

## ASSE VIARIO MARCHE-UMBRIA E QUADRILATERO DI PENETRAZIONE INTERNA MAXI LOTTO 2

LAVORI DI COMPLETAMENTO DELLA DIRETTRICE PERUGIA ANCONA:  
 SS. 318 DI "VALFABBRICA", TRATTO PIANELLO - VALFABBRICA  
 SS. 76 "VAL D'ESINO", TRATTI FOSSATO VICO - CANCELLI E ALBACINA - SERRA SAN QUIRICO  
 "PEDEMONTANA DELLE MARCHE", TRATTO FABRIANO-MUCCIA-SFERCIA.

### PROGETTO ESECUTIVO

<b>CONTRAENTE GENERALE:</b> 	<b>Il responsabile del Contraente Generale:</b>  Ing. Federico Montanari	<b>Il responsabile Integrazioni delle Prestazioni Specialistiche:</b>  Ing. Salvatore Lieto
---	--	---

<b>PROGETTAZIONE: Associazione Temporanea di Imprese</b> Mandataria: <b>PROGETTAZIONE GRANDI INFRASTRUTTURE PROGIN S.p.A.</b>		Mandanti:			 <b>SGAI s.r.l. di E. Forlani &amp; C.</b> Studio di Ingegneria e Geologia Applicata <small>Via Marconi, 20 - 47933 Montecano di Romagna (RN) - ITALY          P.IVA 01894400453 - telefono +39 0541985277 - e-mail: sgai@sgai.com          pec: sgai@sgai.pec.com</small> <a href="http://www.sgai.com">www.sgai.com</a>
--	--	-----------	---	--	---

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE PER L'A.T.I. Prof. Ing. Antonio Grimaldi  GEOLOGO Dott. Geol. Fabrizio Pontoni  COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE Ing. Michele Curiale			
--	---	--	---

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  Ing. Iginio Farotti		
---	--	--

<b>2.1.3 - PEDEMONTANA DELLE MARCHE</b> <b>3° stralcio funzionale: Castelraimondo nord - Castelraimondo sud</b> <b>4° stralcio funzionale: Castelraimondo sud - innesto S.S.77 a Muccia</b> <b>GEOTECNICA</b> <b>Relazione sull'analisi diffrattometrica di campioni di rocce argillitico-marnose</b>	<b>SCALA:</b>  ---  <b>DATA:</b> Giugno 2020
---	---

Codice Unico di Progetto (CUP) **F12C03000050021**

Codice elaborato:	Opera	Tratto	Settore	CEE	WBS	Id. doc.	Rev.
	L 0 7 0 3	2 1 3	E	0 2	G E 0 0 0 1	R E L 1 6	A
Nome File: L0703213E02GE0001REL16A							

REV.	DATA	DESCRIZIONE	Redatto		Controllato	Approvato
A	Giugno 2020	EMISSIONE	Progin	Progin	S. Lieto	A. Grimaldi



**CONSORZIO FUTURO IN RICERCA**  
**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA**  
**DIPARTIMENTO DI FISICA E**  
**SCIENZE DELLA TERRA**  
Via Saragat 1, I-44122 Ferrara, Italy

Responsabile della Ricerca: Prof. Giuseppe Cruciani  
Tel. +39.0532.974731 Fax +39.0532.974737 e-mail: [cru@unife.it](mailto:cru@unife.it)

Ferrara, 23.06.2017

Ns. Rif.: Relazione n. 230617/7

**RELAZIONE SULL'ANALISI DIFFRATTOMETRICA  
DI SETTE CAMPIONI DI ROCCE ARGILLITICO-MARNOSE DA CAROTAGGI**

**Committente:** Spett.le ISMGEO, Bergamo  
(Referente: Dr. Ing. Andrea Saccenti)  
**Responsabile della Ricerca:** Prof. Giuseppe CRUCIANI

**Finalità delle analisi**

Determinazione della composizione mineralogica di campioni di roccia da carotaggio tramite analisi diffrattometrica.

**Materiali studiati**

I campioni consegnato dal Committente sono informa di porzioni di carote di roccia etichettati come segue:

- 1) "DIRPA2 – A1.3 - Gall. Naturale S.Anna - C1 - 25,00-25,20";
- 2) "DIRPA2 – A2.3 - Gall. Naturale S.Anna - C1 - 16,60-17,95";
- 3) "DIRPA2 – A4.3 - Gall. Mecciano - C1 - 74,00-74,95";
- 4) "DIRPA2 – A5.3 - Gall. S. Barbara - C1 - 67,00-67,50";
- 5) "DIRPA2 – A7.3 - Gall. Mecciano - C1 - 25,00-25,50";
- 6) "DIRPA2 – A9.3 - Gall. S. Barbara - C1 - 45,10-45,65";
- 7) "DIRPA2 – A10.3 - Gall. Naturale S.Barbara - C1 - 36,55-37,25".

**Tecniche di analisi diffrattometrica**

Previa disaggregazione meccanica e riduzione a polvere fine adatta per la misura tramite macinazione in mortaio di agata, ciascun campione è stato inserito su una basetta con carica laterale e sottoposto ad analisi tramite diffrattometro automatico per polveri Bruker D8 Advance dotato di rivelatore a stato solido Si(Li), Sol-X, settato per discriminare la radiazione  $\text{CuK}\alpha_{1,2}$ . L'interpretazione del diffrattogramma per l'identificazione delle fasi è stata condotta tramite confronto con le schede per le fasi cristalline del database PDF-2 (ICDD). La stima grossolana semi-quantitativa (S-Q) della frazioni in peso è stata eseguita attraverso il metodo del Reference Intensity Ratio (RIR) normalizzato ("metodo di Chung") utilizzando i fattori di scala assegnati in base alle altezze dei picchi caratteristici delle diverse fasi. E' utile rimarcare che l'accuratezza di tale approccio può essere anche fortemente inficiata dall'orientazione preferenziale dei minerali argillosi, relativamente abbondanti nei campioni in esame, e dal fatto che per alcuni dei minerali argillosi presenti (e.g. montmorillonite, interstratificati

illite/smectite) i valori di RIR tabulati sono affetti da un ampio errore derivante dalle incertezze sui modelli strutturali di tali minerali. L'applicazione del metodo Rietveld fornisce analisi modali quantitative più accurate. essere Va infine precisato che anche la definizione qualitativa accurata della natura dei minerali argillosi presenti richiederebbe un approccio analitico ad hoc, basato su misure XRD della frazione fine ( $\leq 2 \mu$ ) depositata su basetta ("campione isorientato") e dopo trattamenti (e.g. glicolazione e riscaldamento).

## **Risultati dell'analisi diffrattometrica**

### Confronto diretto tra i diffrattogrammi

Il confronto diretto tra i diffrattogrammi dei sette campioni analizzati (*Figura 1*) mostra che la composizione mineralogica è molto simile in tutti i campioni indicando che si tratta sostanzialmente dello stesso litotipo (marna argillosa). La differenza principale tra i campioni riguarda soprattutto la regione angolare di basso 2-theta dove si rilevano i picchi caratteristici dei minerali argillosi. Le variazioni di posizione ed intensità relativa dei picchi indica che la natura e le proporzioni relative dei minerali argillosi presenti (montmorilloniti, illite-muscovite, intersatratificati I/S, cloriti, caolinite) variano in maniera significativa. Come già ricordato, la definizione precisa della natura dei minerali argillosi richiede misure XRD ad hoc. Altre differenze nella regione angolare intermedia riguardano il tipo di feldspato prevalente (sodico-calcico o potassico) oltre alle proporzioni relative tra carbonati (calcite e dolomite) rispetto al quarzo.

Il confronto diretto dei tre sottogruppi di campioni, S.Anna, S. Barbara e Mucciano, mostra che nel primo caso (*Figura 2*) i due campioni sono del tutto simili, nel secondo caso (*Figura 3*) due campioni sono identici mentre il terzo (A5.3 - C1, prof. 67,00-67,50) mostra una marcata differenza nella natura dei minerali argillosi presenti, ed il terzo sottogruppo (*Figura 4*) indica sostanziale similitudine nella natura dei minerali argillosi presenti, variandone le proporzioni relative.

### Identificazione e stima S-Q delle fasi mineralogiche presenti

#### *Campione "DIRPA2 - A1.3 - Gall. Naturale S.Anna - C1 - 25,00-25,20"*

L'identificazione delle fasi cristalline nel campione (*Figura 5*) mostra la presenza delle fasi sotto indicate con relativa stima semi-quantitativa.

<u>Mineral Name</u>	<u>S-Q (wt %)</u>
Calcite	11%
Dolomite	1%
Quartz	20%
Orthoclase	6%
Albite, calcian	11%
Muscovite	19%
Kaolinite	6%
Clinocllore	6%
Montmorillonite-15A	12%
Montmorillonite-18A	6%
Pyrite	1%
Zircon	1%

#### *Campione "DIRPA2 - A2.3 - Gall. Naturale S.Anna - C1 - 16,60-17,95"*

L'identificazione delle fasi cristalline nel campione (*Figura 6*) mostra la presenza delle fasi sotto indicate con relativa stima semi-quantitativa.

<u>Mineral Name</u>	<u>S-Q (wt %)</u>
Calcite	16%
Dolomite	<1%
Quartz	24%
Orthoclase	4%
Albite, calcian	5%

Muscovite	20%
Kaolinite	6%
Clinochlore	5%
Montmorillonite-15A	11%
Montmorillonite-18A	6%
Pyrite	1%
Zircon	<1%

*Campione "DIRPA2 – A4.3 - Gall. Mecciano - C1 - 74,00-74,95"*

L'identificazione delle fasi cristalline nel campione (*Figura 7*) mostra la presenza delle fasi sotto indicate con relativa stima semi-quantitativa.

<u>Mineral Name</u>	<u>S-Q (wt %)</u>
Calcite	16%
Dolomite	<1%
Quartz	22%
Orthoclase	6%
Albite, calcian	4%
Muscovite	19%
Kaolinite	6%
Clinochlore	6%
Montmorillonite-15A	13%
Montmorillonite-18A	5%
Pyrite	<1%
Zircon	<1%

*Campione "DIRPA2 – A5.3 - Gall. S. Barbara - C1 - 67,00-67,50"*

L'identificazione delle fasi cristalline nel campione (*Figura 8*) mostra la presenza delle fasi sotto indicate con relativa stima semi-quantitativa.

<u>Mineral Name</u>	<u>S-Q (wt %)</u>
Calcite	14%
Dolomite	<1%
Quartz	28%
Orthoclase	4%
Albite, calcian	4%
Muscovite	20%
Kaolinite	6%
Clinochlore	6%
Montmorillonite-15A	10%
Montmorillonite-18A	7%
Pyrite	<1%
Zircon	<1%

*Campione "DIRPA2 – A7.3 - Gall. Mecciano - C1 - 25,00-25,50"*

L'identificazione delle fasi cristalline nel campione (*Figura 9*) mostra la presenza delle fasi sotto indicate con relativa stima semi-quantitativa.

<u>Mineral Name</u>	<u>S-Q (wt %)</u>
Calcite	10%
Dolomite	4%
Quartz	20%
Orthoclase	6%
Albite, calcian	5%
Muscovite	22%
Kaolinite	5%
Clinochlore	7%
Montmorillonite-15A	11%
Montmorillonite-18A	7%

Pyrite	1%
Zircon	<1%

*Campione "DIRPA2 – A9.3 - Gall. S. Barbara - C1 - 45,10-45,65"*

L'identificazione delle fasi cristalline nel campione (*Figura 10*) mostra la presenza delle fasi sotto indicate con relativa stima semi-quantitativa.

<u>Mineral Name</u>	<u>S-Q (wt %)</u>
Calcite	33%
Dolomite	<1%
Quartz	17%
Orthoclase	3%
Albite, calcian	2%
Muscovite	16%
Kaolinite	7%
Clinochlore	4%
Montmorillonite-15A	11%
Montmorillonite-18A	6%
Pyrite	1%
Zircon	<1%

*Campione "DIRPA2 – A10.3 - Gall. Naturale S.Barbara - C1 - 36,55-37,25"*

L'identificazione delle fasi cristalline nel campione (*Figura 11*) mostra la presenza delle fasi sotto indicate con relativa stima semi-quantitativa.

<u>Mineral Name</u>	<u>S-Q (wt %)</u>
Calcite	38%
Dolomite	1%
Quartz	12%
Orthoclase	2%
Albite, calcian	2%
Muscovite	14%
Kaolinite	7%
Clinochlore	3%
Montmorillonite-15A	12%
Montmorillonite-18A	6%
Pyrite	1%
Zircon	<1%

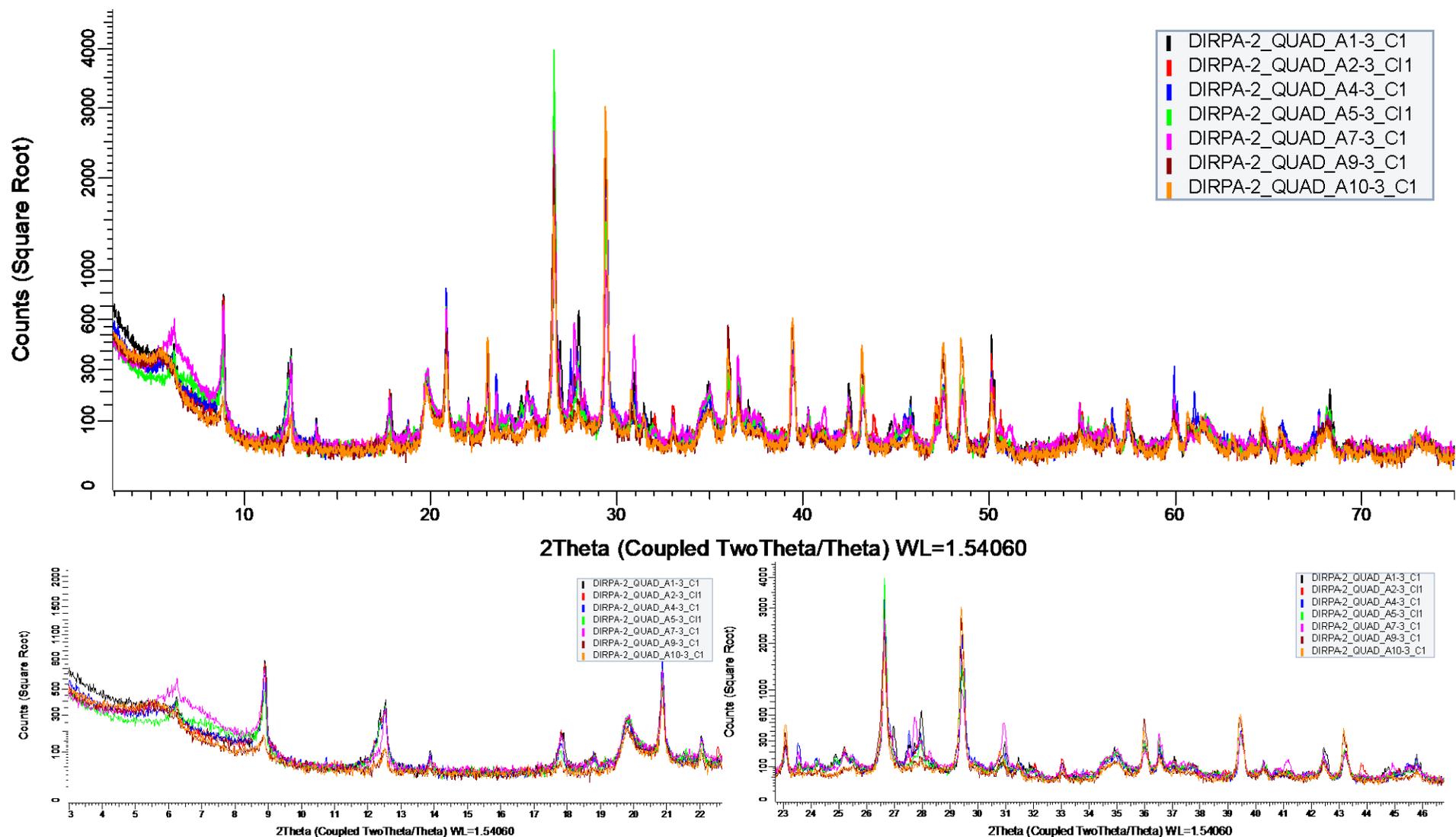
## Conclusioni

L'analisi XRD della composizione mineralogica dei campioni di roccia esaminati indica che si tratta di litotipi argillitico-marnosi con classificazione che varia, sulla base delle proporzioni della componente carbonatica rispetto a quella terrigena, dalle argilliti debolmente marnose (carbonati < 15% in peso), alle argilliti marnose (15-25%), alle marne argillose (25-35%) fino alle marne (carbonati >35%). Il quarzo è sempre presente ed anche abbondante (12-28%). Seppure non confermata da misure XRD ad hoc (i.e. campione isorientato), l'intensità variabile nella regione di basso 2-theta (< 8°) può essere associata alla presenza di minerali argillosi di tipo espandibile (montmorillonite-smectite o interstratificati tipo illite/smectite). La natura e le proporzioni relative dei minerali argillosi presenti (montmorillonite-smectite, illite-muscovite, interstratificati I/S, clorite, caolinite) variano in maniera significativa sia in funzione del litotipo che della profondità di seppellimento. condizioni riducenti di sedimentazione e/o seppellimento.

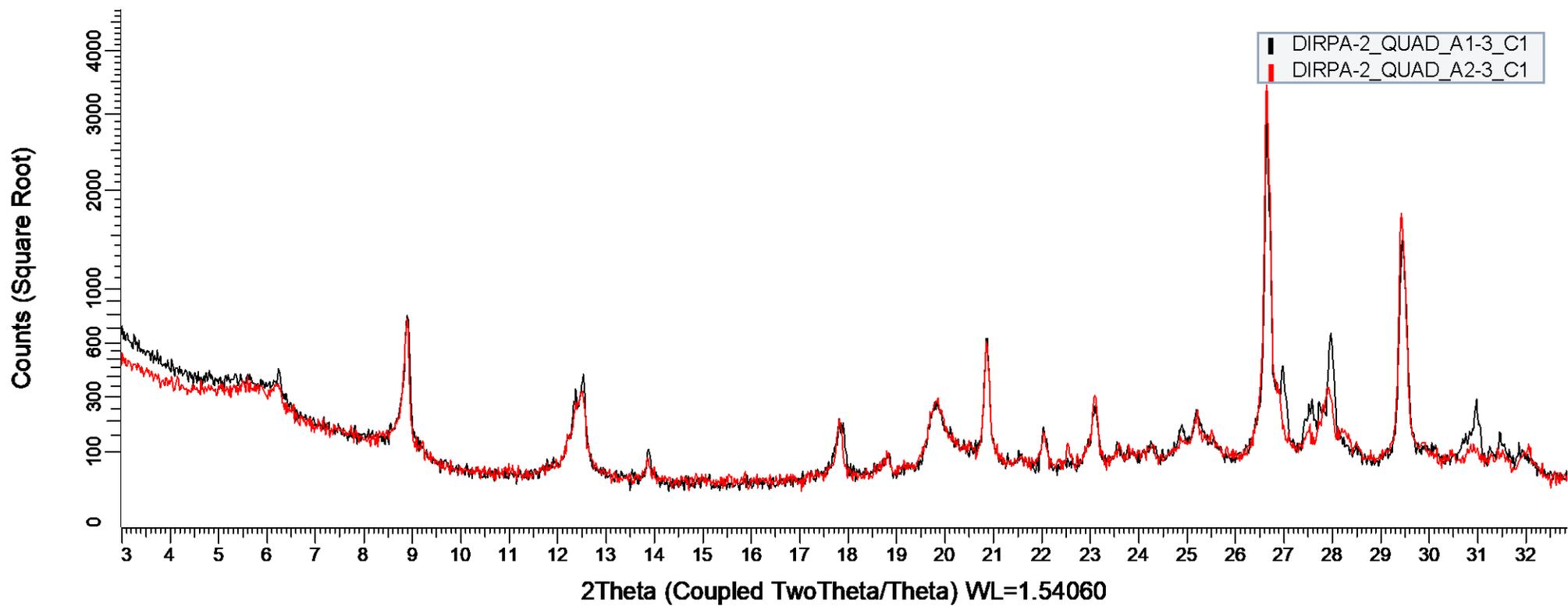
Il responsabile della ricerca

*Giuseppe Curioni*

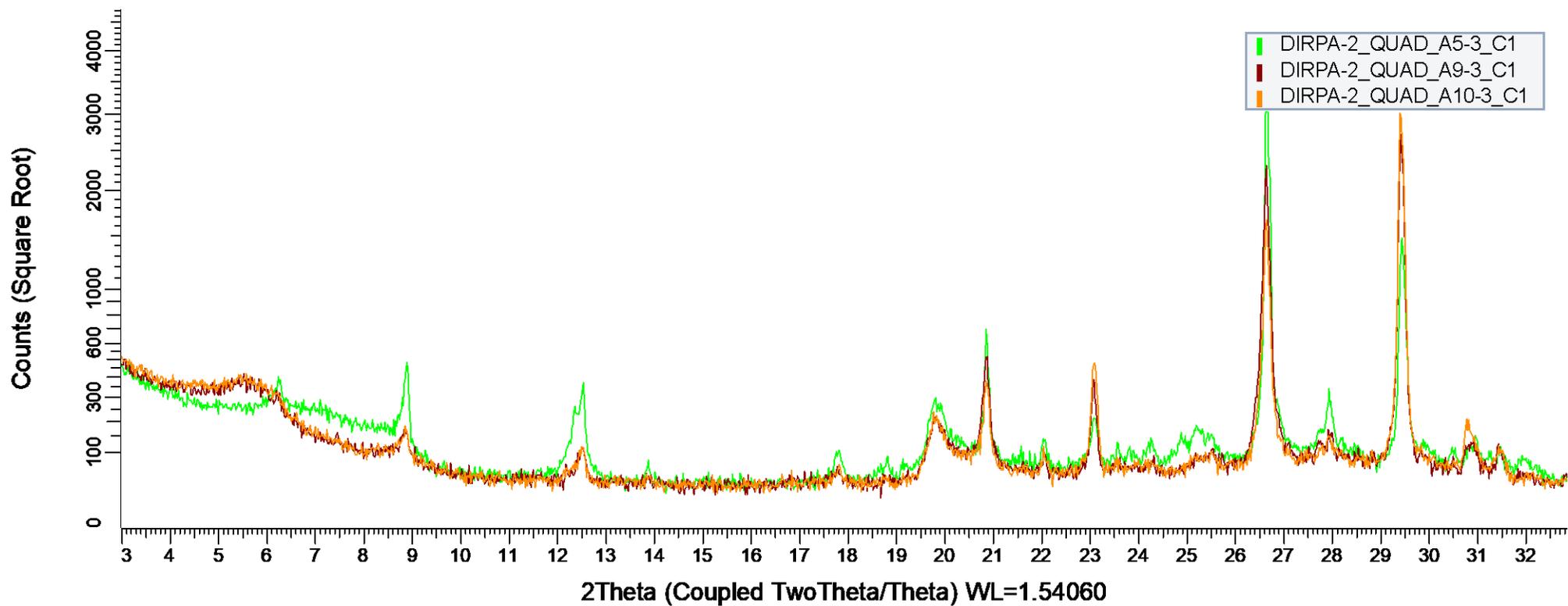




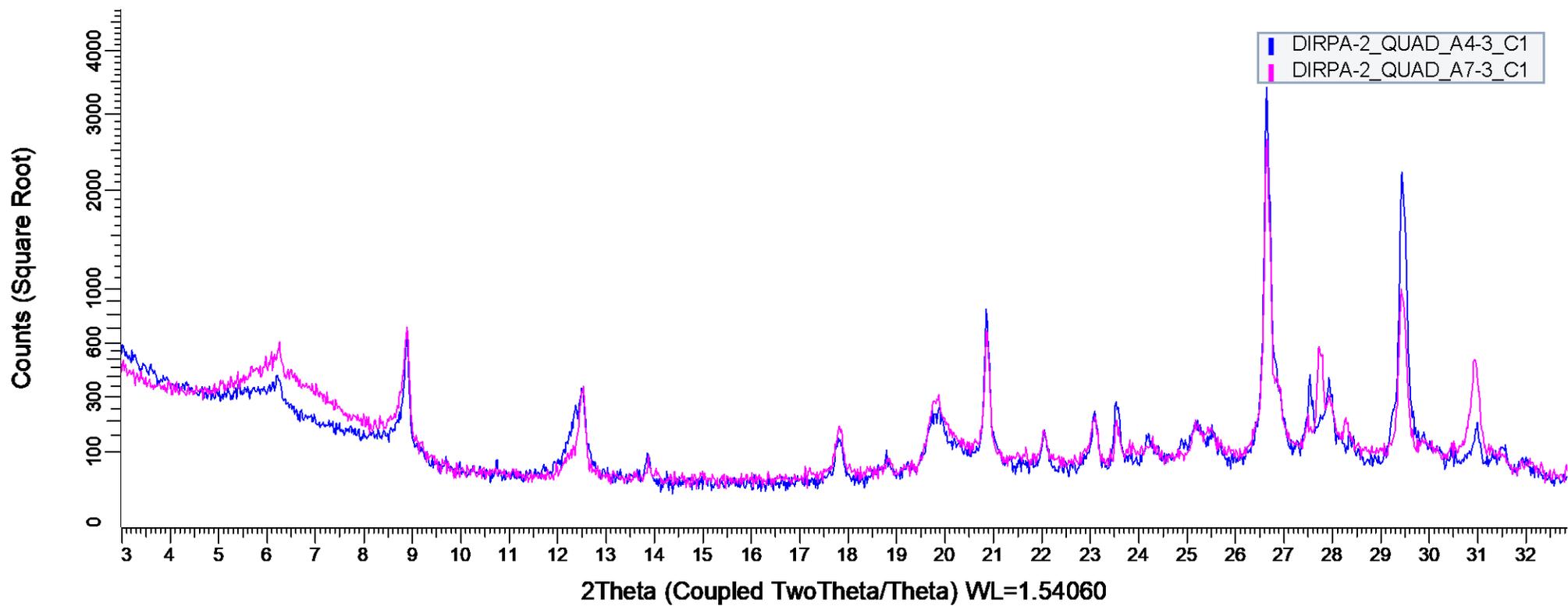
**Figura 1.** Confronto diretto dei diffattogrammi relativi a tutti i sette campioni analizzati. a) in alto: intervallo angolare; b) in basso a sx: regione angolare di basso 2-theta; c) regione angolare intermedia.



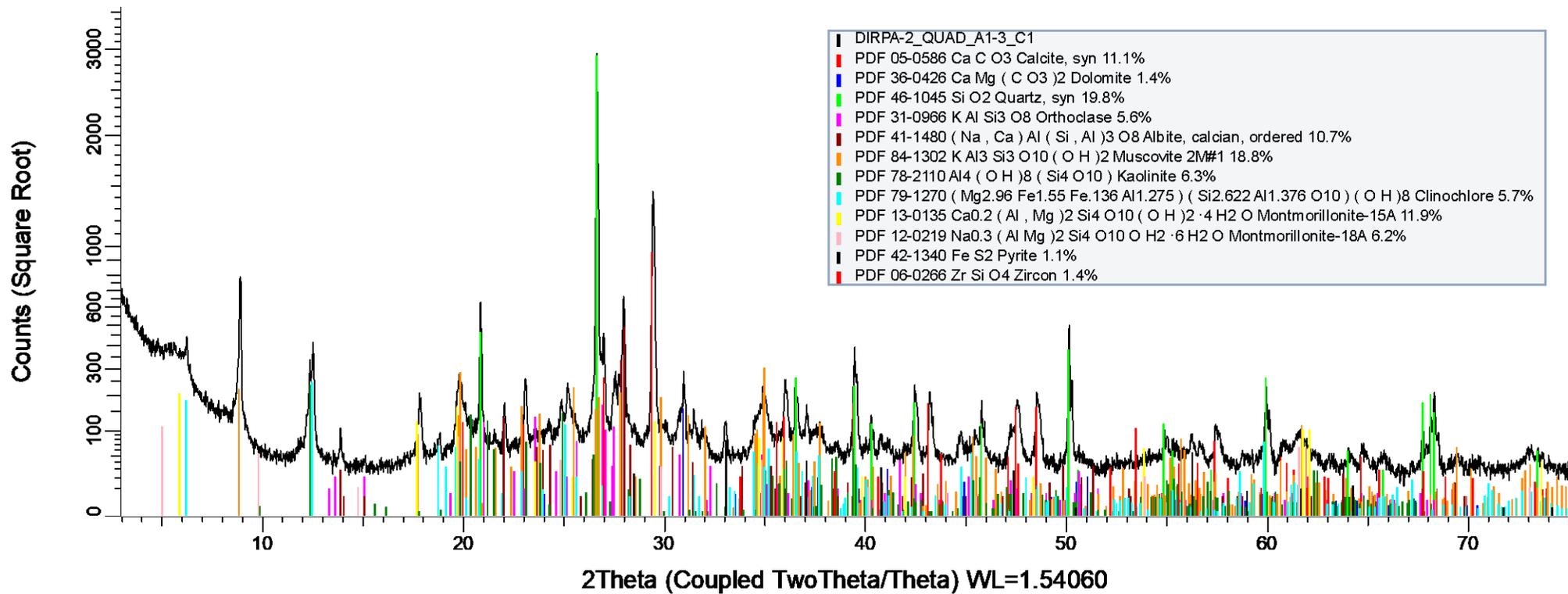
**Figura 2.** Confronto diretto dei diffrattogrammi relativi ai campioni “A1.3 - C1” e “A2.3 - C1” (“Gall. Naturale S.Anna”)



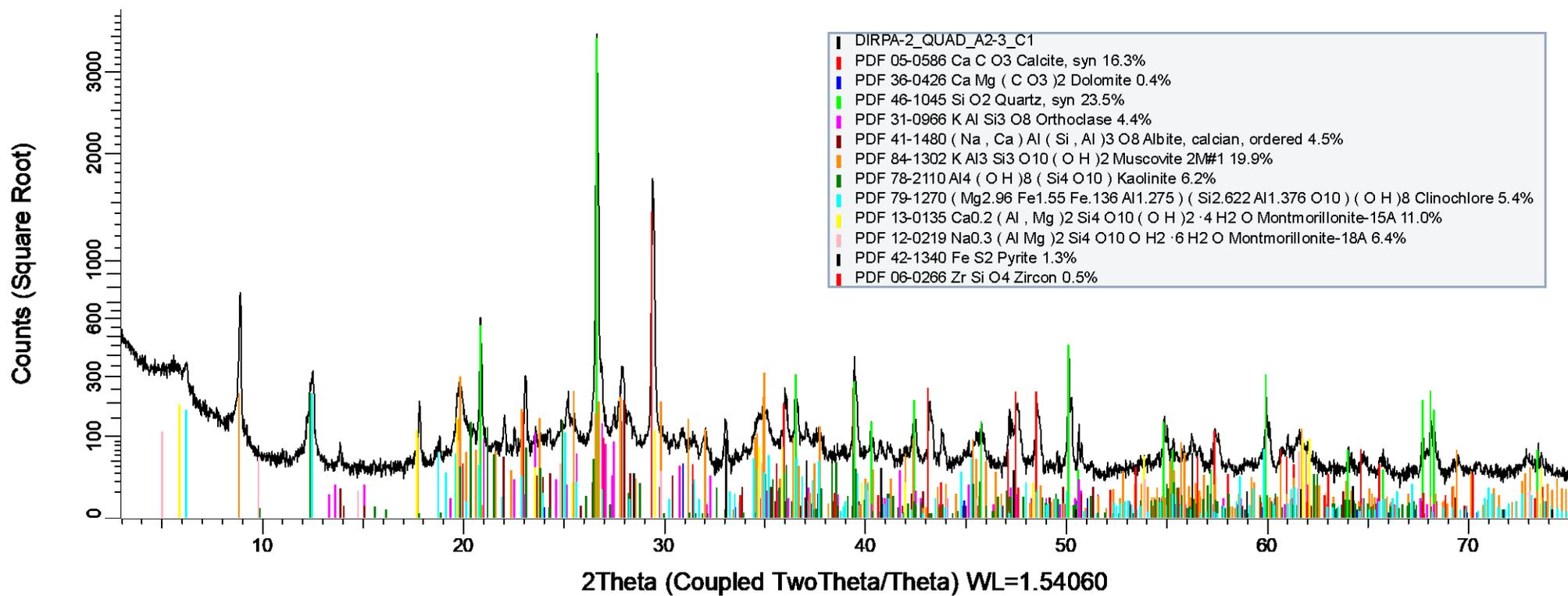
**Figura 3.** Confronto diretto dei diffrattogrammi relativi ai campioni “A5.3 - C1”, “A9.3 - C1” e “A10.3 - C1” (“Gall. Naturale S.Barbara”)



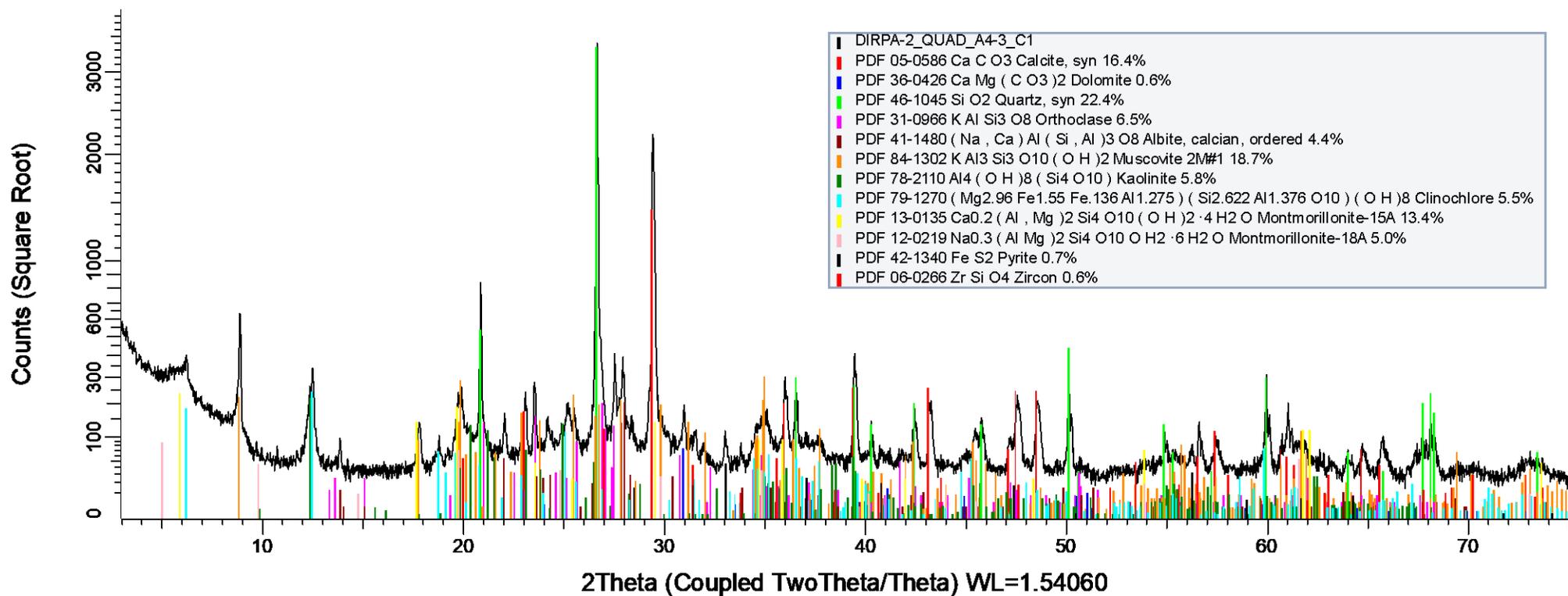
**Figura 4.** Confronto diretto dei diffrattogrammi relativi ai campioni "A4.3 - C1" e "A7.3 - C1" ("Gall. Mecciano")



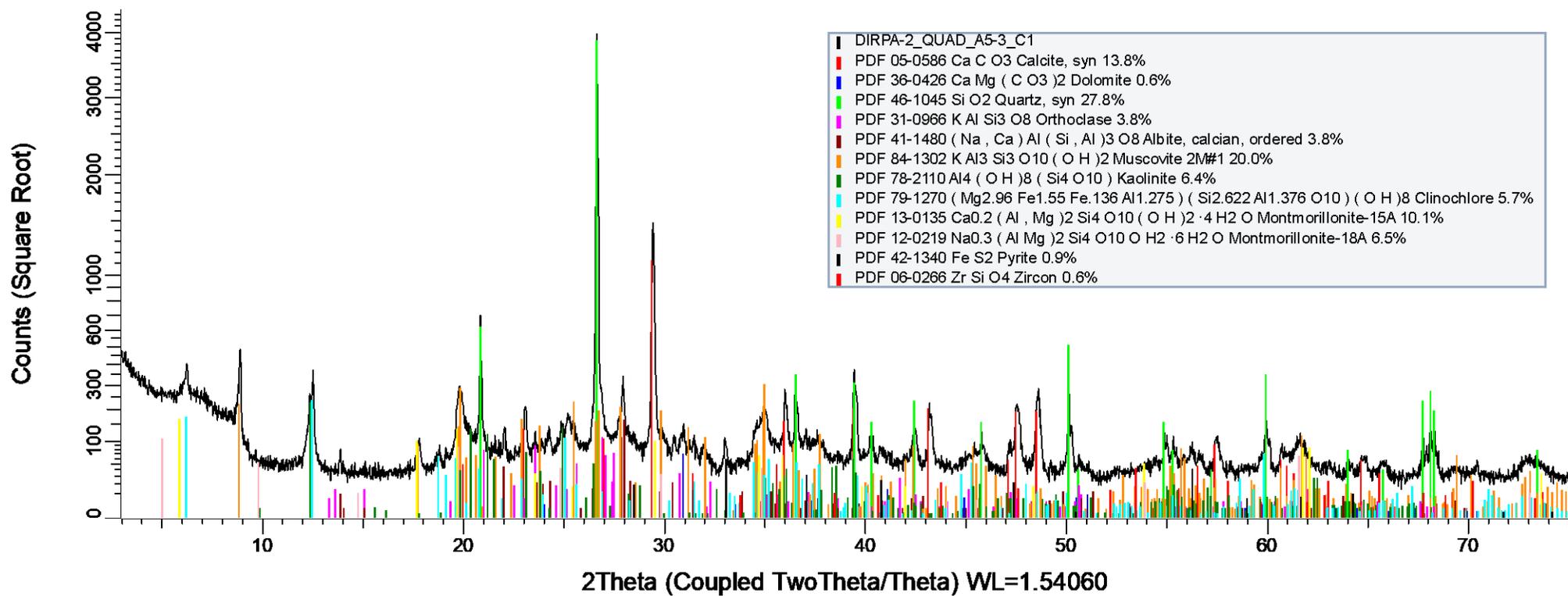
**Figura 5.** Identificazione della fasi mineralogiche e stima S-Q del campione “DIRPA2 – A1.3 - Gall. Naturale S.Anna - C1 - 25,00-25,20”



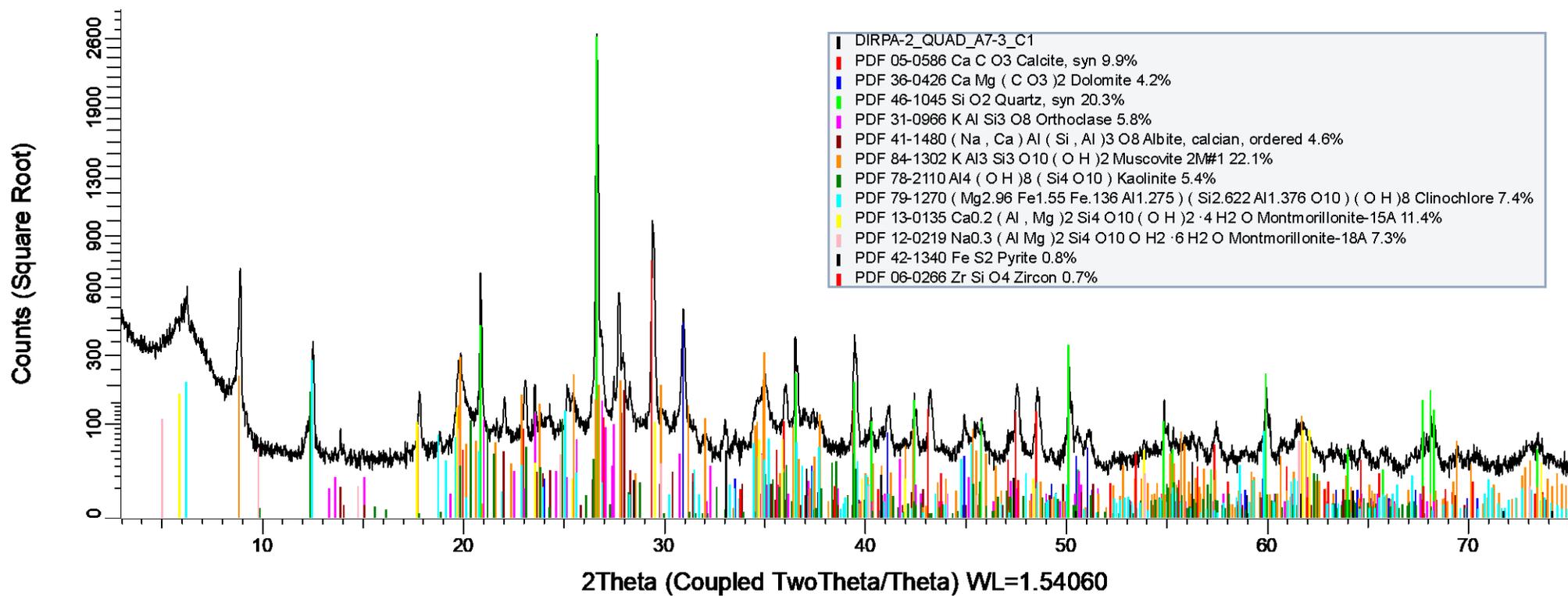
**Figura 6.** Identificazione della fasi mineralogiche e stima S-Q del campione “DIRPA2 – A2.3 - Gall. Naturale S.Anna - C1 - 16,60-17,95”



**Figura 7.** Identificazione della fasi mineralogiche e stima S-Q del campione “DIRPA2 – A4.3 - Gall. Mecciano - C1 - 74,00-74,95”



**Figura 8.** Identificazione della fasi mineralogiche e stima S-Q del campione “DIRPA2 – A5.3 - Gall. S. Barbara - C1 - 67,00-67,50”



**Figura 9.** Identificazione della fasi mineralogiche e stima S-Q del campione “DIRPA2 – A7.3 - Gall. Mecciano - C1 - 25,00-25,50”

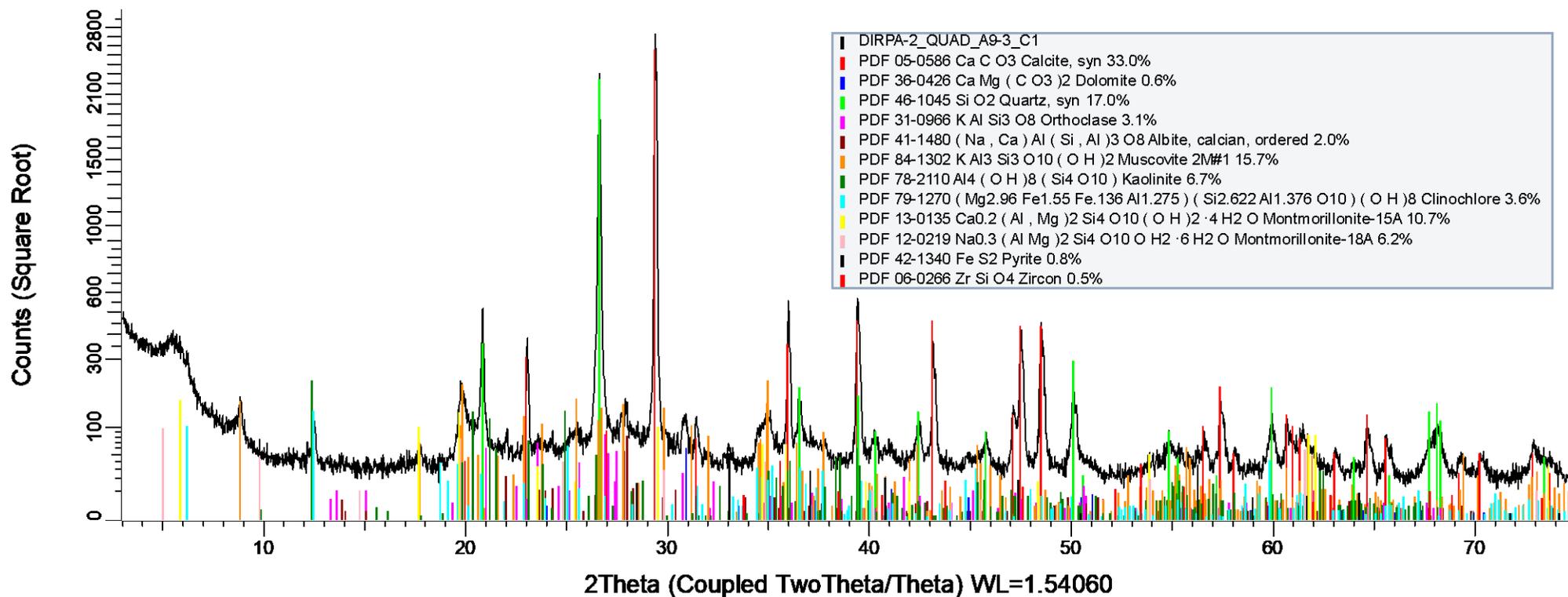
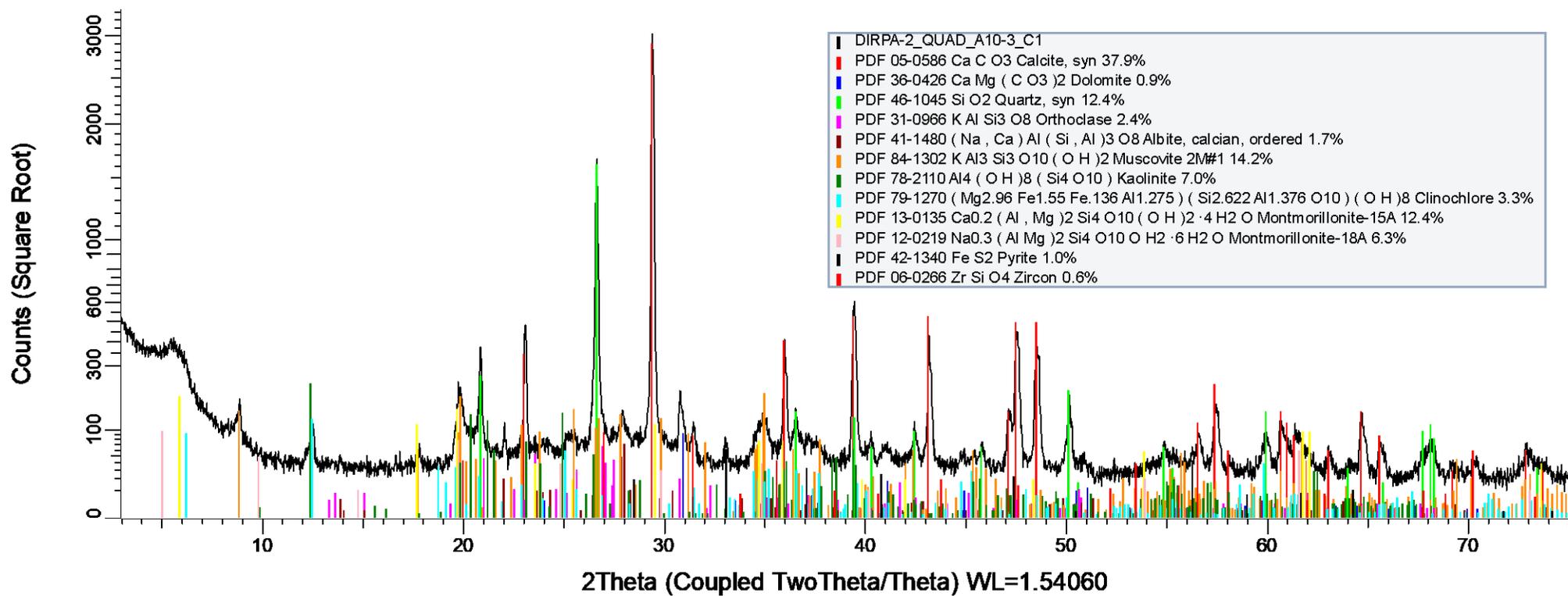


Figura 10. Identificazione della fasi mineralogiche e stima S-Q del campione “DIRPA2 – A9.3 - Gall. S. Barbara - C1 - 45,10-45,65”



**Figura 11.** Identificazione della fasi mineralogiche e stima S-Q del campione “DIRPA2 – A10.3 - Gall. Naturale S.Barbara - C1 - 36,55-37,25”