5,84	5,69	5,62
^{IV} Al 3+	2,30	2,33	2,41	2,39	2,36	2,35	2,33	2,44	2,38	2,39	2,11	2,49	2,31	2,27	2,16	2,31	2,38
T-Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
^{VI} Al 3+	2,52	2,45	2,63	2,51	2,48	2,53	2,47	2,39	2,62	2,54	2,95	2,54	2,58	2,58	2,74	2,62	2,44
Ti 4+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
Cr 3+	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,03	0,02
Fe2+	4,17	4,32	4,29	4,30	4,40	4,36	4,40	4,31	4,22	4,28	3,97	4,35	4,33	4,63	4,20	4,28	4,33
Mg 2+	5,06	5,01	4,84	5,01	4,93	4,89	4,93	5,16	4,90	4,94	4,53	4,92	4,81	4,44	4,61	4,79	5,05
Ni 2+	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Zn +	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
Mn 2+	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
Ca 2+	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02
Na +	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
K +	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,02	0,04
Cs +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A-Total	11,88	11,92	11,88	11,93	11,93	11,89	11,92	12,01	11,87	11,91	11,58	11,96	11,85	11,82	11,72	11,83	11,97
Fe #	0,45	0,46	0,47	0,46	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0,46	0,47	0,47	0,47	0,51	0,48	0,47	0,46

Sample	DMC3.2									
Analysis (%)	1	2	4	5	6	7	8	10	11	
SiO2	26,40	28,47	28,66	28,24	29,03	27,65	26,79	27,34	26,45	
TiO2	0,02	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,02	0,05	
Al2O3	18,90	17,41	18,68	18,30	17,53	18,04	18,90	18,73	18,86	
Cr2O3	0,10	0,15	0,10	0,11	0,04	0,17	0,07	0,10	0,14	
FeO	29,22	27,04	28,09	28,33	26,75	28,53	29,70	28,85	29,65	
MnO	0,41	0,36	0,40	0,37	0,38	0,36	0,41	0,41	0,46	
NiO	0,01	0,05	0,01	0,02	0,09	0,07	0,07	0,00	0,06	
ZnO	0,04	0,01	0,00	0,00	0,04	0,07	0,02	0,00	0,08	
Rb2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MgO	13,18	13,07	12,24	12,96	11,99	13,25	13,15	12,96	12,79	
CaO	0,18	0,75	0,44	0,39	0,50	0,22	0,09	0,30	0,13	
Na2O	0,00	0,00	0,04	0,02	0,02	0,04	0,00	0,03	0,00	
K2O	0,01	0,03	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,04	0,01	
Cs2O	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	
BaO	0,00	0,03	0,02	0,05	0,02	0,00	0,02	0,03	0,03	
F	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
F = O	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cl = O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Total real	88,47	87,37	88,82	88,82	86,50	88,42	89,24	88,80	88,68	

Cation distribution based on 28 Oxygens

Sample	DMC3.2									
Analysis (%)	1	2	4	5	6	7	8	10	11	
Si 4+	5,64	6,08	6,03	5,96	6,23	5,88	5,68	5,79	5,65	
^{IV} Al 3+	2,36	1,92	1,97	2,04	1,77	2,12	2,32	2,21	2,35	
T-Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
^{VI} Al 3+	2,40	2,46	2,66	2,50	2,66	2,40	2,40	2,47	2,41	
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	
Cr 3+	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	
Fe ²⁺	5,22	4,83	4,94	5,00	4,80	5,07	5,27	5,11	5,30	
Mg 2+	4,20	4,16	3,84	4,07	3,83	4,20	4,16	4,09	4,08	
Ni 2+	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	
Zn +	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	
Mn 2+	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	
Ca 2+	0,04	0,17	0,10	0,09	0,11	0,05	0,02	0,07	0,03	
Na +	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	
K +	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	
Cs +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
A-Total	11,97	11,73	11,66	11,77	11,54	11,86	11,95	11,87	11,95	
Fe #	0,55	0,54	0,56	0,55	0,56	0,55	0,56	0,56	0,57	

Sample	P2.3			PO1.2									AF2.5					
Analysis (%)	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6
SiO2	29,94	30,75	29,62	27,49	28,38	27,43	27,28	27,21	27,24	27,82	28,50	27,47	26,78	26,47	26,82	26,36	26,52	26,80
TiO2	0,05	0,06	0,02	0,09	0,04	0,09	0,09	0,10	0,06	0,11	0,09	0,06	0,06	0,08	0,01	0,06	0,03	0,14
Al2O3	21,17	22,68	20,13	20,68	20,88	20,84	20,32	20,90	20,94	20,57	20,30	20,47	20,85	20,61	20,86	20,84	20,68	20,76
Cr2O3	0,02	0,05	0,02	0,14	0,10	0,08	0,10	0,09	0,08	0,09	0,12	0,10	0,07	0,05	0,05	0,08	0,11	0,11
FeO	22,62	21,43	21,35	17,90	16,78	17,42	17,78	17,85	18,04	17,56	16,74	17,60	21,22	21,72	20,59	22,73	22,02	23,08
MnO	0,12	0,05	0,09	0,15	0,16	0,18	0,16	0,19	0,19	0,19	0,18	0,16	0,25	0,20	0,24	0,22	0,26	0,29
NiO	0,02	0,04	0,05	0,04	0,01	0,01	0,03	0,05	0,05	0,00	0,04	0,03	0,02	0,02	0,05	0,00	0,03	0,03
ZnO	0,12	0,26	0,22	0,04	0,03	0,11	0,00	0,00	0,00	0,05	0,11	0,11	0,05	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
Rb2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	11,04	12,54	11,55	22,24	22,18	22,03	22,32	21,83	21,69	22,17	21,30	21,75	19,61	19,37	19,85	18,14	18,83	17,95
CaO	0,32	0,25	0,28	0,07	0,17	0,23	0,07	0,04	0,04	0,09	0,24	0,06	0,06	0,08	0,08	0,05	0,04	0,11
Na2O	0,02	0,03	0,04	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,04
K2O	0,05	0,05	0,06	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
Cs2O	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
BaO	0,03	0,00	0,09	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,03
F	0,19	0,11	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F = O	0,08	0,04	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl = O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total real	85,64	88,24	83,59	88,84	88,77	88,48	88,15	88,27	88,34	88,69	87,66	87,83	89,00	88,62	88,74	88,51	88,56	89,36

Cation distribution based on 28 Oxygens

Sample	P2.3			PO1.2									AF2.5					
Analysis (%)	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6
Si 4+	6,28	6,20	6,35	5,49	5,62	5,49	5,49	5,47	5,47	5,55	5,72	5,54	5,44	5,41	5,45	5,43	5,44	5,47
^{IV} Al 3+	1,72	1,80	1,65	2,51	2,38	2,51	2,51	2,53	2,53	2,45	2,28	2,46	2,56	2,59	2,55	2,57	2,56	2,53
T-Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
^{VI} Al 3+	3,52	3,58	3,43	2,36	2,50	2,41	2,31	2,42	2,43	2,39	2,52	2,41	2,43	2,38	2,44	2,48	2,43	2,47
Ti 4+	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02
Cr 3+	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Fe2+	3,97	3,61	3,83	2,99	2,78	2,92	2,99	3,00	3,03	2,93	2,81	2,97	3,60	3,71	3,50	3,91	3,78	3,94
Mg 2+	3,46	3,77	3,69	6,62	6,55	6,57	6,70	6,54	6,50	6,60	6,38	6,54	5,94	5,91	6,01	5,57	5,75	5,46
Ni 2+	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Zn +	0,02	0,04	0,03	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
Mn 2+	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05
Ca 2+	0,07	0,05	0,06	0,02	0,04	0,05	0,02	0,01	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
Na +	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02
K +	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Cs +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A-Total	11,10	11,11	11,12	12,05	11,93	12,04	12,08	12,04	12,03	12,01	11,86	12,01	12,06	12,09	12,05	12,03	12,05	12,01
Fe #	0,53	0,49	0,51	0,31	0,30	0,31	0,31	0,31	0,32	0,31	0,31	0,31	0,38	0,39	0,37	0,41	0,40	0,42

12.8.1.4. Epidote group - $\text{CaFe}^{3+}\text{Al}_2\text{OOH}[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4]$

Sample	10449							10459											
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	38,10	38,18	38,06	38,17	38,16	38,08	39,71	37,98	38,34	37,57	37,75	38,09	37,52	37,72	37,46	38,21	37,88	37,83	39,66
TiO ₂	0,06	0,08	0,03	0,09	0,17	0,10	0,05	0,05	0,11	0,07	0,05	0,05	0,07	0,05	0,10	0,04	0,09	0,08	0,12
ThO ₂	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00
Al ₂ O ₃	25,80	25,67	25,98	27,17	26,56	27,22	25,44	26,63	26,92	26,58	26,97	27,65	26,74	27,52	26,42	26,34	27,74	26,87	24,26
Fe ₂ O ₃	10,37	10,47	10,44	8,92	9,31	8,76	8,66	9,65	8,94	9,44	9,32	8,06	8,99	8,24	9,49	9,16	7,77	8,92	0,00
Y ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,05	0,00	0,03	0,00
Ce ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Mn ₂ O ₃	0,07	0,07	0,05	0,08	0,05	0,07	0,06	0,02	0,04	0,04	0,01	0,05	0,07	0,05	0,03	0,03	0,05	0,03	0,07
MgO	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,41	0,01	0,02	0,01
CaO	23,11	23,03	23,23	23,54	23,81	23,58	23,67	23,54	23,51	23,21	23,29	23,21	22,93	22,99	22,87	22,88	23,26	23,38	23,64
Nd ₂ O ₃	0,04	0,04	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,09	0,07	0,04	0,00	0,09	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00
Nb ₂ O ₅	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,08	0,00	0,00
ZrO ₂	0,00	0,00	0,03	0,05	0,01	0,00	0,00	0,04	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00
Pr ₂ O ₃	0,22	0,15	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,14	0,04	0,00	0,00	0,02	0,15	0,06	0,00	0,00
Sm ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,18	0,06	0,06	0,00	0,02	0,03	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04	0,10	0,03	0,00
Na ₂ O	0,03	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01
BaO	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,05	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	0,06	0,00	0,00
Ta ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,01	0,05	0,00	0,13	0,23	0,03	0,00	0,00
V ₂ O ₃	0,09	0,17	0,15	0,11	0,17	0,12	0,00	0,12	0,17	0,14	0,15	0,14	0,17	0,17	0,10	0,14	0,17	0,16	0,00
ZnO	0,07	0,08	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,02	0,06	0,00	0,00	0,08
Cr ₂ O ₃	0,03	0,05	0,01	0,00	0,02	0,00	0,11	0,05	0,05	0,05	0,01	0,03	0,07	0,03	0,08	0,05	0,09	0,04	0,12
F	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00	0,16	0,04	0,13	0,10	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03
F = OH	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,07	0,02	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01
Total	98,02	98,02	98,03	98,36	98,41	98,23	98,74	98,30	98,33	97,36	97,80	97,41	96,74	96,96	96,93	97,85	97,44	97,45	87,99

Cation distribution based on 12.5 Oxygens

Sample	10449							10459											
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Si3+	3,00	3,00	2,99	2,98	2,98	2,98	3,11	2,98	3,00	2,97	2,97	2,99	2,98	2,98	2,97	3,00	2,98	2,98	3,09
T-Total	3,00	3,00	2,99	2,98	2,98	2,98	3,11	2,98	3,00	2,97	2,97	2,99	2,98	2,98	2,97	3,00	2,98	2,98	3,09
Al3+	2,39	2,38	2,41	2,50	2,45	2,51	2,35	2,46	2,48	2,48	2,50	2,56	2,50	2,56	2,47	2,44	2,57	2,49	2,33
Fe3+	0,61	0,62	0,62	0,52	0,55	0,52	0,51	0,57	0,53	0,56	0,55	0,48	0,54	0,49	0,57	0,54	0,46	0,53	0,56
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Mn3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O-Total	3,01	3,01	3,03	3,03	3,01	3,04	2,86	3,03	3,01	3,04	3,05	3,03	3,04	3,05	3,05	2,98	3,03	3,03	2,90
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
Y3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca 2+	1,95	1,94	1,96	1,97	1,99	1,98	1,98	1,98	1,97	1,97	1,96	1,95	1,95	1,94	1,94	1,93	1,96	1,97	1,97
Th4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nd3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zr4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr3+	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sm3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V3+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Zn+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
X - Total	1,97	1,97	1,97	1,99	2,01	2,01	2,00	2,01	2,00	1,99	1,98	1,97	1,97	1,96	1,97	2,00	1,99	1,99	1,99
F-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Sample	Bt4.1															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO2	38,22	37,99	38,29	37,92	37,47	37,99	37,59	38,06	37,85	37,84	37,94	37,88	37,87	37,73	37,44	37,10
TiO2	0,05	0,52	0,03	0,00	0,04	0,08	0,05	0,04	0,09	0,05	0,04	0,01	0,07	0,12	0,08	0,04
ThO2	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Al2O3	25,62	25,33	26,16	25,86	24,96	25,69	24,42	25,72	25,51	24,04	25,55	25,77	26,24	25,67	23,22	23,33
Fe2O3	10,63	10,54	9,36	10,56	10,88	10,42	11,68	10,40	10,54	11,91	10,43	10,43	9,81	10,44	13,41	13,74
Y2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La2O3	0,00	0,08	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02
Ce2O3	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06
MnO	0,13	0,08	0,08	0,06	0,07	0,09	0,12	0,07	0,08	0,12	0,09	0,09	0,08	0,04	0,08	0,12
MgO	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00
CaO	23,44	23,72	23,47	23,42	23,33	23,61	23,01	23,39	23,44	23,10	23,69	23,62	23,50	23,65	22,94	23,02
Nd2O3	0,05	0,02	0,05	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,09	0,10	0,00	0,07
Nb2O5	0,00	0,05	0,00	0,05	0,01	0,05	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
ZrO2	0,04	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00
Pr2O3	0,33	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,15	0,06	0,00	0,16	0,17	0,09	0,11	0,08	0,32	0,14
Sm2O3	0,06	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,08	0,00	0,05	0,05	0,10
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01
BaO	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,07	0,01	0,00	0,05
Ta2O5	0,02	0,05	0,00	0,10	0,01	0,11	0,00	0,00	0,09	0,02	0,10	0,00	0,00	0,09	0,14	0,11
V2O3	0,20	0,11	0,27	0,14	0,19	0,22	0,12	0,23	0,24	0,12	0,13	0,16	0,22	0,23	0,13	0,16
ZnO	0,06	0,00	0,02	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
Cr2O3	0,04	0,02	0,08	0,00	0,05	0,07	0,03	0,02	0,10	0,05	0,03	0,03	0,07	0,09	0,01	0,04
F	0,05	0,12	0,00	0,04	0,01	0,04	0,06	0,00	0,06	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,08	0,00
F = OH	0,02	0,05	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,00
Total	98,90	98,61	97,93	98,33	97,18	98,38	97,27	98,11	98,07	97,50	98,23	98,29	98,24	98,32	97,92	98,12

Cation distribution based on 12.5 Oxygens

Sample	Bt4.1															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Si3+	2,99	2,99	3,01	2,98	2,99	2,98	3,00	2,99	2,99	3,01	2,99	2,98	2,97	2,97	3,00	2,97
T-Total	2,99	2,99	3,01	2,98	2,99	2,98	3,00	2,99	2,99	3,01	2,99	2,98	2,97	2,97	3,00	2,97
Al3+	2,37	2,35	2,42	2,40	2,34	2,38	2,30	2,38	2,37	2,26	2,37	2,39	2,43	2,38	2,19	2,20
Fe3+	0,63	0,62	0,55	0,62	0,65	0,62	0,70	0,62	0,63	0,71	0,62	0,62	0,58	0,62	0,81	0,83
Ti 4+	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
O-Total	2,99	3,00	2,98	3,02	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,97	2,99	3,01	3,01	3,01	3,00	3,03
Mn2+	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca2+	1,97	2,00	1,97	1,97	1,99	1,99	1,97	1,97	1,98	1,97	2,00	1,99	1,98	1,99	1,97	1,97
Th4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nd3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zr4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr3+	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Sm3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V3+	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Zn+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
A-Total	2,01	2,03	2,01	2,00	2,02	2,02	2,00	2,00	2,02	2,00	2,02	2,03	2,01	2,03	2,00	2,01
F-	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00

Sample	DMC3.2									PO1.2										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO2	37,34	37,56	37,17	37,77	38,36	37,82	37,63	37,34	37,36	38,09	38,19	38,31	38,28	38,19	38,60	38,07	37,97	38,11	38,83	39,34
TiO2	0,06	0,09	0,00	0,08	0,05	0,03	0,07	0,78	0,02	0,07	0,07	0,08	0,05	0,09	0,06	0,04	0,05	0,10	0,09	0,09
ThO2	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00
Al2O3	22,91	23,02	22,43	23,97	21,65	23,72	24,44	22,22	22,63	26,86	26,71	26,59	27,11	26,35	27,23	25,93	25,24	26,93	23,20	25,30
Fe2O3	13,80	13,64	14,37	12,44	13,67	12,84	12,59	13,72	14,28	9,36	9,69	9,91	9,28	9,95	9,15	10,45	10,92	9,20	12,15	9,45
Y2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La2O3	0,05	0,03	0,05	0,00	0,05	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,01	0,12	0,03	0,09	0,00	0,04	0,00	0,00
Ce2O3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
MnO	0,11	0,06	0,11	0,15	0,13	0,02	0,06	0,13	0,05	0,08	0,15	0,13	0,15	0,10	0,15	0,15	0,06	0,07	0,15	0,13
MgO	0,01	0,00	0,00	0,01	0,56	0,01	0,00	0,09	0,02	0,07	0,08	0,05	0,02	0,04	0,04	0,04	0,01	0,06	0,02	0,06
CaO	23,11	23,28	23,31	23,10	22,71	23,25	23,13	23,25	23,31	23,42	23,18	23,22	23,52	23,28	23,51	23,52	23,51	23,47	23,22	23,31
Nd2O3	0,07	0,11	0,09	0,00	0,00	0,07	0,08	0,00	0,12	0,10	0,05	0,00	0,03	0,07	0,15	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
Nb2O5	0,05	0,04	0,00	0,00	0,06	0,00	0,06	0,00	0,01	0,00	0,05	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
ZrO2	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,04	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00
Pr2O3	0,43	0,00	0,18	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,18	0,00	0,02	0,00	0,19	0,09	0,00	0,00
Sm2O3	0,00	0,07	0,13	0,08	0,02	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,04	0,12	0,00	0,05	0,08	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Na2O	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
BaO	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta2O5	0,07	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,05	0,13	0,00	0,02	0,00	0,00
V2O3	0,11	0,18	0,20	0,14	0,23	0,16	0,12	0,27	0,21	0,06	0,06	0,06	0,09	0,07	0,05	0,09	0,18	0,04	0,00	0,00
ZnO	0,00	0,03	0,10	0,00	0,08	0,07	0,08	0,02	0,00	0,00	0,08	0,06	0,07	0,00	0,04	0,06	0,00	0,08	0,02	0,06
Cr2O3	0,00	0,07	0,02	0,08	0,08	0,10	0,02	0,04	0,00	0,09	0,02	0,06	0,01	0,00	0,04	0,06	0,11	0,11	0,05	0,11
F	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,06	0,07	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,17	0,02	0,10	0,06
F = OH	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,07	0,01	0,04	0,03
Total	98,20	98,24	98,21	97,82	97,67	98,14	98,35	98,06	98,00	98,22	98,53	98,84	98,82	98,48	99,28	98,83	98,50	98,36	97,77	97,88

Cation distribution based on 12.5 Oxygens

Sample	DMC3.2									PO1.2										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Si3+	2,99	3,00	2,98	3,00	3,07	3,00	2,98	2,99	2,99	2,98	2,99	2,99	2,98	2,99	2,99	2,98	2,99	2,98	3,08	3,08
T-Total	2,99	3,00	2,98	3,00	3,07	3,00	2,98	2,99	2,99	2,98	2,99	2,99	2,98	2,99	2,99	2,98	2,99	2,98	3,08	3,08
Al3+	2,16	2,16	2,12	2,25	2,04	2,22	2,28	2,09	2,13	2,48	2,46	2,44	2,49	2,43	2,48	2,39	2,34	2,48	2,17	2,34
Fe3+	0,83	0,82	0,87	0,74	0,82	0,77	0,75	0,83	0,86	0,55	0,57	0,58	0,54	0,59	0,53	0,62	0,65	0,54	0,73	0,56
Ti 4+	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
O-Total	2,99	2,99	2,99	2,99	2,87	2,99	3,03	2,97	2,99	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,02	3,01	3,00	3,03	2,90	2,90
Mn2+	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Y3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca2+	1,98	1,99	2,00	1,97	1,95	1,98	1,96	1,99	2,00	1,96	1,94	1,94	1,96	1,96	1,95	1,97	1,99	1,96	1,97	1,96
Th4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nd3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zr4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr3+	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Sm3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V3+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Zn+	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr3+	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
A-Total	2,02	2,03	2,05	1,99	2,05	2,01	1,99	2,04	2,02	1,99	1,99	1,97	1,99	2,00	1,99	2,01	2,04	2,00	2,00	1,99
F-	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01

Sample	AF2.5				
	1	2	3	4	5
SiO2	38,23	38,51	38,22	38,12	38,34
TiO2	0,09	0,09	0,07	0,08	0,09
ThO2	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01
Al2O3	27,04	28,34	28,11	28,12	28,04
Fe2O3	8,96	7,64	7,66	7,63	8,11
Y2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La2O3	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00
Ce2O3	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
MnO	0,08	0,05	0,10	0,12	0,10
MgO	0,02	0,03	0,04	0,07	0,05
CaO	23,47	23,53	23,64	23,24	23,33
Nd2O3	0,00	0,09	0,04	0,07	0,07
Nb2O5	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04
ZrO2	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01
Pr2O3	0,00	0,12	0,09	0,00	0,44
Sm2O3	0,00	0,00	0,06	0,07	0,00
Na2O	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
BaO	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02
Ta2O5	0,04	0,13	0,11	0,00	0,00
V2O3	0,12	0,07	0,04	0,06	0,08
ZnO	0,04	0,01	0,12	0,00	0,00
Cr2O3	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
F	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
F = OH	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	98,14	98,64	98,41	97,71	98,73

Cation distribution based on 12.5 Oxygens

Sample	AF2.5				
	1	2	3	4	5
Analysis (%)					
Si3+	2,99	2,98	2,97	2,98	2,97
T-Total	2,99	2,98	2,97	2,98	2,97
Al3+	2,49	2,59	2,58	2,59	2,56
Fe3+	0,53	0,45	0,45	0,45	0,47
Ti 4+	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
O-Total	3,02	3,04	3,03	3,04	3,04
Mn2+	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Y3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca2+	1,97	1,95	1,97	1,95	1,94
Th4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nd3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zr4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Sm3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V3+	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Zn+	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Cr3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
A-Total	1,99	1,97	2,00	1,97	1,98
F-	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

12.8.1.5. Feldspar - MT₄O₈

Sample	10319									10449				
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5
SiO ₂	45,47	45,83	46,44	48,29	49,07	49,82	48,14	46,14	50,09	69,81	69,93	70,18	70,05	69,66
TiO ₂	0,07	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	35,26	35,33	35,17	33,52	32,50	32,58	34,18	34,44	31,52	19,25	19,33	19,17	19,22	19,27
Fe ₂ O ₃	0,43	0,44	0,30	0,31	0,89	0,32	0,47	0,79	0,58	0,10	0,22	0,14	0,27	0,39
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,09	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	18,59	18,63	18,52	16,62	16,10	15,70	16,98	17,43	14,45	0,47	0,49	0,42	0,33	0,53
Na ₂ O	0,48	0,46	0,63	1,48	1,77	2,22	1,34	0,75	2,33	11,08	10,83	11,12	10,79	10,94
K ₂ O	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,04	0,02	0,04	0,04
BaO	0,01	0,00	0,08	0,05	0,02	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,01
MnO	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,06	0,00	0,05	0,01	0,02	0,00	0,04
SrO	0,00	0,11	0,00	0,19	0,14	0,16	0,05	0,01	0,03	0,10	0,00	0,07	0,03	0,00
Total	100,31	100,80	101,17	100,47	100,73	100,79	101,28	99,95	99,01	100,95	100,88	101,17	100,76	100,88
Cation distribution based on 8 Oxygens														
Si 4+	2,09	2,09	2,11	2,20	2,23	2,26	2,18	2,12	2,30	3,02	3,02	3,02	3,03	3,01
Al 3+	1,91	1,90	1,88	1,80	1,74	1,74	1,82	1,87	1,70	0,98	0,98	0,97	0,98	0,98
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe 3+	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01
T-Total	4,01	4,01	4,01	4,01	4,00	4,01	4,01	4,02	4,02	4,00	4,01	4,00	4,01	4,01
K +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na +	0,04	0,04	0,06	0,13	0,16	0,19	0,12	0,07	0,21	0,93	0,91	0,93	0,90	0,92
Ca 2+	0,91	0,91	0,90	0,81	0,78	0,76	0,82	0,86	0,71	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Sr 2+	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M-Total	0,96	0,96	0,96	0,95	0,96	0,96	0,95	0,95	0,92	0,96	0,93	0,95	0,92	0,94
%An	95,51	95,75	94,13	86,15	83,39	79,62	87,53	92,74	77,36	2,30	2,42	2,05	1,65	2,61
%Ab	4,45	4,25	5,83	13,85	16,58	20,37	12,47	7,23	22,56	97,49	97,32	97,85	98,12	97,18
%Or	0,04	0,00	0,04	0,00	0,03	0,01	0,00	0,03	0,08	0,21	0,26	0,10	0,23	0,22

Sample	10679													10873						
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7
SiO2	70,66	70,51	71,10	70,38	70,72	66,49	66,06	66,33	66,95	66,53	65,99	65,80	65,62	69,57	69,72	70,26	69,50	69,57	69,61	69,81
TiO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Al2O3	18,94	19,11	18,92	18,85	18,95	17,81	17,88	17,63	17,96	17,82	18,01	17,80	18,02	18,80	18,91	18,98	19,06	18,61	18,79	18,67
Fe2O3	0,28	0,17	0,17	0,11	0,18	0,35	0,41	0,39	0,24	0,15	0,29	0,26	0,30	0,16	0,08	0,16	0,12	0,01	0,24	0,15
MgO	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,11	0,03
CaO	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	0,02	0,02	0,10	0,23	0,15	0,12	0,03
Na2O	11,36	11,47	10,93	11,22	10,56	0,16	0,42	0,24	0,21	0,15	0,22	0,34	0,22	11,72	11,73	11,69	11,83	11,29	11,71	11,99
K2O	0,09	0,08	0,12	0,12	0,91	17,11	16,83	17,06	17,30	17,24	16,93	15,93	17,11	0,06	0,06	0,08	0,04	0,06	0,08	0,08
BaO	0,00	0,08	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,01	0,00	0,00
MnO	0,00	0,07	0,02	0,00	0,03	0,00	0,05	0,09	0,03	0,03	0,01	0,00	0,02	0,00	0,07	0,07	0,00	0,02	0,00	0,00
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,03	0,06	0,14	0,11	0,07	0,00	0,03	0,08	0,07	0,00	0,10	0,00	0,00
Total	101,33	101,51	101,30	100,68	101,36	101,95	101,73	101,84	102,75	102,10	101,57	100,22	101,30	100,36	100,71	101,40	100,92	99,83	100,64	100,76
Cation distribution based on 8 Oxygens																				
Si 4+	3,04	3,03	3,05	3,04	3,04	3,02	3,01	3,02	3,02	3,02	3,01	3,03	3,01	3,02	3,02	3,02	3,01	3,04	3,02	3,03
Al 3+	0,96	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,96	0,95	0,96	0,95	0,97	0,96	0,97	0,96	0,97	0,96	0,97	0,96	0,96	0,95
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe 3+	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
T-Total	4,00	4,00	4,01	4,00	4,01	3,99	3,99	3,98	3,99	3,98	3,99	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99
K +	0,00	0,00	0,01	0,01	0,05	0,99	0,98	0,99	1,00	1,00	0,99	0,93	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na +	0,95	0,95	0,91	0,94	0,88	0,01	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,99	0,99	0,98	0,99	0,95	0,98	1,01
Ca 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
Sr 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Mn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M-Total	0,95	0,96	0,92	0,95	0,93	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,01	0,97	1,02	0,99	0,99	0,99	1,01	0,97	1,00	1,02
%An	0,03	0,09	0,13	0,00	0,04	0,12	0,09	0,08	0,00	0,12	0,04	0,11	0,00	0,08	0,08	0,45	1,07	0,73	0,54	0,13
%Ab	99,45	99,45	99,16	99,28	94,60	1,43	3,66	2,05	1,77	1,34	1,96	3,14	1,94	99,58	99,57	99,12	98,70	98,96	99,04	99,44
%Or	0,52	0,46	0,72	0,71	5,36	98,46	96,25	97,87	98,23	98,54	97,99	96,75	98,06	0,34	0,35	0,43	0,23	0,32	0,42	0,43

Sample	10459											
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO2	70,04	67,99	69,66	69,07	69,30	67,52	70,34	70,22	69,99	70,21	69,87	69,76
TiO2	0,07	0,04	0,03	0,00	0,03	0,05	0,00	0,07	0,00	0,01	0,02	0,02
Al2O3	18,88	18,26	18,65	18,55	18,88	18,67	18,97	19,03	18,83	18,67	18,80	18,75
Fe2O3	0,12	0,15	0,09	0,04	0,10	0,62	0,12	0,19	0,20	0,19	0,26	0,27
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,45	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01
CaO	0,06	0,12	0,32	0,05	0,30	0,08	0,10	0,12	0,14	0,06	0,10	0,28
Na2O	11,70	11,20	11,63	11,37	11,33	11,22	11,78	11,67	11,58	11,67	11,91	11,63
K2O	0,10	0,44	0,09	0,10	0,09	0,08	0,12	0,07	0,30	0,10	0,10	0,09
BaO	0,00	0,05	0,06	0,02	0,02	0,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,09
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
SrO	0,00	0,03	0,00	0,03	0,09	0,00	0,01	0,01	0,11	0,08	0,08	0,12
Total	100,96	98,28	100,52	99,23	100,28	98,70	101,49	101,41	101,17	101,03	101,13	101,02

Cation distribution based on 8 Oxygens

Si 4+	3,03	3,03	3,03	3,03	3,02	2,99	3,03	3,02	3,02	3,03	3,02	3,02
Al 3+	0,96	0,96	0,95	0,96	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,96	0,96
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe 3+	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
T-Total	3,99	3,99	3,99	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99
K +	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01
Na +	0,98	0,97	0,98	0,97	0,96	0,96	0,98	0,97	0,97	0,98	1,00	0,98
Ca 2+	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Sr 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M-Total	0,99	1,00	1,00	0,98	0,99	1,00	0,99	0,98	1,00	0,99	1,01	1,00

%An	0,29	0,56	1,50	0,24	1,43	0,40	0,44	0,56	0,64	0,28	0,45	1,31
%Ab	99,15	96,95	98,01	99,19	98,05	99,16	98,92	99,07	97,68	99,14	99,03	98,17
%Or	0,56	2,49	0,49	0,57	0,52	0,44	0,64	0,37	1,68	0,58	0,52	0,52

Sample	11235												11285								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	9	
SiO2	69,68	70,25	69,89	69,70	69,30	69,74	69,96	70,33	69,08	68,81	69,44	69,99	68,92	68,97	68,86	68,89	69,35	68,40	68,26	68,31	
TiO2	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	
Al2O3	18,83	18,92	18,59	18,98	18,76	18,84	18,73	18,63	18,64	18,40	17,90	18,55	19,02	18,84	18,80	19,05	18,79	18,90	18,37	18,61	
Fe2O3	0,14	0,16	0,13	0,23	0,15	0,15	0,10	0,14	0,05	0,33	0,21	0,08	0,07	0,01	0,05	0,00	0,06	0,03	0,09	0,07	
MgO	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	
CaO	0,02	0,00	0,05	0,02	0,00	0,02	0,03	0,05	0,28	0,48	0,03	0,02	0,06	0,00	0,05	0,20	0,06	0,04	0,02	0,01	
Na2O	11,80	11,82	11,66	11,91	11,68	11,94	12,01	11,75	11,73	11,17	11,54	11,91	11,59	11,75	11,35	11,81	11,78	11,78	11,48	11,77	
K2O	0,05	0,07	0,06	0,04	0,05	0,05	0,02	0,03	0,05	0,07	0,04	0,07	0,08	0,08	0,09	0,08	0,11	0,06	0,09	0,10	
BaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,10	0,00	0,00	0,02	0,00	0,07	0,09	0,00	0,00	
MnO	0,04	0,07	0,02	0,00	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,00	0,03	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	
SrO	0,03	0,01	0,03	0,03	0,04	0,06	0,00	0,00	0,08	0,18	0,08	0,18	0,09	0,00	0,00	0,08	0,16	0,04	0,03	0,00	
Total	100,59	101,30	100,45	100,96	100,01	100,82	100,90	100,95	99,95	99,46	99,26	100,93	99,83	99,66	99,27	100,13	100,38	99,35	98,38	98,88	

Cation distribution based on 8 Oxygens

Si 4+	3,02	3,03	3,03	3,02	3,02	3,02	3,03	3,04	3,02	3,02	3,05	3,03	3,01	3,02	3,02	3,01	3,02	3,01	3,03	3,02
Al 3+	0,96	0,96	0,95	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,96	0,95	0,93	0,95	0,98	0,97	0,97	0,98	0,96	0,98	0,96	0,97
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe 3+	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T-Total	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,98	3,99	3,99	3,98	4,00	3,99	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99
K +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Na +	0,99	0,99	0,98	1,00	0,99	1,00	1,01	0,98	0,99	0,95	0,98	1,00	0,98	1,00	0,97	1,00	0,99	1,01	0,99	1,01
Ca 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M-Total	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99	1,01	1,01	0,99	1,01	0,98	0,99	1,01	0,99	1,00	0,97	1,02	1,01	1,01	1,00	1,01

%An	0,08	0,00	0,24	0,11	0,00	0,08	0,12	0,22	1,29	2,33	0,16	0,08	0,27	0,00	0,25	0,90	0,26	0,18	0,10	0,02
%Ab	99,63	99,60	99,41	99,66	99,70	99,64	99,76	99,64	98,41	97,25	99,60	99,55	99,30	99,58	99,24	98,68	99,12	99,46	99,40	99,40
%Or	0,28	0,40	0,35	0,24	0,30	0,29	0,12	0,15	0,29	0,42	0,24	0,37	0,42	0,42	0,51	0,42	0,62	0,36	0,50	0,58

Sample	11702																	
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SiO2	65,81	64,62	65,77	65,43	65,20	65,05	64,55	64,65	64,77	64,68	64,91	65,57	65,19	65,38	64,40	65,03	65,52	64,67
TiO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al2O3	16,95	17,35	16,98	17,33	17,79	17,76	17,71	17,56	17,45	17,40	17,52	17,02	17,60	16,93	17,17	17,54	17,70	17,58
Fe2O3	0,11	0,04	0,05	0,11	0,15	0,13	0,11	0,17	0,11	0,10	0,03	0,12	0,00	0,01	0,26	0,22	0,38	0,26
MgO	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,26	0,01	0,00	0,00
CaO	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
Na2O	0,23	0,25	0,16	0,21	0,23	0,21	0,23	0,25	0,17	0,22	0,17	0,17	0,18	0,18	0,24	0,18	0,21	0,24
K2O	16,76	16,67	17,25	16,85	16,40	16,38	16,25	16,32	16,52	16,64	16,80	17,04	16,68	16,71	16,70	16,53	16,27	16,32
BaO	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,05	0,04	0,00	0,06	0,00	0,14	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,11	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,05	0,02	0,05	0,00
SrO	0,06	0,08	0,00	0,01	0,04	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,09	0,00	0,00	0,00	0,11	0,09	0,09
Total	99,95	99,05	100,21	99,95	99,84	99,75	99,05	99,05	99,05	99,06	99,51	100,05	99,79	99,23	99,15	99,64	100,23	99,16

Cation distribution based on 8 Oxygens

Si 4+	3,05	3,02	3,05	3,03	3,02	3,02	3,01	3,02	3,03	3,02	3,02	3,04	3,03	3,05	3,02	3,02	3,02	3,02
Al 3+	0,93	0,96	0,93	0,95	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,93	0,96	0,93	0,95	0,96	0,96	0,97
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
T-Total	3,98	3,98	3,97	3,98	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,98	3,99	3,98	3,97	3,99	4,00	3,99
K +	0,99	1,00	1,02	1,00	0,97	0,97	0,97	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	0,99	0,99	1,00	0,98	0,96	0,97
Na +	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Ca 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sr 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Mn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M-Total	1,01	1,02	1,03	1,02	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,01	1,02	1,03	1,01	1,01	1,04	1,00	0,98	1,00

%An	0,10	0,00	0,00	0,06	0,04	0,07	0,00	0,02	0,00	0,07	0,06	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,01	0,00
%Ab	2,00	2,22	1,42	1,89	2,08	1,92	2,07	2,27	1,50	1,99	1,47	1,46	1,61	1,59	2,13	1,61	1,96	2,14
%Or	97,90	97,78	98,58	98,04	97,89	98,01	97,93	97,71	98,50	97,93	98,47	98,54	98,39	98,41	97,70	98,39	98,03	97,86

Sample	Bt4.1																	
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SiO2	69,58	66,61	69,97	66,51	69,38	69,85	69,64	70,50	69,34	70,03	68,90	69,73	69,38	70,04	70,19	69,83	70,21	70,22
TiO2	0,03	0,03	0,04	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,03	0,00	0,04	0,03	0,00
Al2O3	18,82	18,71	18,91	18,12	18,20	18,70	18,65	18,81	18,67	18,72	19,36	18,75	18,64	18,72	18,80	18,94	18,74	18,82
Fe2O3	0,42	3,62	0,36	0,23	0,21	0,24	0,28	0,33	0,20	0,11	0,17	0,24	0,30	0,21	0,31	0,23	0,19	0,25
MgO	0,20	0,19	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
CaO	0,06	0,20	0,07	2,44	1,16	0,02	0,06	0,09	0,05	0,04	0,64	0,05	0,07	0,05	0,19	0,07	0,03	0,04
Na2O	11,82	11,07	11,94	11,25	11,44	11,73	11,86	12,02	11,49	11,53	11,22	11,53	11,69	11,54	11,46	11,51	11,65	11,80
K2O	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,06	0,04	0,05	0,07	0,04	0,07	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05
BaO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00
MnO	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00
SrO	0,04	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,08	0,05	0,00	0,00	0,11	0,07	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,12
Total	101,02	100,47	101,34	98,65	100,53	100,63	100,66	101,86	99,81	100,50	100,42	100,51	100,19	100,67	100,99	100,84	100,89	101,27
Cation distribution based on 8 Oxygens																		
Si 4+	3,01	2,93	3,02	2,97	3,02	3,03	3,02	3,02	3,03	3,04	3,00	3,03	3,02	3,03	3,03	3,02	3,03	3,03
Al 3+	0,96	0,97	0,96	0,95	0,93	0,96	0,95	0,95	0,96	0,96	0,99	0,96	0,96	0,96	0,96	0,97	0,95	0,96
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe 3+	0,01	0,12	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
T-Total	3,99	4,02	3,99	3,94	3,96	3,99	3,99	3,99	4,00	4,00	4,00	4,00	3,99	4,00	4,00	4,00	3,99	3,99
K +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na +	0,99	0,95	1,00	0,97	0,97	0,99	1,00	1,00	0,97	0,97	0,95	0,97	0,99	0,97	0,96	0,97	0,98	0,99
Ca 2+	0,00	0,01	0,00	0,12	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Sr 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg 2+	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M-Total	1,01	0,97	1,00	1,09	1,03	0,99	1,01	1,01	0,98	0,98	0,98	0,98	0,99	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99
%An	0,27	0,99	0,32	10,68	5,28	0,10	0,29	0,40	0,23	0,20	3,03	0,25	0,34	0,24	0,90	0,35	0,14	0,20
%Ab	99,48	98,75	99,42	89,08	94,41	99,68	99,36	99,38	99,49	99,38	96,73	99,36	99,35	99,48	98,80	99,32	99,52	99,53
%Or	0,25	0,26	0,26	0,23	0,30	0,22	0,35	0,22	0,28	0,41	0,24	0,39	0,31	0,28	0,31	0,34	0,34	0,27

Sample	PO1.2									QFQ6.1						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7
SiO2	69,20	68,69	68,23	69,08	68,60	66,24	68,50	68,46	68,78	69,41	67,80	69,14	69,08	70,57	69,07	69,29
TiO2	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00
Al2O3	19,01	18,97	18,95	19,19	19,13	21,08	18,86	18,49	18,59	18,79	18,42	18,66	18,70	18,32	18,75	18,98
Fe2O3	0,21	0,25	0,28	0,23	0,27	0,63	0,12	0,18	0,31	0,05	0,05	0,26	0,05	0,14	0,14	0,06
MgO	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
CaO	0,51	0,72	0,88	0,42	0,70	2,57	0,96	0,47	0,41	0,08	0,18	0,01	0,11	0,16	0,01	0,04
Na2O	11,44	11,15	11,31	11,68	11,35	10,16	10,95	11,31	11,25	11,46	11,09	11,47	11,44	10,91	11,28	11,35
K2O	0,05	0,04	0,02	0,02	0,05	0,51	0,05	0,03	0,04	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,12
BaO	0,00	0,03	0,09	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
MnO	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,04	0,07	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00
SrO	0,07	0,05	0,05	0,05	0,13	0,00	0,00	0,04	0,09	0,05	0,01	0,00	0,04	0,07	0,00	0,06
Total	100,51	99,95	99,81	100,68	100,26	101,40	99,45	98,99	99,55	99,99	97,70	99,67	99,51	100,24	99,39	99,91
Cation distribution based on 8 Oxygens																
Si 4+	3,01	3,00	2,99	3,00	3,00	2,89	3,01	3,02	3,02	3,03	3,03	3,03	3,03	3,06	3,03	3,02
Al 3+	0,97	0,98	0,98	0,98	0,98	1,08	0,98	0,96	0,96	0,97	0,97	0,96	0,97	0,94	0,97	0,98
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe 3+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
T-Total	3,99	3,99	3,98	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	4,00	4,00	3,99	4,00	4,00	4,00
K +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Na +	0,96	0,95	0,96	0,98	0,96	0,86	0,93	0,97	0,96	0,97	0,96	0,97	0,97	0,92	0,96	0,96
Ca 2+	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,12	0,05	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
Sr 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M-Total	0,99	0,98	1,01	1,01	1,00	1,02	0,98	0,99	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,93	0,96	0,97
%An	2,39	3,44	4,12	1,94	3,30	11,93	4,63	2,26	1,99	0,40	0,86	0,04	0,52	0,81	0,04	0,19
%Ab	97,36	96,33	95,77	97,98	96,44	85,28	95,08	97,55	97,80	99,10	98,64	99,50	99,03	98,74	99,54	99,11
%Or	0,25	0,23	0,11	0,08	0,26	2,79	0,30	0,19	0,21	0,50	0,50	0,46	0,44	0,45	0,42	0,70

Sample	P1.1										AF2.5					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	9
SiO2	65,60	65,05	64,75	64,61	63,94	64,30	64,22	63,52	69,68	68,69	60,85	60,83	62,42	67,93	63,11	64,30
TiO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,07	0,02
Al2O3	17,66	17,59	17,33	17,76	17,58	17,59	17,60	17,39	18,59	18,77	22,46	22,52	22,85	19,75	22,08	22,03
Fe2O3	0,00	0,02	0,04	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02	0,00	0,19	0,30	0,07	0,16	0,10	0,13	0,07
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	0,01	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,04	0,03	6,35	6,10	5,10	1,39	4,51	3,85
Na2O	0,17	0,12	0,20	0,15	0,20	0,13	0,16	0,14	11,60	11,24	7,93	7,62	8,27	10,60	8,84	8,98
K2O	16,98	16,87	16,42	16,62	16,49	16,73	16,63	16,13	0,08	0,39	0,03	0,02	0,06	0,04	0,03	0,05
BaO	0,23	0,17	0,04	0,36	0,33	0,24	0,37	0,34	0,01	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05	0,02
MnO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	0,00	0,06	0,06	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,02
SrO	0,00	0,04	0,00	0,01	0,05	0,11	0,04	0,00	0,00	0,00	0,19	0,09	0,08	0,02	0,00	0,07
Total	100,67	99,87	98,80	99,52	98,72	99,18	99,03	97,66	100,05	99,35	98,10	97,29	98,97	99,82	98,81	99,40
Cation distribution based on 8 Oxygens																
Si 4+	3,02	3,02	3,03	3,01	3,01	3,01	3,01	3,02	3,04	3,02	2,76	2,77	2,79	2,97	2,82	2,85
Al 3+	0,96	0,96	0,96	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97	0,95	0,97	1,20	1,21	1,20	1,02	1,16	1,15
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
T-Total	3,98	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	4,00	3,97	3,98	4,00	4,00	3,99	4,00
K +	1,00	1,00	0,98	0,99	0,99	1,00	1,00	0,98	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na +	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,98	0,96	0,70	0,67	0,72	0,90	0,77	0,77
Ca 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,30	0,24	0,06	0,22	0,18
Sr 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M-Total	1,02	1,02	1,00	1,01	1,02	1,02	1,02	1,00	0,99	0,98	1,01	0,98	0,97	0,97	0,98	0,96
%An	0,06	0,00	0,13	0,00	0,28	0,00	0,00	0,05	0,21	0,14	30,62	30,63	25,34	6,72	21,95	19,09
%Ab	1,49	1,07	1,80	1,38	1,79	1,14	1,45	1,31	99,36	97,64	69,21	69,23	74,31	93,07	77,87	80,61
%Or	98,45	98,93	98,07	98,62	97,93	98,86	98,55	98,64	0,43	2,22	0,16	0,14	0,34	0,20	0,18	0,30

Sample	T1.1									DMC3.2								
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO2	69,22	69,04	68,79	68,83	68,82	68,64	68,96	69,53	69,41	69,83	68,81	68,52	69,86	70,21	70,65	69,22	69,51	69,95
TiO2	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,08	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,05	0,04
Al2O3	18,65	18,67	18,70	18,59	18,50	18,61	18,79	18,76	18,57	18,77	18,76	18,53	18,73	18,73	18,70	18,82	18,68	18,72
Fe2O3	0,02	0,05	0,16	0,08	0,09	0,02	0,25	0,01	0,00	0,25	1,13	1,45	0,29	0,21	0,19	0,19	0,21	0,27
MgO	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	0,02	0,13	0,05	0,01	0,08	0,00	0,06	0,04	0,04	0,05	0,09	0,08	0,18	0,13	0,02	0,13	0,04	0,06
Na2O	11,46	11,42	11,31	11,52	11,30	11,56	11,75	11,85	11,41	11,72	11,41	11,53	11,57	11,82	11,69	11,65	11,66	11,69
K2O	0,05	0,26	0,05	0,06	0,06	0,03	0,04	0,03	0,05	0,04	0,22	0,17	0,04	0,05	0,05	0,06	0,03	0,07
BaO	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00
MnO	0,04	0,05	0,00	0,02	0,03	0,06	0,03	0,05	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
SrO	0,01	0,11	0,03	0,04	0,01	0,10	0,01	0,00	0,09	0,02	0,00	0,05	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00
Total	99,46	99,74	99,13	99,16	98,86	99,03	99,91	100,32	99,58	100,78	100,31	100,22	100,64	101,16	101,36	100,11	100,16	100,77
Cation distribution based on 8 Oxygens																		
Si 4+	3,03	3,02	3,02	3,03	3,03	3,02	3,01	3,03	3,04	3,02	3,00	3,00	3,03	3,03	3,04	3,02	3,03	3,03
Al 3+	0,96	0,96	0,97	0,96	0,96	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,97	0,96	0,96
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe 3+	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,04	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
T-Total	4,00	3,99	4,00	3,99	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	4,00	4,00	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99
K +	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na +	0,97	0,97	0,96	0,98	0,97	0,99	1,00	1,00	0,97	0,98	0,96	0,98	0,97	0,99	0,97	0,98	0,98	0,98
Ca 2+	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Sr 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M-Total	0,98	1,00	0,97	0,99	0,97	0,99	1,00	1,01	0,97	0,99	0,98	0,99	0,98	1,00	0,98	1,00	0,99	0,99
%An	0,11	0,63	0,25	0,05	0,36	0,01	0,27	0,20	0,21	0,23	0,42	0,40	0,86	0,58	0,10	0,62	0,20	0,27
%Ab	99,60	97,92	99,45	99,64	99,32	99,82	99,52	99,63	99,49	99,54	98,33	98,65	98,94	99,14	99,64	99,04	99,66	99,35
%Or	0,29	1,46	0,31	0,31	0,32	0,16	0,21	0,17	0,30	0,23	1,25	0,95	0,20	0,28	0,25	0,34	0,14	0,39

12.8.1.6. Muscovite - $K_2Al_4[Si_6Al_2O_{20}](OH,F)_4$

Sample	10873									10972											
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂	48,55	47,84	47,21	46,38	48,82	51,98	48,43	51,12	44,37	48,28	47,49	47,98	48,29	47,81	48,43	48,53	48,34	48,48	46,90	48,00	47,61
TiO ₂	0,43	0,51	0,52	0,55	0,49	0,37	0,59	0,37	0,77	0,18	0,11	0,13	0,18	0,18	0,12	0,15	0,13	0,10	0,24	0,15	0,10
Al ₂ O ₃	30,74	29,81	30,26	32,04	28,80	25,97	25,97	27,19	27,63	33,51	31,85	30,87	31,74	32,77	32,47	30,58	30,94	31,71	32,69	32,06	33,44
FeO	3,04	2,76	2,76	2,65	2,61	2,76	3,57	2,52	2,47	1,97	2,77	3,62	2,96	2,15	2,43	3,60	3,15	2,50	2,36	2,57	2,03
MnO	0,03	0,04	0,05	0,06	0,00	0,01	0,05	0,01	0,03	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
MgO	2,27	2,22	2,08	1,43	2,25	3,02	3,12	2,69	1,68	0,78	0,95	1,10	0,98	0,77	0,80	1,09	0,98	0,95	0,88	1,02	0,67
CaO	0,05	0,05	0,04	0,19	0,05	0,03	0,15	0,07	1,76	0,08	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,03	0,04	0,10	0,03	0,07
Na ₂ O	0,24	0,32	0,33	0,15	0,15	0,10	0,12	0,14	0,25	0,33	0,30	0,34	0,37	0,35	0,40	0,30	0,29	0,41	0,30	0,35	0,31
K ₂ O	9,90	11,14	10,97	9,91	10,38	10,71	9,32	9,67	9,64	8,95	10,68	10,55	10,52	10,60	10,45	10,10	10,54	10,51	10,67	10,48	10,31
Rb ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr ₂ O ₃	0,06	0,03	0,09	0,13	0,07	0,11	0,08	0,12	0,10	0,03	0,07	0,08	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,10	0,08	0,06	0,05
Cs ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,08	0,09	0,14	0,32	0,22	0,19	0,22	0,21	0,18	0,20	0,15	0,16	0,11	0,07	0,23	0,15	0,16	0,07	0,14	0,05	0,14
NiO	0,00	0,00	0,08	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,02	0,03	0,00	0,04	0,00	0,04
F	0,00	0,04	0,02	0,07	0,00	0,08	0,00	0,03	0,01	0,31	0,06	0,03	0,00	0,08	0,06	0,28	0,28	0,17	0,11	0,21	0,15
Cl	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,09	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F = O	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02
Cl = O	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,07	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,06	0,06	0,04	0,03	0,05	0,03
Total	95,37	94,83	94,53	93,85	93,85	95,31	91,70	94,15	88,90	94,53	94,44	94,87	95,28	94,94	95,48	94,83	94,81	94,99	94,45	94,90	94,85

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	10873									10972											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Analysis (%)																					
Si3+	6,48	6,48	6,42	6,32	6,64	6,96	6,75	6,87	6,43	6,43	6,43	6,49	6,47	6,41	6,46	6,55	6,53	6,50	6,35	6,45	6,38
Al3+ IV	1,52	1,52	1,58	1,68	1,36	1,04	1,25	1,13	1,57	1,57	1,57	1,51	1,53	1,59	1,54	1,45	1,47	1,50	1,65	1,55	1,62
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al3+ VI	3,32	3,24	3,27	3,46	3,25	3,05	3,02	3,18	3,15	3,69	3,51	3,41	3,49	3,59	3,56	3,42	3,46	3,52	3,56	3,53	3,65
Ti4+	0,04	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,04	0,08	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Fe2+	0,34	0,31	0,31	0,30	0,30	0,31	0,42	0,28	0,30	0,22	0,31	0,41	0,33	0,24	0,27	0,41	0,36	0,28	0,27	0,29	0,23
Mn2+	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg2+	0,45	0,45	0,42	0,29	0,46	0,60	0,65	0,54	0,36	0,15	0,19	0,22	0,19	0,15	0,16	0,22	0,20	0,19	0,18	0,20	0,13
Cr3+	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ni2+	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M - Total	4,17	4,07	4,09	4,13	4,06	4,01	4,16	4,06	3,91	4,09	4,04	4,06	4,04	4,02	4,01	4,07	4,03	4,01	4,04	4,04	4,03
Ca+	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00	0,02	0,01	0,27	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
Na+	0,06	0,08	0,09	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,09	0,10	0,08	0,08	0,11	0,08	0,09	0,08
K+	1,69	1,93	1,90	1,72	1,80	1,83	1,66	1,66	1,78	1,52	1,85	1,82	1,80	1,81	1,78	1,74	1,82	1,80	1,84	1,80	1,76
Rb+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cs+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba2+	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
A - Total	1,76	2,02	2,00	1,81	1,86	1,87	1,73	1,72	2,14	1,63	1,94	1,93	1,91	1,91	1,90	1,83	1,91	1,91	1,94	1,90	1,86
F-	0,00	0,02	0,01	0,03	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,13	0,03	0,01	0,00	0,03	0,02	0,12	0,12	0,07	0,05	0,09	0,07
Na/(Na+K)	0,03	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,04
Fe/(Fe+Mg)	0,43	0,41	0,43	0,51	0,39	0,34	0,39	0,34	0,45	0,59	0,62	0,65	0,63	0,61	0,63	0,65	0,64	0,60	0,60	0,59	0,63

Sample	10680							11285								
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO2	47,60	47,80	47,57	47,63	48,49	48,05	45,56	47,23	48,74	46,99	46,61	49,46	47,04	46,47	46,21	45,94
TiO2	0,14	0,07	0,03	0,08	0,05	0,12	0,09	0,86	0,44	0,67	0,75	0,39	0,88	0,79	0,63	0,89
Al2O3	32,44	31,42	33,34	32,38	31,68	31,27	33,70	34,72	26,82	33,19	32,81	29,59	32,85	34,46	34,35	33,95
FeO	4,11	3,84	2,75	3,60	3,06	3,48	4,16	1,41	2,58	1,73	1,53	2,49	1,55	0,97	1,11	1,15
MnO	0,06	0,01	0,03	0,03	0,01	0,07	0,04	0,00	0,04	0,01	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01
MgO	0,98	0,95	0,92	0,79	1,06	1,11	0,86	0,65	2,72	0,92	0,85	1,92	0,97	0,52	0,55	0,60
CaO	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,05	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01
Na2O	0,59	0,73	0,73	0,83	0,96	0,59	1,32	0,30	0,21	0,39	0,39	0,28	0,27	0,61	0,48	0,47
K2O	8,62	10,17	10,04	9,94	9,74	10,16	8,69	10,02	10,81	10,78	10,96	10,76	11,02	10,85	11,05	11,03
Rb2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,05	0,06	0,06	0,09	0,08	0,07	0,09	0,09	0,08	0,05	0,07	0,07	0,11	0,08	0,05	0,05
Cs2O	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,16	0,21	0,14	0,16	0,11	0,12	0,14	0,68	0,37	0,65	0,58	0,26	0,53	0,52	0,53	0,63
NiO	0,03	0,04	0,00	0,00	0,03	0,03	0,06	0,01	0,00	0,04	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06
F	0,12	0,00	0,19	0,00	0,30	0,13	0,24	0,00	0,10	0,01	0,01	0,15	0,00	0,09	0,12	0,02
Cl	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00
F = O	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03
Cl = O	0,03	0,00	0,04	0,00	0,07	0,03	0,06	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,03	0,00
Total	94,83	95,35	95,75	95,53	95,47	95,15	94,93	95,99	92,93	95,41	94,68	95,39	95,23	95,33	95,03	94,79

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	10680							11285								
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Analysis (%)																
Si3+	6,39	6,44	6,34	6,38	6,48	6,47	6,16	6,25	6,74	6,30	6,30	6,63	6,32	6,22	6,21	6,20
Al3+ IV	1,61	1,56	1,66	1,62	1,52	1,53	1,84	1,75	1,26	1,70	1,70	1,37	1,68	1,78	1,79	1,80
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al3+ VI	3,52	3,43	3,58	3,50	3,48	3,43	3,53	3,66	3,10	3,55	3,53	3,30	3,51	3,65	3,66	3,60
Ti4+	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,09	0,05	0,07	0,08	0,04	0,09	0,08	0,06	0,09
Fe2+	0,46	0,43	0,31	0,40	0,34	0,39	0,47	0,16	0,30	0,19	0,17	0,28	0,17	0,11	0,12	0,13
Mn2+	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg2+	0,20	0,19	0,18	0,16	0,21	0,22	0,17	0,13	0,56	0,18	0,17	0,38	0,19	0,10	0,11	0,12
Cr3+	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Ni2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
M - Total	4,21	4,07	4,08	4,08	4,05	4,08	4,20	4,04	4,02	4,00	3,97	4,02	3,98	3,95	3,96	3,96
Ca+	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na+	0,15	0,19	0,19	0,21	0,25	0,15	0,34	0,08	0,06	0,10	0,10	0,07	0,07	0,16	0,13	0,12
K+	1,48	1,75	1,71	1,70	1,66	1,74	1,50	1,69	1,91	1,84	1,89	1,84	1,89	1,85	1,90	1,90
Rb+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cs+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba2+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,03	0,03	0,01	0,03	0,03	0,03	0,03
A - Total	1,64	1,96	1,91	1,92	1,92	1,91	1,86	1,81	1,99	1,98	2,03	1,93	1,99	2,04	2,05	2,06
F-	0,05	0,00	0,08	0,00	0,13	0,05	0,10	0,00	0,04	0,00	0,00	0,07	0,00	0,04	0,05	0,01
Na/(Na+K)	0,09	0,10	0,10	0,11	0,13	0,08	0,19	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,04	0,08	0,06	0,06
Fe/(Fe+Mg)	0,70	0,69	0,63	0,72	0,62	0,64	0,73	0,55	0,35	0,51	0,50	0,42	0,47	0,51	0,53	0,52

Sample	11235																		
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
SiO2	46,52	46,20	46,64	46,51	47,55	51,70	48,23	49,59	49,45	51,04	49,61	49,83	49,19	46,91	49,97	48,94	46,57	47,80	48,49
TiO2	0,92	0,89	0,80	0,87	0,26	0,08	0,25	0,20	0,20	0,17	0,15	0,32	0,33	0,66	0,18	0,33	0,10	0,30	0,16
Al2O3	32,56	32,04	31,87	31,75	26,12	26,28	26,27	26,83	26,92	26,79	26,94	27,55	27,42	26,33	24,95	26,89	26,49	26,65	26,00
FeO	3,72	3,69	3,54	3,82	7,84	2,71	4,86	3,46	3,41	3,04	4,06	3,31	3,29	5,55	6,66	3,78	5,79	5,98	5,89
MnO	0,03	0,03	0,01	0,02	0,08	0,04	0,05	0,03	0,04	0,04	0,09	0,03	0,02	0,01	0,09	0,02	0,08	0,04	0,08
MgO	0,68	0,69	0,70	0,71	5,64	3,00	3,57	2,68	2,72	2,73	3,26	2,63	2,79	2,89	3,12	2,61	3,66	3,10	3,36
CaO	0,02	0,01	0,01	0,02	0,15	0,05	0,09	0,07	0,05	0,04	0,02	0,09	0,05	0,07	0,05	0,13	0,18	0,13	0,09
Na2O	0,38	0,46	0,46	0,42	0,12	0,11	0,09	0,11	0,11	0,11	0,13	0,11	0,11	0,09	0,09	0,13	0,14	0,09	0,13
K2O	10,54	10,89	10,99	10,84	8,06	10,88	10,17	10,49	10,59	10,79	10,20	10,81	10,90	10,31	10,07	9,54	8,43	9,92	10,13
Rb2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,05	0,05	0,12	0,05	0,07	0,09	0,08	0,07	0,06	0,09	0,12	0,11	0,10	0,06
Cs2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,13	0,08	0,08	0,09	0,17	0,16	0,22	0,25	0,27	0,24	0,16	0,19	0,29	0,17	0,18	0,23	0,18	0,24	0,17
NiO	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,04	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01	0,05	0,00
F	0,00	0,10	0,02	0,00	0,09	0,26	0,00	0,24	0,09	0,16	0,00	0,28	0,16	0,23	0,11	0,14	0,22	0,23	0,00
Cl	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
F = O	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00
Cl = O	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,05	0,02	0,04	0,00	0,06	0,04	0,05	0,03	0,03	0,05	0,05	0,00
Total	95,55	95,16	95,26	95,13	96,13	95,26	93,85	94,01	93,89	95,20	94,72	95,18	94,58	93,24	95,55	92,84	91,91	94,54	94,58

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	11235																		
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Si3+	6,27	6,27	6,32	6,31	6,45	6,94	6,65	6,78	6,77	6,87	6,73	6,73	6,70	6,57	6,81	6,75	6,55	6,59	6,67
Al3+ IV	1,73	1,73	1,68	1,69	1,55	1,06	1,35	1,22	1,23	1,13	1,27	1,27	1,30	1,43	1,19	1,25	1,45	1,41	1,33
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al3+ VI	3,43	3,40	3,40	3,39	2,62	3,09	2,92	3,10	3,10	3,11	3,03	3,12	3,10	2,91	2,82	3,12	2,94	2,92	2,88
Ti4+	0,09	0,09	0,08	0,09	0,03	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,07	0,02	0,03	0,01	0,03	0,02
Fe2+	0,42	0,42	0,40	0,43	0,89	0,30	0,56	0,39	0,39	0,34	0,46	0,37	0,37	0,65	0,76	0,44	0,68	0,69	0,68
Mn2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
Mg2+	0,14	0,14	0,14	0,14	1,14	0,60	0,73	0,55	0,55	0,55	0,66	0,53	0,57	0,60	0,63	0,54	0,77	0,64	0,69
Cr3+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ni2+	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
M - Total	4,09	4,06	4,04	4,06	4,69	4,01	4,25	4,08	4,08	4,03	4,19	4,07	4,08	4,24	4,26	4,14	4,42	4,29	4,28
Ca+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01
Na+	0,10	0,12	0,12	0,11	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,02	0,03
K+	1,81	1,89	1,90	1,88	1,39	1,86	1,79	1,83	1,85	1,85	1,76	1,86	1,89	1,84	1,75	1,68	1,51	1,74	1,78
Rb+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cs+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba2+	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
A - Total	1,92	2,01	2,03	1,99	1,46	1,91	1,84	1,88	1,90	1,90	1,81	1,91	1,95	1,88	1,79	1,74	1,59	1,80	1,83
F-	0,00	0,04	0,01	0,00	0,04	0,11	0,00	0,10	0,04	0,07	0,00	0,12	0,07	0,10	0,05	0,06	0,10	0,10	0,00
Na/(Na+K)	0,05	0,06	0,06	0,06	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02
Fe/(Fe+Mg)	0,75	0,75	0,74	0,75	0,44	0,34	0,43	0,42	0,41	0,39	0,41	0,41	0,40	0,52	0,55	0,45	0,47	0,52	0,50

Sample	P1.1									P2.3								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO2	50,60	48,77	49,96	51,05	50,25	49,82	48,44	51,50	51,52	46,25	46,09	47,99	47,60	48,07	44,60	47,34	47,24	48,24
TiO2	0,80	0,79	0,88	0,64	0,68	0,73	0,75	0,41	0,33	0,13	0,09	0,10	0,14	0,06	0,13	0,09	0,16	0,10
Al2O3	25,45	25,13	24,35	24,55	24,48	23,87	24,85	25,71	25,01	29,36	28,42	32,40	29,91	32,70	30,32	32,70	30,77	32,29
FeO	5,79	5,59	5,70	5,25	5,85	5,96	5,64	4,69	4,60	1,85	1,92	1,39	1,77	1,18	1,51	1,35	1,48	1,30
MnO	0,01	0,03	0,01	0,01	0,06	0,03	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	0,00
MgO	2,23	1,35	2,22	2,18	2,11	2,08	2,17	2,33	2,20	1,55	1,71	1,21	1,58	1,18	1,20	0,87	1,23	1,10
CaO	0,45	0,12	0,08	0,08	0,01	0,15	0,09	0,82	0,21	0,04	0,12	0,04	0,03	0,07	0,06	0,07	0,00	0,01
Na2O	0,04	0,08	0,04	0,04	0,06	0,06	0,09	0,04	0,03	0,46	0,41	0,65	0,51	0,84	0,50	0,52	0,53	0,84
K2O	10,26	10,99	11,36	11,51	11,51	10,88	11,21	8,08	10,02	9,34	9,77	9,70	10,05	9,95	8,85	10,22	9,78	10,03
Rb2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,05	0,00	0,10	0,06	0,09	0,07	0,04	0,06	0,09	0,02	0,02	0,10	0,07	0,08	0,05	0,07	0,03	0,04
Cs2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,13	0,07	0,16	0,14	0,12	0,09	0,14	0,14	0,09	0,12	0,15	0,21	0,17	0,17	0,14	0,14	0,14	0,08
NiO	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00
F	0,28	0,36	0,20	0,18	0,12	0,08	0,23	0,13	0,20	0,29	0,08	0,28	0,08	0,21	0,17	0,10	0,23	0,22
Cl	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,14	0,09	0,04	0,09	0,00	0,12	0,00	0,09	0,00
F = O	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Cl = O	0,06	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,05	0,03	0,05	0,06	0,02	0,06	0,02	0,05	0,04	0,02	0,05	0,05
Total	96,04	93,26	95,02	95,65	95,29	93,81	93,59	93,90	94,27	89,38	88,85	93,98	91,96	94,43	87,55	93,51	91,58	94,16

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	P1.1									P2.3								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Analysis (%)																		
Si3+	6,84	6,83	6,87	6,95	6,89	6,92	6,77	6,96	7,01	6,57	6,60	6,46	6,58	6,44	6,44	6,42	6,53	6,48
Al3+ IV	1,16	1,17	1,13	1,05	1,11	1,08	1,23	1,04	0,99	1,43	1,40	1,54	1,42	1,56	1,56	1,58	1,47	1,52
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al3+ VI	2,89	2,98	2,82	2,88	2,85	2,83	2,87	3,06	3,02	3,48	3,40	3,60	3,45	3,60	3,60	3,64	3,55	3,59
Ti4+	0,08	0,08	0,09	0,06	0,07	0,08	0,08	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Fe2+	0,65	0,65	0,66	0,60	0,67	0,69	0,66	0,53	0,52	0,22	0,23	0,16	0,20	0,13	0,18	0,15	0,17	0,15
Mn2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Mg2+	0,45	0,28	0,46	0,44	0,43	0,43	0,45	0,47	0,45	0,33	0,37	0,24	0,33	0,24	0,26	0,18	0,25	0,22
Cr3+	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Ni2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M - Total	4,09	4,00	4,04	4,00	4,03	4,04	4,06	4,11	4,04	4,04	4,01	4,02	4,00	3,99	4,06	3,99	4,00	3,98
Ca+	0,07	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,12	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Na+	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,13	0,11	0,17	0,14	0,22	0,14	0,14	0,14	0,22
K+	1,77	1,96	1,99	2,00	2,01	1,93	2,00	1,39	1,74	1,69	1,78	1,66	1,77	1,70	1,63	1,77	1,73	1,72
Rb+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cs+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba2+	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
A - Total	1,85	2,01	2,03	2,03	2,04	1,97	2,04	1,53	1,78	1,83	1,93	1,85	1,92	1,94	1,79	1,92	1,87	1,94
F-	0,12	0,16	0,09	0,08	0,05	0,03	0,10	0,05	0,09	0,13	0,04	0,12	0,03	0,09	0,08	0,04	0,10	0,09
Na/(Na+K)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,07	0,06	0,09	0,07	0,11	0,08	0,07	0,08	0,11
Fe/(Fe+Mg)	0,59	0,70	0,59	0,57	0,61	0,62	0,59	0,53	0,54	0,40	0,39	0,39	0,39	0,36	0,41	0,46	0,40	0,40

Sample	QFQ6.1									T1.1			
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	3	4	5
SiO2	47,84	49,90	50,02	48,36	50,53	47,41	50,39	51,20	50,33	50,95	51,97	49,73	50,58
TiO2	0,42	0,45	0,50	0,28	0,29	0,72	0,34	0,24	0,36	0,24	0,20	0,23	0,12
Al2O3	29,43	27,14	29,39	31,02	27,72	31,32	25,21	26,15	26,56	27,67	24,71	27,95	27,49
FeO	2,80	2,81	2,58	2,70	3,15	2,88	4,95	4,00	3,74	2,31	2,65	2,59	2,73
MnO	0,03	0,03	0,02	0,04	0,00	0,01	0,03	0,03	0,06	0,00	0,00	0,05	0,00
MgO	1,71	2,52	1,85	1,57	2,46	1,36	3,22	2,70	2,76	2,96	3,83	2,93	2,96
CaO	0,12	0,11	0,02	0,04	0,09	0,03	0,07	0,00	0,08	0,01	0,02	0,01	0,01
Na2O	0,16	0,16	0,17	0,17	0,15	0,20	0,19	0,16	0,13	0,23	0,08	0,30	0,26
K2O	8,92	11,06	10,95	9,99	10,13	10,58	10,30	11,21	10,01	11,39	11,64	11,35	11,21
Rb2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,09	0,06	0,10	0,09	0,07	0,08	0,05	0,07	0,09	0,04	0,05	0,10	0,06
Cs2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,22	0,22	0,21	0,17	0,20	0,19	0,18	0,24	0,22	0,29	0,27	0,29	0,15
NiO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
F	0,11	0,13	0,10	0,07	0,11	0,00	0,08	0,00	0,16	0,04	0,00	0,12	0,08
Cl	0,08	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
F = O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Cl = O	0,03	0,03	0,02	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,04	0,01	0,00	0,03	0,02
Total	91,85	94,52	95,88	94,45	94,85	94,81	95,00	95,98	94,43	96,14	95,42	95,61	95,63

Cation number based on 22 Oxygens

Sample	QFQ6.1									T1.1			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	3	4	5
Analysis (%)													
Si3+	6,60	6,77	6,67	6,51	6,79	6,40	6,85	6,87	6,83	6,79	6,99	6,69	6,78
Al3+ IV	1,40	1,23	1,33	1,49	1,21	1,60	1,15	1,13	1,17	1,21	1,01	1,31	1,22
T - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Al3+ VI	3,39	3,12	3,28	3,44	3,18	3,39	2,89	3,01	3,07	3,13	2,91	3,12	3,12
Ti4+	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,07	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01
Fe2+	0,32	0,32	0,29	0,30	0,35	0,33	0,56	0,45	0,42	0,26	0,30	0,29	0,31
Mn2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Mg2+	0,35	0,51	0,37	0,31	0,49	0,27	0,65	0,54	0,56	0,59	0,77	0,59	0,59
Cr3+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
Ni2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M - Total	4,12	4,00	4,00	4,10	4,07	4,07	4,15	4,04	4,11	4,00	4,00	4,04	4,04
Ca+	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Na+	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,06	0,02	0,08	0,07
K+	1,57	1,92	1,86	1,72	1,74	1,82	1,79	1,92	1,73	1,93	2,00	1,95	1,92
Rb+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cs+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba2+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
A - Total	1,64	1,98	1,92	1,77	1,80	1,89	1,86	1,97	1,79	2,01	2,04	2,04	1,99
F-	0,05	0,06	0,04	0,03	0,05	0,00	0,03	0,00	0,07	0,02	0,00	0,05	0,03
Na/(Na+K)	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,01	0,04	0,03
Fe/(Fe+Mg)	0,48	0,39	0,44	0,49	0,42	0,54	0,46	0,45	0,43	0,30	0,28	0,33	0,34

12.8.1.7. Serpentine - $Mg_3[Si_2O_5](OH)_4$

Sample	10155_serp			11077_serp											
	1	3	8	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	
SiO ₂	35,19	33,60	31,05	34,13	33,57	33,51	34,35	33,41	33,60	33,98	35,32	33,99	42,97	42,82	
TiO ₂	0,00	0,01	0,02	0,00	0,05	0,02	0,02	0,03	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	
Al ₂ O ₃	13,23	13,88	12,19	12,70	13,84	13,22	13,12	13,02	13,15	12,85	12,38	13,31	1,32	1,07	
Cr ₂ O ₃	1,88	1,63	0,91	3,10	2,92	3,05	2,60	2,82	2,96	3,08	2,54	2,68	0,17	0,14	
FeO	10,17	9,23	9,81	3,64	3,29	3,20	3,94	3,40	3,31	2,99	5,70	3,14	12,11	10,43	
MnO	0,00	0,00	4,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,07	
NiO	0,06	0,16	0,30	0,30	0,25	0,25	0,24	0,19	0,31	0,31	0,20	0,27	0,15	0,16	
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rb ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
MgO	29,66	28,67	22,50	34,89	35,15	35,88	35,05	35,63	35,43	35,27	34,15	35,70	34,56	34,64	
CaO	0,06	0,45	2,17	0,08	0,03	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,03	0,00	0,26	0,32	
Na ₂ O	0,00	0,03	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	0,09	0,09	
K ₂ O	0,00	0,04	0,05	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,56	0,53	
Cs ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	
BaO	0,05	0,04	0,15	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	
F	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,07	
Cl	0,00	0,06	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,19	
F = O	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	
Cl = O	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04	
Total real	90,31	87,78	83,86	88,86	89,11	89,16	89,34	88,57	88,86	88,53	90,35	89,11	92,46	90,57	

Cation distribution based on 7 Oxygens

Sample	10155_serp			11077_serp											
	1	3	8	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	
Si 4+	1,66	1,62	1,63	1,60	1,56	1,56	1,60	1,57	1,57	1,59	1,63	1,58	1,99	2,01	
^{IV} Al 3+	0,34	0,38	0,37	0,40	0,44	0,44	0,40	0,43	0,43	0,41	0,37	0,42	0,01	0,00	
T- Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,01	
^{VI} Al 3+	0,39	0,41	0,39	0,29	0,32	0,28	0,31	0,28	0,29	0,30	0,31	0,31	0,06	0,06	
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Cr 3+	0,07	0,06	0,04	0,11	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,11	0,09	0,10	0,01	0,01	
Fe2+	0,40	0,37	0,43	0,14	0,13	0,12	0,15	0,13	0,13	0,12	0,22	0,12	0,47	0,41	
Mg 2+	2,08	2,07	1,76	2,43	2,44	2,49	2,43	2,49	2,47	2,46	2,35	2,47	2,39	2,43	
Ni2+	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
Zn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Mn 2+	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ca 2+	0,00	0,02	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	
Na +	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	
K +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	
Cs +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Rb +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
D - Total	2,94	2,95	2,98	3,00	3,00	3,02	3,00	3,02	3,02	3,00	2,98	3,01	2,99	2,97	
Mg #	0,84	0,85	0,8	0,94	0,95	0,95	0,94	0,95	0,95	0,95	0,91	0,95	0,84	0,86	

Sample	T1.1_chl								T1.2_chl						
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	3	4	5	6	7	9
SiO2	27,82	31,15	31,79	32,79	30,68	30,44	28,36	27,86	33,60	34,00	31,58	33,04	32,42	33,75	32,36
TiO2	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	0,03	0,00	0,01	0,05	0,00	0,02
Al2O3	20,17	17,61	17,12	19,21	17,90	18,53	18,97	18,31	12,79	12,70	13,52	13,64	13,20	13,01	12,23
Cr2O3	0,06	0,08	0,09	0,05	0,10	0,07	0,10	0,08	1,39	1,60	2,86	3,34	2,11	1,86	2,48
FeO	19,47	7,93	7,78	7,30	9,84	9,38	20,25	19,24	10,22	10,09	11,56	11,24	11,63	9,02	9,49
MnO	0,27	0,22	0,18	0,12	0,31	0,19	0,34	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NiO	0,04	0,06	0,02	0,03	0,02	0,03	0,06	0,12	0,16	0,16	0,16	0,11	0,09	0,19	0,24
ZnO	0,02	0,00	0,04	0,03	0,09	0,03	0,00	0,00	0,07	0,05	0,00	0,02	0,05	0,06	0,00
Rb2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	20,95	29,25	28,26	29,46	28,73	28,27	20,69	20,83	31,34	30,36	28,95	28,18	28,85	31,15	30,86
CaO	0,05	0,16	0,28	0,13	0,06	0,10	0,06	0,09	0,03	0,05	0,07	0,10	0,07	0,02	0,02
Na2O	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
K2O	0,01	0,02	0,02	0,57	0,02	0,01	0,02	0,01	0,08	0,09	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Cs2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,03	0,02	0,02	0,01	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,03
F	0,06	0,06	0,03	0,07	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
F = O	0,02	0,03	0,01	0,03	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl = O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total real	88,92	86,55	85,64	89,73	87,85	87,07	88,87	86,94	89,69	89,14	88,70	89,73	88,51	89,06	87,76

Cation distribution based on 7 Oxygens

Sample	T1.1_chl								T1.2_chl						
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	3	4	5	6	7	9
Analysis (%)															
Si 4+	1,40	1,51	1,55	1,53	1,49	1,48	1,43	1,43	1,60	1,63	1,54	1,59	1,58	1,61	1,58
^{IV} Al 3+	0,60	0,49	0,45	0,47	0,51	0,52	0,57	0,57	0,40	0,37	0,46	0,41	0,42	0,39	0,42
T- Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
^{VI} Al 3+	0,59	0,52	0,54	0,58	0,51	0,54	0,56	0,55	0,32	0,34	0,32	0,36	0,34	0,34	0,28
Ti 4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,06	0,11	0,13	0,08	0,07	0,10
Fe2+	0,82	0,32	0,32	0,28	0,40	0,38	0,86	0,83	0,41	0,40	0,47	0,45	0,47	0,36	0,39
Mg 2+	1,57	2,12	2,06	2,05	2,07	2,05	1,56	1,60	2,22	2,16	2,11	2,02	2,10	2,21	2,24
Ni2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Zn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn 2+	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca 2+	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Na +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K +	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cs +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rb +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
D - Total	3,00	2,98	2,95	2,96	3,00	2,99	3,00	3,01	3,02	2,99	3,02	2,96	3,00	2,99	3,02
Mg #	0,66	0,87	0,87	0,88	0,84	0,84	0,65	0,66	0,85	0,84	0,82	0,82	0,82	0,86	0,85

12.8.1.8. Talc - Mg₆[Si₈O₂₀](OH)₄

Sample	10155												11077									
	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12
TiO ₂	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,06
SiO ₂	62,99	62,47	61,96	62,66	62,61	62,53	62,32	61,18	62,58	62,94	63,62	62,48	62,90	63,17	62,88	63,01	63,26	63,43	62,00	62,49	63,74	63,29
Fe ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,00	0,68
Cr ₂ O ₃	0,02	0,08	0,10	0,10	0,09	0,06	0,05	0,15	0,08	0,07	0,05	0,09	0,08	0,05	0,07	0,09	0,06	0,08	0,09	0,05	0,05	0,12
Al ₂ O ₃	0,00	0,12	0,25	0,02	0,20	0,00	0,06	0,44	0,27	0,34	0,00	0,01	0,02	0,05	0,03	0,05	0,05	0,03	0,02	0,03	0,05	0,07
BaO	0,00	0,02	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,02	0,05	0,05	0,00	0,00	0,03
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	4,18	4,37	4,36	3,93	4,36	4,29	4,17	4,22	4,62	4,44	3,95	3,36	2,49	2,27	2,35	2,25	2,46	2,62	4,44	1,79	2,44	1,83
MnO	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01	0,07	0,05	0,04	0,00	0,02	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00	0,02	0,03	0,00
CaO	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05	0,05	0,02	0,01	0,01	0,02	0,22	0,03	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00
MgO	28,87	28,66	28,73	29,24	29,04	29,03	29,08	27,73	28,33	28,62	29,25	29,52	29,92	30,26	30,25	30,46	30,05	30,07	28,56	30,40	30,14	30,81
Cs ₂ O	0,00	0,01	0,00	0,04	0,03	0,00	0,04	0,03	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
K ₂ O	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,00	0,01	0,02	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
Cl	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,03	0,05	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00
F	0,09	0,00	0,05	0,05	0,11	0,00	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,00	0,06	0,12	0,03	0,02	0,06	0,00	0,00	0,04	0,00	0,05
O=F	0,04	0,00	0,02	0,02	0,05	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,05	0,01	0,01	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,02
O=Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	96,25	95,78	95,62	96,13	96,54	95,97	95,90	94,00	96,01	96,66	96,98	96,26	95,77	96,04	95,66	95,97	96,11	96,38	95,21	95,73	96,49	96,97

Cation distribution based on 22 Oxygens

Sample	10155												11077											
Analysis (%)	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12		
Si4+	8,03	8,01	7,97	8,00	7,98	8,00	7,98	8,00	8,01	8,00	8,03	7,96	8,00	8,01	8,00	7,99	8,02	8,01	8,00	7,95	8,03	7,95		
Al3+	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		
T-Total	8,03	8,01	8,00	8,00	8,00	8,00	7,99	8,00	8,01	8,00	8,03	7,96	8,00	8,01	8,00	7,99	8,02	8,01	8,00	7,95	8,03	7,96		
Ti4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		
Fe3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,06		
Cr3+	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01		
Al3+	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07	0,04	0,05	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00		
Zn2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Fe2+	0,45	0,47	0,47	0,42	0,46	0,46	0,45	0,46	0,49	0,47	0,42	0,36	0,26	0,24	0,25	0,24	0,26	0,28	0,48	0,19	0,26	0,19		
Mn2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Mg2+	5,49	5,48	5,51	5,56	5,52	5,53	5,55	5,40	5,40	5,42	5,50	5,60	5,68	5,72	5,74	5,75	5,68	5,66	5,49	5,77	5,66	5,77		
Ba2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Ca2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Cs+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
K+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Na+	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
M-Total	5,94	5,98	6,01	6,00	6,00	6,00	6,02	5,96	5,96	5,97	5,94	6,05	5,99	5,98	6,00	6,01	5,97	5,96	6,00	6,05	5,94	6,05		
Mg #	0,92	0,92	0,92	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,93	0,93	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95	0,92	0,95	0,96	0,96		
Ca + Na + K	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00		
Al + Fe + Mn	0,45	0,47	0,50	0,42	0,49	0,46	0,46	0,47	0,50	0,48	0,42	0,43	0,26	0,24	0,25	0,25	0,26	0,28	0,48	0,28	0,26	0,27		

Sample	T1.2					
Analysis (%)	1	2	4	5	7	9
TiO2	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02
SiO2	62,38	62,99	62,80	63,08	62,29	62,81
Fe2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr2O3	0,15	0,11	0,09	0,03	0,21	0,03
Al2O3	0,12	0,06	0,07	0,00	0,31	0,00
BaO	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	4,37	3,71	3,24	3,32	4,77	4,66
MnO	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,01
CaO	0,04	0,04	0,02	0,01	0,12	0,02
MgO	28,65	29,07	29,54	29,18	28,52	28,49
Cs2O	0,00	0,02	0,00	0,01	0,02	0,03
K2O	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Na2O	0,02	0,01	0,02	0,00	0,03	0,00
Cl	0,02	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01
F	0,09	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
O=F	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
O=Cl	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	95,89	96,12	95,82	95,66	96,33	96,10

Cation distribution based on 22 Oxygens

Sample	T1.2					
	1	2	4	5	7	9
Analysis (%)						
Si4+	8,00	8,02	8,00	8,05	7,96	8,03
Al3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
T-Total	8,00	8,02	8,00	8,05	8,00	8,03
Ti4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr3+	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00
Al3+	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
Zn2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2+	0,47	0,40	0,35	0,35	0,51	0,50
Mn2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Mg2+	5,48	5,52	5,61	5,55	5,44	5,43
Ba2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca2+	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Cs+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na+	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
M-Total	5,99	5,95	5,99	5,91	6,01	5,94

Mg #	0,92	0,93	0,94	0,94	0,91	0,92
Ca + Na + K	0,01	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01
Al + Fe + Mn	0,47	0,40	0,34	0,35	0,55	0,50

12.8.1.9. Titanite - CaTi[SiO₅]

Sample	10449						11235							AF2.5				
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
SiO ₂	30,67	25,56	34,92	30,23	29,85	29,59	30,99	31,54	30,78	28,55	31,80	30,48	28,86	30,38	30,20	29,66	30,11	29,93
TiO ₂	37,04	41,91	30,69	37,87	38,67	39,22	31,62	30,81	34,96	33,96	32,51	37,91	35,41	36,97	38,29	38,56	34,61	36,90
La ₂ O ₃	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
Ce ₂ O ₃	0,00	0,11	0,10	0,00	0,12	0,11	0,00	0,00	0,07	0,00	0,11	0,00	0,19	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr ₂ O ₃	0,15	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,18	0,56	0,45	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,30
Nd ₂ O ₃	0,09	0,01	0,03	0,00	0,17	0,00	0,03	0,00	0,00	0,04	0,00	0,04	0,04	0,13	0,11	0,09	0,00	0,00
Sm ₂ O ₃	0,00	0,13	0,07	0,00	0,02	0,31	0,00	0,05	0,08	0,03	0,00	0,12	0,00	0,12	0,05	0,11	0,00	0,05
Al ₂ O ₃	0,86	1,28	3,47	1,35	1,11	0,90	5,18	6,24	4,73	5,50	5,72	1,43	5,36	1,17	1,12	0,95	2,83	1,82
FeO	0,35	1,15	4,26	0,68	0,40	0,42	0,23	0,55	0,23	0,24	0,24	0,24	0,19	0,82	0,49	0,40	1,11	0,74
MnO	0,08	0,15	0,12	0,06	0,04	0,09	0,00	0,04	0,04	0,00	0,01	0,06	0,00	0,03	0,02	0,04	0,08	0,00
MgO	0,00	0,00	2,23	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,28	0,01	0,01	0,01	0,03	0,52	0,06	0,00	0,01	0,01
CaO	28,92	28,44	23,14	28,61	28,72	28,62	28,56	24,25	28,26	28,43	29,01	28,59	26,61	27,53	28,79	28,58	28,80	28,96
BaO	0,08	0,12	0,07	0,06	0,19	0,16	0,16	0,05	0,10	0,03	0,11	0,10	0,10	0,11	0,02	0,11	0,07	0,15
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,04	0,01
Na ₂ O	0,02	0,01	0,46	0,00	0,02	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01
K ₂ O	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,21	0,19	0,17	0,01	0,11	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
ZrO ₂	0,00	0,08	0,03	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,01	0,04	0,03	0,05	0,11	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,02	0,06
Y ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V ₂ O ₃	0,05	0,12	0,12	0,07	0,09	0,06	0,09	0,06	0,07	0,07	0,06	0,10	0,07	0,16	0,14	0,07	0,27	0,22
Nb ₂ O ₅	0,02	0,00	0,02	0,00	0,05	0,03	0,07	0,03	0,18	0,00	0,04	0,00	0,04	0,06	0,04	0,05	0,05	0,00
Ta ₂ O ₅	0,11	0,26	0,02	0,00	0,18	0,02	0,00	0,00	0,08	0,20	0,14	0,17	0,18	0,14	0,00	0,00	0,28	0,00
F	0,17	0,12	0,07	0,14	0,07	0,05	1,51	1,68	1,62	2,21	1,96	0,46	2,35	0,06	0,14	0,00	0,20	0,21
O = F	0,07	0,05	0,03	0,06	0,03	0,02	0,64	0,71	0,68	0,93	0,83	0,19	0,99	0,03	0,06	0,00	0,08	0,09
Total	98,54	99,41	99,82	99,07	99,70	99,61	98,30	94,86	100,99	98,55	101,61	100,03	98,59	98,52	99,49	98,82	98,40	99,27

Cation distribution based on 5 Oxygens

Sample	10449						11235							AF2.5				
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5
Si 4+	1,02	0,86	1,13	1,00	0,98	0,98	1,03	1,07	1,00	0,96	1,03	1,00	0,96	1,01	1,00	0,99	1,00	0,99
^{IV} Al 3+	0,00	0,05	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
T-Total	1,02	0,91	1,13	1,00	1,00	1,00	1,03	1,07	1,00	1,00	1,03	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00
^{VI} Al 3+	0,05	0,00	0,20	0,08	0,05	0,03	0,31	0,37	0,27	0,28	0,33	0,09	0,28	0,07	0,06	0,04	0,17	0,10
Mg 2+	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti 4+	0,93	1,06	0,75	0,94	0,96	0,97	0,79	0,79	0,85	0,86	0,79	0,94	0,89	0,93	0,95	0,96	0,87	0,92
Nb 5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta 5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Fe 2+	0,01	0,03	0,12	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02
Zr4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na +	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nd 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sm 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca 2+	1,03	1,03	0,80	1,01	1,02	1,01	1,02	0,88	0,98	1,02	1,00	1,01	0,95	0,98	1,02	1,02	1,03	1,03
K +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O-Total	2,03	2,14	2,01	2,06	2,05	2,04	2,14	2,07	2,14	2,18	2,15	2,05	2,14	2,04	2,05	2,05	2,12	2,08

Sample	Bt4.1										DMC3.2								
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO2	30,18	30,56	30,05	30,18	30,35	26,58	30,25	30,06	30,17	29,87	30,22	30,31	30,36	29,96	30,27	30,31	30,43	30,80	30,58
TiO2	38,04	36,73	37,04	38,03	38,01	34,20	35,60	36,95	37,74	38,25	37,81	38,25	38,13	37,98	37,79	37,81	38,13	34,39	37,35
La2O3	0,00	0,00	0,07	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Ce2O3	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00
Pr2O3	0,00	0,12	0,08	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,27	0,00	0,00	0,25	0,20	0,00	0,24	0,02
Nd2O3	0,00	0,00	0,10	0,07	0,01	0,08	0,00	0,00	0,07	0,08	0,07	0,00	0,07	0,00	0,00	0,05	0,05	0,10	0,00
Sm2O3	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,10	0,06	0,00	0,00	0,00	0,11	0,02	0,00	0,07
Al2O3	0,98	1,25	1,31	1,34	1,17	8,29	2,71	2,65	1,41	1,11	0,99	0,87	0,89	0,83	1,00	1,09	0,95	3,13	1,42
FeO	0,46	0,81	0,63	0,85	0,74	13,84	2,14	1,92	0,72	0,68	1,17	0,83	0,83	0,95	0,81	0,85	0,95	1,27	1,00
MnO	0,02	0,04	0,00	0,00	0,01	0,21	0,05	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,05	0,00
MgO	0,00	0,14	0,02	0,19	0,03	1,44	1,04	0,37	0,34	0,05	0,01	0,03	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
CaO	28,68	28,04	28,61	28,77	28,60	28,68	26,59	26,99	28,71	27,75	28,78	28,61	28,74	28,51	28,65	28,73	28,65	28,87	28,35
BaO	0,07	0,13	0,13	0,14	0,13	0,17	0,04	0,07	0,09	0,11	0,10	0,07	0,08	0,15	0,11	0,12	0,06	0,05	0,16
ZnO	0,02	0,00	0,04	0,06	0,05	0,04	0,10	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,13	0,10
Na2O	0,02	0,13	0,01	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,00	0,03	0,03
K2O	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,05	0,05	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
ZrO2	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01
Cr2O3	0,00	0,00	0,05	0,05	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,00	0,12	0,00	0,04	0,02	0,03	0,00	0,03	0,01	0,01
Y2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V2O3	0,09	0,13	0,23	0,09	0,11	0,16	0,11	0,15	0,10	0,07	0,23	0,17	0,19	0,23	0,17	0,18	0,21	0,19	0,26
Nb2O5	0,00	0,04	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,05	0,00	0,00	0,03	0,00
Ta2O5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,06	0,07	0,00	0,00
F	0,19	0,21	0,37	0,19	0,35	0,15	0,13	0,04	0,38	0,51	0,20	0,02	0,08	0,20	0,13	0,08	0,16	0,07	0,15
O = F	0,08	0,09	0,16	0,08	0,15	0,06	0,06	0,02	0,16	0,21	0,08	0,01	0,03	0,08	0,05	0,03	0,07	0,03	0,06
Total	98,81	98,34	98,59	99,96	99,63	113,85	98,85	99,32	99,67	98,48	99,94	99,49	99,47	99,05	99,22	99,57	99,67	99,40	99,51

Cation distribution based on 5 Oxygens

Sample	Bt4.1										DMC3.2								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Si 4+	1,00	1,02	1,00	0,99	1,00	0,81	1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,01
^{IV} Al 3+	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,19	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T-Total	1,00	1,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,02	1,01
^{VI} Al 3+	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07	0,26	0,16	0,14	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,06	0,06	0,06	0,18	0,08
Mg 2+	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,07	0,05	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti 4+	0,95	0,92	0,93	0,94	0,94	0,78	0,89	0,92	0,94	0,96	0,94	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,94	0,85	0,93
Nb 5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta 5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V 3+	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Fe 2+	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,35	0,06	0,05	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
Zr4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na +	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pr 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nd 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sm 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca 2+	1,02	1,00	1,02	1,01	1,01	0,94	0,94	0,95	1,01	0,99	1,02	1,01	1,02	1,01	1,02	1,02	1,01	1,02	1,00
K +	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Y 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
O-Total	2,05	2,04	2,06	2,06	2,05	2,41	2,11	2,09	2,07	2,04	2,06	2,05	2,05	2,05	2,05	2,06	2,05	2,11	2,06

12.8.2. Phosphate minerals

12.8.2.1. Apatite - Ca₅(PO₄)₃(OH, F, Cl)

Sample	10449					11235				Bt4.1						PO1.2						
Analysis (%)	1	2	3	4	5	1	5	6	7	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7
FeO	0,19	0,20	0,22	0,34	0,22	0,16	0,10	0,39	0,29	0,29	0,28	0,51	0,68	0,99	0,31	0,20	0,26	0,23	0,31	0,27	0,38	0,13
MnO	0,05	0,09	0,08	0,11	0,06	0,06	0,05	0,05	0,02	0,02	0,05	0,04	0,06	0,03	0,08	0,03	0,02	0,02	0,03	0,01	0,04	0,03
MgO	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,08	0,01	0,00	0,04	0,02	0,06	0,01	0,02	0,00	0,03	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02
CaO	54,91	54,42	55,00	54,79	54,65	55,34	54,70	52,99	54,78	55,98	53,38	52,21	53,86	51,65	55,96	55,72	55,37	55,72	54,51	55,51	55,60	55,69
SrO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,00	0,04	0,43	0,01	0,05	0,02	0,04	0,00	0,02	0,04	0,01	0,02	0,03
P ₂ O ₅	43,64	43,87	43,67	43,59	43,43	43,29	42,58	40,01	41,87	42,90	40,98	41,74	41,09	40,12	42,68	42,18	42,43	42,89	41,82	42,81	43,34	43,15
La ₂ O ₃	0,00	0,01	0,00	0,00	0,11	0,13	0,00	0,00	0,05	0,00	0,06	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,02	0,00	0,02	0,06
Ce ₂ O ₃	0,15	0,11	0,00	0,00	0,01	0,17	0,10	0,06	0,11	0,00	0,06	0,00	0,08	0,00	0,09	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Nd ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,02	0,01	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
F	1,52	1,67	1,49	1,06	1,80	3,32	3,51	3,46	2,49	2,02	2,11	2,60	1,75	2,30	2,43	2,02	2,31	1,96	2,31	1,86	1,74	2,00
Cl	0,10	0,16	0,07	0,05	0,13	0,02	0,01	0,00	0,04	0,00	0,01	0,05	0,02	0,06	0,00	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,03
F = O	0,64	0,70	0,63	0,45	0,76	1,40	1,48	1,45	1,05	0,85	0,89	1,10	0,74	0,97	1,02	0,85	0,97	0,82	0,97	0,78	0,73	0,84
Cl = O	0,02	0,04	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01
Total	99,90	99,80	99,92	99,51	99,65	101,34	99,62	95,62	98,75	100,37	96,11	96,49	96,97	94,22	100,6	99,38	99,45	100,08	98,11	99,71	100,43	100,37

Cation distribution based on 12.5 Oxygens

P 5+	3,05	3,06	3,05	3,05	3,05	3,03	3,03	2,98	3,00	3,01	3,00	3,04	2,99	3,01	3,00	2,99	3,01	3,01	3,00	3,01	3,02	3,02
P -Total	3,05	3,06	3,05	3,05	3,05	3,03	3,03	2,98	3,00	3,01	3,00	3,04	2,99	3,01	3,00	2,99	3,01	3,01	3,00	3,01	3,02	3,02
Mg 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe 2+	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,07	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01
Mn 2+	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na +	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,07	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca 2+	4,86	4,81	4,86	4,85	4,85	4,89	4,92	5,00	4,97	4,96	4,95	4,82	4,96	4,90	4,97	5,00	4,96	4,95	4,96	4,94	4,91	4,93
Sr 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M - Total	4,87	4,83	4,88	4,88	4,88	4,92	4,93	5,05	5,00	4,99	4,99	4,93	5,02	4,99	5,00	5,02	4,99	4,97	4,99	4,97	4,94	4,95

Sample	QFQ6.1			AF2.5		P1.1						T1.1					DMC3.2			
Analysis (%)	1	2	3	1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4
FeO	0,06	0,11	0,25	0,08	0,20	0,04	0,02	0,05	0,02	0,05	0,01	0,15	0,29	0,16	0,14	0,17	0,58	0,45	0,55	0,29
MnO	0,10	0,22	0,26	0,08	0,03	0,06	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,20	0,06	0,09	0,21	0,14	0,03	0,05	0,03	0,04
MgO	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,06	0,01
CaO	55,33	55,09	54,50	55,47	55,54	54,26	54,65	55,09	54,58	54,46	55,11	55,65	55,49	55,62	55,00	54,81	55,69	55,01	53,71	55,46
SrO	0,28	0,02	0,70	0,00	0,00	0,32	0,33	0,23	0,55	0,41	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na2O	0,02	0,10	0,05	0,02	0,01	0,11	0,12	0,10	0,15	0,16	0,09	0,06	0,02	0,06	0,06	0,04	0,12	0,02	0,04	0,02
P2O5	42,79	42,81	42,42	43,02	42,60	42,15	42,65	42,13	42,76	42,20	42,51	42,71	43,00	42,09	42,76	42,26	42,73	40,90	42,46	43,10
La2O3	0,00	0,02	0,03	0,03	0,05	0,00	0,07	0,01	0,07	0,03	0,00	0,03	0,04	0,00	0,01	0,05	0,08	0,00	0,02	0,10
Ce2O3	0,22	0,05	0,02	0,00	0,11	0,25	0,16	0,25	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,10	0,31	0,30	0,07	0,19	0,08
Nd2O3	0,04	0,01	0,06	0,00	0,00	0,02	0,02	0,05	0,06	0,07	0,01	0,00	0,04	0,06	0,00	0,09	0,04	0,00	0,10	0,03
F	2,81	3,30	2,89	1,61	1,38	3,02	3,56	2,18	3,24	2,44	3,26	2,02	2,16	2,53	2,46	2,38	2,13	2,15	2,30	1,69
Cl	0,00	0,01	0,01	0,35	0,20	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
F = O	1,18	1,39	1,22	0,68	0,58	1,27	1,50	0,92	1,36	1,03	1,37	0,85	0,91	1,07	1,04	1,00	0,90	0,91	0,97	0,71
Cl = O	0,00	0,00	0,00	0,08	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	100,48	100,36	99,98	99,92	99,50	98,97	100,08	99,17	100,10	98,84	100,31	99,99	100,20	99,66	99,73	99,27	100,81	97,77	98,50	100,10

Cation distribution based on 12.5 Oxygens

P 5+	3,01	3,02	3,01	3,02	3,01	3,02	3,02	3,00	3,03	3,01	3,01	3,01	3,02	2,99	3,02	3,01	3,00	2,96	3,03	3,02
P - Total	3,01	3,02	3,01	3,02	3,01	3,02	3,02	3,00	3,03	3,01	3,01	3,01	3,02	2,99	3,02	3,01	3,00	2,96	3,03	3,02
Mg 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Fe 2+	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,03	0,04	0,02
Mn 2+	0,01	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Na +	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00
Ca 2+	4,93	4,92	4,89	4,93	4,96	4,91	4,90	4,96	4,89	4,92	4,94	4,96	4,93	5,00	4,91	4,94	4,94	5,05	4,85	4,92
Sr 2+	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M - Total	4,96	4,96	4,97	4,95	4,98	4,96	4,94	4,99	4,94	4,98	4,98	4,99	4,96	5,03	4,95	4,96	5,00	5,09	4,91	4,94

12.8.2.2. Monazite – (Ce,La,Th)PO₄; Xenotime – YPO₄

Sample	Monazite								Xenotime	
	P2.3				P1.1		T1.1		P2.3	
Analysis (%)	1	3	4	5	1	2	1	2	1	3
P2O5	29,07	28,55	29,60	29,65	29,57	29,09	29,59	30,10	35,41	35,82
La2O3	12,31	16,94	10,79	17,47	10,00	10,86	16,81	7,46	0,03	0,00
Ce2O3	27,64	28,09	27,17	27,22	21,98	24,29	31,44	18,83	0,08	0,04
Pr2O3	3,69	3,48	3,98	3,33	3,28	3,48	3,71	4,28	0,00	0,00
Nd2O3	12,60	10,85	13,95	11,63	14,09	11,98	12,33	24,17	0,25	0,12
Sm2O3	1,61	0,91	2,11	1,05	2,45	1,95	0,72	6,97	0,18	0,84
Eu2O3	0,00	0,00	0,06	0,07	0,00	0,00	0,05	0,00	0,03	0,03
Gd2O3	0,64	0,26	1,17	0,77	2,31	1,77	0,26	2,37	1,44	3,15
Tb2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,02	1,43
Dy2O3	0,35	0,41	0,00	0,21	1,17	0,49	0,00	1,00	5,35	6,19
Ho2O3	0,19	0,37	0,59	0,18	0,83	0,91	0,28	0,84	2,10	2,87
Er2O3	0,09	0,04	0,00	0,00	0,01	0,06	0,10	0,00	4,38	3,81
Tm2O3	0,16	0,22	0,00	0,09	0,49	0,01	0,00	0,41	0,42	0,57
Yb2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	3,36	2,85
Lu2O3	0,00	0,00	0,31	0,13	0,38	0,00	0,06	0,45	0,94	0,67
ThO2	6,15	3,89	6,43	4,05	7,31	8,40	0,78	0,19	0,14	0,38
PaO2	0,00	0,16	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,06	0,17	0,00
UO2	0,02	0,10	0,16	0,08	0,18	0,12	0,03	0,00	0,33	0,12
Nb2O5	0,18	0,00	0,00	0,03	0,00	0,10	0,00	0,17	0,00	0,00
V2O3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
SO3	0,03	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
PbO	0,13	0,04	0,22	0,05	0,14	0,19	0,00	0,00	0,39	0,36
MgO	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
As2O5	0,15	0,12	0,02	0,02	0,11	0,00	0,05	0,19	0,00	0,00
Al2O3	0,00	0,02	0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,06	0,01	0,00
CaO	0,65	0,53	0,57	0,39	0,90	1,13	0,28	0,13	0,01	0,00
SiO2	0,43	0,30	0,54	0,19	0,70	0,65	0,18	0,00	0,71	0,52
BaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Sample	Monazite								Xenotime	
	P2.3				P1.1		T1.1		P2.3	
	1	3	4	5	1	2	1	2	1	3
Analysis (%)										
SrO	0,36	0,25	0,32	0,20	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TiO2	0,70	2,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
Ta2O5	0,09	0,00	0,05	0,00	0,32	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00
Y2O3	0,29	0,32	0,40	0,42	1,00	1,31	0,34	0,50	40,51	38,13
K2O	0,02	0,02	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00	0,21	0,00
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
FeO	0,00	0,05	0,00	0,29	0,00	0,00	0,02	0,00	0,08	0,20
Fe2O3	0,00	0,06	0,00	0,32	0,00	0,00	0,03	0,00	0,08	0,23
HfO2	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,59	0,10	0,00	0,27	0,26
ZrO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cl	0,04	0,01	0,05	0,05	0,05	0,06	0,03	0,08	0,03	0,00
F	0,24	0,18	0,27	0,48	0,12	0,25	0,39	0,30	0,14	0,27
F=O	0,10	0,07	0,11	0,20	0,05	0,10	0,16	0,12	0,06	0,11
Cl=O	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00
Total	98,68	101,66	102,69	102,91	98,47	99,57	98,86	100,38	100,04	101,56

Cation distribution based on 4 Oxygens

P 5+	0,97	0,95	0,99	0,98	0,99	0,98	0,99	1,00	1,00	1,01
P - Total	0,97	0,95	0,99	0,98	0,99	0,98	0,99	1,00	1,00	1,01
La 3+	0,18	0,25	0,16	0,25	0,15	0,16	0,24	0,11	0,00	0,00
Ce 3+	0,40	0,40	0,39	0,39	0,32	0,35	0,45	0,27	0,00	0,00
Pr 3+	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,00	0,00
Nd 3+	0,18	0,15	0,20	0,16	0,20	0,17	0,17	0,34	0,00	0,00
Sm 3+	0,02	0,01	0,03	0,01	0,03	0,03	0,01	0,09	0,00	0,01
Eu 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gd 3+	0,01	0,00	0,02	0,01	0,03	0,02	0,00	0,03	0,02	0,03
Tb 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
Dy 3+	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,06	0,07
Ho 3+	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03
Er 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,04
Tm 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Yb 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03
Lu 3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Th 4+	0,06	0,03	0,06	0,04	0,07	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00
Y 3+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,01	0,01	0,72	0,68
A - Total	0,91	0,92	0,92	0,93	0,90	0,91	0,96	0,95	0,94	0,92

12.8.3. Oxides

12.8.3.1. Hematite – $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$

Sample	11702												DMC3.2						
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	0,53	0,60	0,76	0,76	0,59	0,59	0,82	0,85	0,39	0,73	1,18	2,07	2,82	3,11	3,92	3,70	2,28	2,01	3,00
TiO ₂	0,02	0,04	0,08	0,04	0,00	0,03	0,06	0,02	0,04	0,09	0,03	0,03	0,05	0,01	0,00	0,03	1,49	0,00	0,00
Al ₂ O ₃	0,06	0,05	0,00	0,01	0,00	0,03	0,05	0,13	0,05	0,05	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00
Fe ₂ O ₃	98,84	97,06	99,34	97,75	98,52	98,40	97,21	97,54	99,73	97,99	97,71	96,09	85,70	87,16	87,76	87,54	86,27	84,63	86,95
MnO	0,45	0,42	0,39	0,65	0,54	0,49	0,55	0,42	0,45	0,36	0,43	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
MgO	0,03	0,02	0,00	0,00	0,03	0,01	0,03	0,02	0,06	0,00	0,04	2,03	0,36	0,54	0,05	0,36	0,51	0,72	0,78
CaO	0,08	0,07	0,06	0,01	0,04	0,06	0,05	0,12	0,04	0,04	0,05	0,04	0,11	0,23	0,21	0,36	0,15	0,15	0,14
Na ₂ O	0,03	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,07	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,02
BaO	0,00	0,05	0,05	0,00	0,04	0,06	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00
ZnO	0,00	0,12	0,21	0,15	0,09	0,05	0,17	0,13	0,06	0,00	0,09	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
V ₂ O ₃	0,02	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,03	0,00
Cr ₂ O ₃	0,10	0,11	0,06	0,09	0,12	0,08	0,14	0,12	0,10	0,06	0,12	1,01	0,13	0,08	0,06	0,08	0,07	0,12	0,09
Total	100,13	98,54	101,01	99,46	99,98	99,80	99,12	99,39	100,94	99,41	99,69	101,41	89,21	91,14	92,00	92,15	90,86	87,71	91,00

Cation distribution based on 3 Oxygens

Fe ³⁺	1,97	1,96	1,96	1,96	1,97	1,97	1,95	1,95	1,97	1,96	1,94	1,85	1,87	1,86	1,85	1,84	1,85	1,89	1,86
Si ⁴⁺	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,05	0,08	0,09	0,11	0,10	0,07	0,06	0,09
Ti ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
Al ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn ²⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,02	0,02	0,00	0,02	0,02	0,03	0,03
Na ⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Ba ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,99	1,99	1,98	1,98	1,96	1,97	1,97	1,99	1,98

12.8.3.2. Ilmenite – FeTiO₃

Sample	10319						10449		Bt4.1														
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	0,04	0,09	0,04	0,11	0,91	0,04	0,07	0,01	0,95	0,19	4,85	0,00	0,05	0,02	0,16	0,13	0,02	1,29	0,85	0,37	1,54	0,98	10,08
TiO ₂	53,55	53,19	53,15	53,31	52,33	53,14	54,23	54,53	52,52	52,25	49,03	52,52	53,09	52,36	52,06	52,44	53,33	50,51	51,17	52,15	51,50	51,86	43,90
Al ₂ O ₃	0,01	0,01	0,00	0,01	0,03	0,00	0,02	0,01	0,04	0,05	0,24	0,00	0,02	0,00	0,25	0,02	0,04	1,20	0,62	0,10	0,19	0,16	1,23
FeO	43,65	43,97	44,09	43,49	43,92	44,16	37,95	37,72	40,13	41,08	40,20	42,27	40,92	42,42	42,34	41,21	40,21	40,55	40,45	40,97	40,87	40,62	36,48
MnO	1,02	0,99	1,03	1,17	1,01	0,94	6,99	7,08	3,71	3,95	3,75	3,72	3,76	3,38	3,52	4,09	4,20	3,58	3,80	4,16	4,21	3,86	3,23
MgO	0,31	0,29	0,06	0,17	0,18	0,31	0,09	0,12	0,01	0,04	0,43	0,04	0,10	0,04	0,05	0,05	0,06	0,66	0,48	0,11	0,05	0,09	1,85
CaO	0,20	0,22	0,23	0,35	0,51	0,16	0,25	0,27	1,14	0,22	2,74	0,14	0,19	0,15	0,31	0,36	0,27	0,33	0,53	0,47	0,25	0,93	3,31
Na ₂ O	0,00	0,00	0,04	0,00	0,10	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,19	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,02	0,30	0,01	0,21
BaO	0,18	0,17	0,25	0,12	0,26	0,22	0,20	0,15	0,14	0,13	0,16	0,19	0,17	0,20	0,14	0,16	0,15	0,16	0,14	0,15	0,13	0,17	0,13
ZnO	0,06	0,00	0,04	0,00	0,11	0,05	0,03	0,04	0,08	0,00	0,05	0,05	0,14	0,00	0,00	0,04	0,07	0,02	0,07	0,00	0,10	0,00	0,00
V ₂ O ₃	0,08	0,05	0,04	0,01	0,06	0,08	0,04	0,02	0,04	0,00	0,09	0,06	0,04	0,02	0,05	0,07	0,06	0,08	0,06	0,07	0,09	0,07	0,03
Cr ₂ O ₃	0,08	0,13	0,15	0,04	0,08	0,12	0,13	0,05	0,13	0,13	0,12	0,12	0,14	0,12	0,16	0,14	0,10	0,15	0,11	0,14	0,12	0,13	0,09
Total	99,17	99,11	99,13	98,79	99,48	99,23	99,98	100,00	98,90	98,05	101,85	99,15	98,61	98,71	99,03	98,71	98,54	98,53	98,27	98,70	99,34	98,88	100,54

Cation distribution based on 3 Oxygens

Si ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,01	0,04	0,02	0,24
Al ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03
Ti ⁴⁺	1,02	1,01	1,01	1,01	0,99	1,01	1,02	1,02	0,99	1,01	0,89	1,00	1,01	1,00	0,99	1,00	1,02	0,96	0,98	1,00	0,97	0,98	0,77
A - Total	1,02	1,01	1,01	1,02	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,01	1,01	1,00	1,02	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,01	1,02	1,01	1,02	1,04
Mg ²⁺	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,06
Fe ²⁺	0,92	0,93	0,93	0,92	0,92	0,93	0,79	0,79	0,84	0,88	0,81	0,90	0,87	0,90	0,90	0,88	0,85	0,85	0,86	0,87	0,86	0,86	0,71
Mn ²⁺	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,15	0,15	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,09	0,09	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,06
Ca ²⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,01	0,07	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,08
Na ⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
Ba ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B - Total	0,97	0,97	0,97	0,96	0,98	0,98	0,96	0,95	0,96	0,98	0,99	0,99	0,97	0,99	0,99	0,98	0,96	0,97	0,98	0,98	0,98	0,97	0,94

Sample	QFQ6.1							AF2.5		
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3
SiO2	0,03	0,01	0,03	0,00	0,00	0,06	0,02	0,01	0,01	0,00
TiO2	54,19	54,05	54,71	54,31	54,57	54,14	54,52	53,45	53,42	53,19
Al2O3	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02
FeO	39,04	39,01	38,39	38,94	38,91	39,19	38,80	42,05	41,94	42,67
MnO	4,89	4,96	5,12	4,82	4,92	4,83	4,87	2,25	2,13	2,04
MgO	0,03	0,02	0,02	0,03	0,00	0,01	0,02	0,08	0,05	0,04
CaO	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,26	0,27	0,30
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,00
BaO	0,19	0,22	0,20	0,20	0,19	0,13	0,16	0,17	0,14	0,11
ZnO	0,21	0,17	0,16	0,35	0,30	0,34	0,12	0,00	0,00	0,09
V2O3	0,05	0,03	0,00	0,04	0,04	0,06	0,07	0,00	0,08	0,09
Cr2O3	0,05	0,09	0,09	0,14	0,09	0,13	0,13	0,12	0,16	0,09
Total	98,69	98,58	98,75	98,83	99,03	98,92	98,72	98,40	98,22	98,64

Cation distribution based on 3 Oxygens

Si4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti4+	1,03	1,03	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02
A - Total	1,03	1,03	1,04	1,03	1,03	1,03	1,03	1,02	1,02	1,02
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2+	0,82	0,83	0,81	0,82	0,82	0,83	0,82	0,89	0,89	0,91
Mn2+	0,10	0,11	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,05	0,05	0,04
Ca2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
Na+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn2+	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
V3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B - Total	0,94	0,94	0,93	0,94	0,93	0,94	0,93	0,96	0,95	0,97

12.8.3.3. Rutile – TiO₂

Sample	10449									PO1.2							
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8
TiO ₂	99,10	99,63	98,80	98,77	99,72	99,89	99,47	99,34	99,57	99,69	99,57	98,82	98,08	97,70	99,38	99,60	99,09
Cr ₂ O ₃	0,10	0,10	0,13	0,02	0,03	0,02	0,13	0,16	0,17	0,09	0,19	0,17	0,25	0,20	0,20	0,19	0,23
Al ₂ O ₃	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,02
Nb ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,09	0,07	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,13	0,17	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	0,27	0,28	0,37	0,39	0,36	0,29	0,27	0,47	0,32	0,48	0,49	0,53	0,64	0,51	0,50	0,34	0,49
MnO	0,00	0,00	0,00	0,04	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SnO ₂	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SiO ₂	2,07	0,07	0,00	0,33	0,02	0,03	0,04	0,06	0,03	0,02	0,01	0,02	0,06	0,06	0,05	0,03	0,07
Na ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	101,55	100,10	99,33	99,80	100,45	100,41	99,96	100,07	100,12	100,31	100,25	99,55	99,04	98,49	100,13	100,16	99,89

Cation distribution based on 2 Oxygens

Ti ⁴⁺	0,97	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00	0,99
Si ⁴⁺	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cr ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nb ⁵⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta ⁵⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Mn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sn ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Sample	P2.3			T1.1		P1.1		AF2.5		
Analysis (%)	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3
TiO2	95,30	98,06	96,55	98,54	98,83	98,07	96,49	98,71	98,64	99,44
Cr2O3	0,16	0,13	0,09	0,14	0,07	0,34	0,18	0,08	0,12	0,14
Al2O3	0,26	0,06	0,30	0,06	0,01	0,10	0,59	0,03	0,03	0,02
Nb2O5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta2O5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO	0,28	0,43	0,31	0,07	0,15	0,32	0,51	0,37	0,34	0,33
MnO	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00
MgO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
CaO	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,04	0,28	0,22	0,32	0,34
BaO	0,00	0,00	0,00	0,36	0,28	0,30	0,38	0,25	0,28	0,24
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,06	0,02	0,07	0,05	0,00	0,04	0,03
SnO2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SiO2	1,67	1,66	3,91	0,16	0,02	0,35	0,57	0,03	0,02	0,02
Na2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00
V2O3	0,00	0,00	0,00	0,13	0,14	0,46	0,20	0,23	0,21	0,23
Total	97,67	100,35	101,16	99,59	99,62	100,06	99,30	99,93	100,00	100,81

Cation distribution based on 2 Oxygens

Ti4+	0,97	0,97	0,94	0,99	1,00	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99
Si4+	0,02	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Cr3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Al3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Nb5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ta5+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Mn2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mg2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sn4+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V3+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01

12.8.3.4. Chromite – Fe²⁺Cr₂O₄

Sample	11077						T1.2					
Analysis (%)	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
SiO ₂	0,14	0,01	0,01	0,00	0,03	0,00	1,42	0,07	0,08	0,00	0,88	0,00
TiO ₂	0,63	0,54	0,59	0,48	0,47	0,52	0,35	0,33	0,48	0,38	0,76	0,21
Al ₂ O ₃	1,78	0,80	1,74	2,44	2,52	1,98	4,88	8,50	4,78	12,43	1,14	16,90
FeO	49,27	51,48	49,40	49,25	49,01	50,22	34,89	35,48	38,22	39,03	40,36	36,78
MnO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MgO	0,89	0,46	0,81	0,48	0,52	0,46	3,10	0,29	0,23	0,40	0,60	0,72
CaO	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,03	0,00	0,00	0,16	0,02
Na ₂ O	0,03	0,03	0,00	0,01	0,04	0,06	0,03	0,09	0,02	0,08	0,00	0,04
BaO	0,00	0,02	0,03	0,00	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
ZnO	0,63	0,61	0,67	0,76	0,86	0,89	1,31	1,61	1,32	2,14	1,09	2,14
V ₂ O ₃	0,47	0,33	0,48	0,39	0,41	0,40	0,18	0,22	0,27	0,27	0,65	0,21
Cr ₂ O ₃	42,46	41,57	42,32	41,75	42,08	41,03	49,90	49,54	50,70	41,28	46,34	38,95
Total	96,34	95,86	96,05	95,58	95,99	95,57	96,08	96,16	96,10	96,04	91,97	95,98

Cation distribution based on 4 Oxygens

Si 4+	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00
Al 3+	0,09	0,04	0,08	0,12	0,12	0,10	0,22	0,38	0,22	0,55	0,06	0,72
Cr 3+	1,36	1,37	1,37	1,35	1,36	1,34	1,49	1,48	1,56	1,22	1,52	1,12
Ti 4+	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
A-Total	1,48	1,42	1,47	1,49	1,49	1,45	1,77	1,87	1,79	1,78	1,64	1,85
Mg 2+	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,17	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04
Fe ²⁺	1,68	1,79	1,69	1,69	1,67	1,73	1,10	1,12	1,24	1,22	1,40	1,12
Zn ²⁺	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,06	0,03	0,06
Mn 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ca 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Na+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
Ba 2+	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
V 3+	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
B - Total	1,77	1,85	1,78	1,76	1,75	1,81	1,32	1,19	1,30	1,32	1,50	1,22

12.8.4. Carbonate minerals

12.8.4.1. Calcite – CaCO₃

Sample	T1.2					
Analysis (%)	1	2	3	6	7	8
FeO	0,39	0,63	0,47	0,49	0,42	0,30
MnO	0,79	0,92	0,55	0,79	1,07	0,59
MgO	0,47	0,49	0,46	0,51	0,45	0,42
CaO	54,43	52,39	52,29	52,08	52,76	53,23
SrO	0,23	0,24	0,50	0,34	0,16	0,20
BaO	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
CO ₂	43,30	42,62	43,31	45,10	43,65	41,90
Na ₂ O	0,00	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01
TiO ₂	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
ZnO	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,19
La ₂ O ₃	0,06	0,04	0,00	0,05	0,02	0,00
Ce ₂ O ₃	0,00	0,14	0,05	0,00	0,00	0,00
Total	99,67	97,49	97,66	99,41	98,54	96,82

Cation distribution based on 3 Oxygens

Mg ²⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Fe ²⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Mn ²⁺	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Ca ²⁺	0,98	0,96	0,95	0,92	0,95	0,99
Sr ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ba ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ti ⁴⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn ²⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
La ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ce ³⁺	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1,01	1,00	0,99	0,96	0,99	1,02

C 4+	0,99	1,00	1,01	1,02	1,01	0,99
-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

12.8.5. Sulfides

12.8.5.1. Pyrrhotite – Fe₇S₈; Troilite FeS; Chalcopyrite CuFeS₂

Sample	Pyrrhotite					Troilite
	AF2.5					DMC3.2
Analysis (%)	1	2	3	4	5	1
Fe	58,93	58,28	57,84	58,24	58,40	56,02
Bi	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Ga	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00
Pb	0,06	0,04	0,14	0,04	0,03	0,00
Au	0,00	0,02	0,00	0,05	0,00	0,01
Ag	0,03	0,02	0,00	0,00	0,01	0,03
Ge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mo	0,02	0,03	0,01	0,00	0,02	0,03
In	0,02	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00
As	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sn	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
Ni	0,40	0,54	0,56	0,19	0,17	0,07
Se	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00
Zn	0,06	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00
Sb	0,02	0,00	0,01	0,00	0,04	0,04
Mn	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
Co	0,10	0,20	0,21	0,13	0,08	0,04
W	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Te	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01
Cu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,27
S	38,59	39,30	39,36	39,24	39,09	33,83
Total	98,32	98,48	98,22	97,94	97,84	91,36

Cation distribution based on 8 charges / 1 charge

	Pyrrhotite					Pyrite
	AF2.5					DMC3.2
	1	2	3	4	5	1
S	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	1,00
As	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Se	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S - Total	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	1,00
Fe	7,01	6,81	6,75	6,82	6,86	0,95
Ga	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pb	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Au	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ag	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ge	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cd	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
In	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ni	0,05	0,06	0,06	0,02	0,02	0,00
Zn	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mn	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Co	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
W	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Te	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cu	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
M - Total	7,09	6,90	6,85	6,86	6,89	0,97

Cation distribution based on 2 charges

		Chalcopyrite	
Sample	DMC3.2_CaPy		Chalcopyrite
Analysis (%)	1		DMC3.2_CaPy
			1
Fe	29,31	Mo	0,00
Bi	0,00	Ga	0,00
Ga	0,00	Pb	0,00
Pb	0,07	Ni	0,00
Au	0,03	Zn	0,00
Ag	0,04	Cu	1,02
Ge	0,00	Au	0,00
Cd	0,00	Ag	0,00
Mo	0,07	A - Total	1,03
In	0,04	As	0,00
As	0,01	Ge	0,00
Sn	0,08	Sb	0,00
Ni	0,00	In	0,00
Se	0,01	Fe	1,04
Zn	0,06	Sn	0,00
Sb	0,00	Cd	0,00
Mn	0,00	Mn	0,00
Co	0,02	Co	0,00
W	0,00	W	0,00
Te	0,00	Te	0,00
Cu	32,82	D - Total	1,04
S	32,44	S	2,00
Total	94,99	Se	0,00
		Bi	0,00
		X - Total	2,00