

Capitolo 1

Geomorfologia ed evoluzione paleo-ambientale

Devis Pieri

L'evoluzione geomorfologica dei rilievi e della pianura grossetana è legata agli eventi che hanno determinato l'orogenesi dell'Appennino settentrionale ed ai successivi processi distensivi e sedimentari, infatti dopo la formazione delle principali dorsali, dal Pliocene al Quaternario (5,3-1 milioni di anni), fenomeni tettonici distensivi e compressivi hanno determinato cicli di ingressioni e le regressioni marine contribuendo a creare l'attuale struttura geomorfologica.

Le sedimentazioni neoautoctone hanno infine determinato la formazione di terrazzi e blande colline che circondano la pianura e la raccordano con i rilievi maggiori. Il complesso del Monte Leoni è un gruppo collinare posto a circa 15 Km a nord del capoluogo maremmano e si sviluppa per circa 100 km² nei territori comunali di Grosseto, Campagnatico e Roccastrada, il punto più elevato è proprio la cima del Monte Leoni che si innalza a 616 m s.l.m., la zona indagata può essere racchiusa idealmente in un poligono ai cui vertici si trovano i borghi di Montepescali, Noma-delfia e Batignano a sud, Montorsaio a est, Pietratonda e la Stazione di Roccastrada a nord e infine Sticciano Scalo a ovest.

I rilievi hanno uno sviluppo con direzione NNE-SSW e negli ultimi 10.000 anni, dopo l'ultima glaciazione, hanno subito notevoli cambiamenti legati a processi erosivi e gravitativi, responsabili di frane e accumuli di detriti di versante, l'evoluzione di questi fenomeni è legata soprattutto alla pendenza dei rilievi, alla giacitura e litologia delle rocce affioranti.

Si ricorda brevemente l'evoluzione paleo-ambientale più recente della zona: i rilievi del gruppo del Monte Leoni a partire dal Messiniano inferiore (circa 7 milioni di anni) hanno rappresentato un elemento di separazione fra due settori caratterizzati da una evoluzione ambientale diversa: uno sud-occidentale nel quale si instaura un paesaggio marino (golfo-laguna) che evolve nel tardo dal Messiniano verso un ambiente di acque salmastre e successivamente dolci (mare-laguna-lago); l'altro nel settore orientale in cui si conserva invece, fino agli inizi del Pliocene (5,3 milioni di anni), un ambiente continentale.



Veduta del comprensorio da sud.

Le attività antropiche (soprattutto i tagli boschivi e la produzione di carbone) negli ultimi secoli hanno contribuito al modellamento dei versanti accelerando notevolmente i processi erosivi.

Per quanto riguarda l'evoluzione della pianura grossetana, occorre rilevare che, numerosi studi hanno ricostruito le variazioni del livello marino avvenuto negli ultimi 700.000 anni dovuti principalmente ai periodi glaciali e interglaciali che si sono succeduti nel tempo, l'ultima fase fredda, la Würm, è terminata 12.000 anni fa.

Alla fine dell'ultimo periodo glaciale la pianura grossetana che si estende dai monti dell'Uccellina fino alle propaggini dei rilievi di Castiglione della Pescaia, era simile ad una baia o un golfo chiuso con una profondità variabile da alcuni metri a pochi centimetri, su cui sfociavano a sud il fiume Ombrone e a Nord il fiume Bruna, i sedimenti dei due corsi d'acqua nel tempo sono riusciti a colmare tale struttura aiutati anche dalle correnti marine, che hanno facilitato la formazione della fascia dunale



Carta Topografica, con in giallo la perimetrazione dell'area indagata.

del tombolo tra Principina a Mare e Castiglione della Pescaia, contribuendo così alla trasformazione del golfo in un enorme lago costiero quello che i romani chiamarono Lago Prile.

In tale periodo la profondità era variabile e, anche se presenti vaste aree paludose, il lago risultava navigabile tanto da essere usato come via di collegamento tra i centri abitati presenti sulle sue sponde; successivamente fu interessato in più riprese da opere antropiche di bonifica che lo trasformarono nei terreni che oggi conosciamo.

EVOLUZIONE GEOLOGICA, MORFOLOGICA E GEOSTRUTTURALE

Devis Pieri

Per la stesura di questo documento sono state utilizzate le carte Geologiche della Regione Toscana (CARG scala 1:10.000), le conoscenze geologiche e geomorfologiche riportate in letteratura (v. bibliografia), integrate con le esperienze personali dello scrivente.

L'evoluzione geologica e morfologica dell'intera provincia di Grosseto, è il risultato dei complessi fenomeni che hanno interessato il bacino del mar Tirreno durante l'orogenesi Alpina, avvenuta durante l'era Cenozoica (iniziata 65 milioni di anni) e caratterizzata da diverse fasi di corrugamento che hanno generato la sovrapposizione di più complessi tettonici e la formazione della catena appenninica.

La fase compressiva, ossia di impilamento tettonico, si è esaurita durante il Miocene Superiore (circa 5-10 milioni di anni), da quel periodo si è succeduta una fase distensiva rigida responsabile della formazione di una complicata serie di alti (horst) e bassi (graben) morfologici, più o meno regolari, ad andamento sia parallelo che trasversale alla catena appenninica.

A partire dal Miocene finale e per tutto il Pliocene (da 5 a 2,5 milioni di anni) i graben, occupati da bacini marini e/o lacustri sono stati interessati da più cicli sedimentari con deposizione di spessori di sedimenti talvolta non trascurabili (100-140 m).

Nelle zone pianeggianti si possono riconoscere i sedimenti delle ultimissime fasi di deposizione marina e/o continentale del periodo pleistocenico legate a cicli di trasgressione-regressione marina e di origine glacio-eustatica.

L'assetto geologico dell'area di Monte Leoni è abbastanza particolare: affiorano due unità tettoniche, a partire dall'alto la Falda Toscana (più recente) e l'Unità Monticiano-Roccastrada (più antica).

Su queste unità tettoniche giacciono discordanti **depositi marini e continentali** di età neogenico-quadernaria (23-1 milioni di anni), e detriti di versante formati per processi gravitativi.

La **Falda Toscana** in questa zona è rappresentata dal Calcere Cavernoso e sporadici affioramenti delle altre formazioni carbonatiche e terrigene, come i Calcari e marne a Rhaetavicula contorta, il Calcere Massiccio, la Scaglia Toscana ed il Macigno. La sottostante **Unità di Monticiano-Roccastrada** invece è costituita dalle rocce del Gruppo del Verrucano di età triassica (251-201 milioni di anni), poggianti in di-

scordanza su quelle del Gruppo delle formazioni paleozoiche (circa 380-300 milioni di anni), entrambi interessati da metamorfismo di alta pressione e bassa temperatura ($P \geq 1,1$ GPa e $T = 370^{\circ}$ - 420°C).

I **depositi paleozoici** sono rappresentati da alternanze ritmiche di metacalcari grigio scuri e filladi con intercalazioni di calcescisti e sottili livelli di metarenarie e metasiltiti, passanti al tetto a alternanze di metarenarie quarzoso-micacee di colore grigio, quarziti grigie a grana fine, metasiltiti e fillade scure.

Il **Gruppo del Verrucano**, qui è rappresentato da una successione di rocce metamorfiche della formazione del Verruca composta prevalentemente da metaconglomerati e anageniti quarzosi a matrice quarzitica-filladica di colore variabile (grigio, verde e violacee) con intercalazioni minori filladiche, sopra a queste si impostano filladi quarzitico-muscovitiche grigio chiare e grigio verdi, talora violacee, con intercalazioni di meta conglomerati, anageniti e filladi scure (riconducibili al Ladinico sup.-Carnico, 242-227 milioni di anni). Sopra a queste si sviluppano una serie di alternanze regolari di quarziti, metarenarie e metasiltiti del Carnico (237-227 milioni di anni). L'insieme di tali formazioni sono riferibile ad un ambiente alluvionale caratterizzato da fiumi effimeri e piane di esondazione.

Dallo studio geostrutturale della zona è possibile riconoscere una tettonica polifasica costituita da quattro eventi deformativi principali sovrapposti.

Il primo evento ha sviluppato pieghe sub-isoclinali, a grande scala (solo raramente visibili in affioramento), ad esse è associata una scistosità di piano assiale (S1), molto pervasiva e quasi sempre parallela alla stratificazione (S0), oppure a basso angolo (10° e 15°) soprattutto nella componente a dominanza pelitica.

Il secondo evento deformativo (D2) ha generato pieghe rovesciate, visibili sia a grande che a piccola scala; la loro geometria varia a seconda dei litotipi interessati, ad esse è associata una foliazione (S2), particolarmente pervasiva in corrispondenza dei nuclei delle pieghe, ben sviluppata soprattutto nei livelli a dominante pelitica, nei quali taglia nettamente sia la S0 che la S1.

Successivamente le rocce sono state interessate da un terzo evento plicativo che ha deformato il sistema S0/S1/S2 le pieghe sono però visibili solo a scala cartografica, mentre in affioramento è riconoscibile una foliazione (S3) ad esse associata.

Infine tutte le strutture qui descritte sono state interessate da faglie dirette ad alto angolo di età pliocenico-quadernaria che hanno dislocato le successioni rocciose creando i bacini neogenico-quadernari.

Tutte le deformazioni sopra descritte hanno generato deformazioni sia duttili che fragili e sono state associate a circolazione di fluidi che hanno sciolto i componenti delle rocce e successivamente li hanno depositati nelle fratture create, questo procedimento è alla base della formazione delle numerosissime vene di quarzo che caratterizzano le rocce (soprattutto le più consistenti) affioranti nella zona.

Inoltre le varie superfici di clivaggio e frattura sono state riconosciute anche a livello dei manufatti litici trovati nei vari siti.

Litologia Qui di seguito sono descritti in modo sintetico i sedimenti e le formazioni rocciose affioranti nel territorio studiato e che sono riportate nella carta geologica di sintesi che si trova nelle seguenti pagine.

Depositi superficiali recenti/attuali



h: strutture antropiche come terrapieni, rilevati stradali o ferroviari.



b2a: depositi eluvio-colluviale, costituiti da sedimenti a granulometria prevalentemente fine (sabbie e silts) con clasti grossolani immersi nella matrice, depositi per meccanismi misti di gravità e ruscellamento ai piedi dei versanti, delle scarpate e all'interno di valleciole a fondo concavo o piatto; possono formare coni di limitate dimensioni e a bassa pendenza allo sbocco degli impluvi nelle aree pianeggianti, l'età è indeterminata comunque recente.



Aa: deposito di versante costituito da clasti angolosi e subangolosi, eterometrici, con contenuto variabile di matrice sabbiosa o limosa, massivo o stratificato, riconducibili all'Olocene (0-11.700 anni).



br: sedimenti recenti fluviali all'interno degli alvei di piena ordinaria e depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati, formatesi dai depositi trasportati dalle acque correnti superficiali, riconducibili all'Olocene (0-11.700 anni).



ba: sedimenti antichi fluviali all'interno degli alvei di piena ordinaria e depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati, formatesi dai depositi trasportati dalle acque correnti superficiali, riconducibili al Pleistocene medio-Pleistocene superiore (1,8-0,0117 milioni di anni).

Rocce magmatiche effusive.



RIO: Riolite di Roccastrada caratterizzata da una tessitura porfirica (35-40%) con fenocristalli costituiti da sanidino, quarzo, plagioclasio, biotite e cordierite, comunemente si ha la presenza di xenoliti meta-sedimentari, i fenocristalli sono immersi in una pasta di fondo a tessitura perlitica-fluidale; gli eventi effusivi sono riconducibili allo Zancleano-Piacenziano (5,332-2,588 milioni di anni).

Depositi marini pliocenici.



FAA: argille e argille siltose grigio-azzurre localmente fossilifere, riconducibili allo Zancleano-Piacenziano (5,332-2,588 milioni di anni).

Depositi continentali rusciniani e villafranchiani.



VILe: sabbie e conglomerati, riconducibili al Rusciniano-Villafranchiano (5,332-2,588 milioni di anni).

Depositi lacustri del Turoliano inf. (Tortoniano sup.)



FOS: argille con intercalazioni di arenarie e conglomerati, riconducibili al Turoliano inferiore (9-7,246 milioni di anni).



SLEc: conglomerati e paraconglomerati eterometrici moderatamente elaborati con ciottoli e matrice arrossati, riconducibili al Tortoniano superiore-Messiniano inferiore (Turoliano) (11,63-7,246 milioni di anni).

DOMINIO SUBLIGURE

 **ACCb:** Unità di Canetolo costituita da torbiditi carcereo-marnose in strati da spessi a molto spessi, livelli di arenarie, depositata sul margine continentale oceanico, riconducibili al Paleocene-Eocene (39,9-65,5 milioni di anni).

DOMINIO LIGURE INTERNO

 **APAA:** Unità di Monte Gottero, Argille a Palombini qui in litofacies calcareo-marnosa e costituiti da calcari marnosi e marne, riconducibili al Cretacico inferiore (145-100,5 milioni di anni).

DOMINIO TOSCANO: *distinto in una successione non metamorfica (Falda Toscana) e una metamorfica costituente il basamento (Unità di Monticiano-Roccastrada). Falda Toscana*

 **MAC:** Formazione del Macigno, costituita da arenarie quarzoso-feldspatico-micacee gradate, in strati di potenza variabile, con livelli più sottili di siltiti, di età riferibile all'Oligocene superiore-Miocene inferiore (28,4-20,5 milioni di anni fa).

 **STO3:** Scaglia Toscana - membro delle Calcareniti di Montegrossi, costituito da strati di potenza plurimetrica di calcareniti a nummuliti di colore grigio chiaro, riconducibili al Cretacico inferiore-Paleocene (145-55,8 milioni di anni).

 **MAS:** Calcare Massiccio, costituito da calcari e calcari dolomitici grossolanamente stratificati e/o massicci, riconducibili al Lias inferiore (199,6-175,6 milioni di anni).

 **RET:** Calcari a Rhaetavicula Contorta, costituiti da calcari, calcari dolomitici e dolomie con sottili intercalazioni di marne, generalmente nella parte inferiore prevalgono calcari, calcari dolomitici e dolomie grossolanamente stratificati, riconducibili al Retico (203,6-199,6 milioni di anni).

 **CCA:** Calcare Cavernoso, costituiti calcari dolomitici e dolomie grigie brecciate e con struttura a “cellette” e dolomie cariate (carniole), riconducibili al Triassico superiore (228-199,6 milioni di anni).

BASAMENTO METAMORFICO (Unità di Monticiano-Roccastrada).

Ciclo medio-triassico superiore (Verrucano)

 **QMS:** quarziti e filladi, riconducibili al Carnico (228-216,5 milioni di anni).

 **VEU:** filladi quarzitico-muscovitiche grigio-chiare o grigio-verdi, talora violacee, con intercalazioni di anageniti, metaconglomerati e filladi scure, riconducibili al Ladinico-Carnico (237-216,5 milioni di anni).

 **VEUa:** anageniti e metaconglomerati quarzosi con matrice quarzitico-filladica da grigio-verde a violacea. Gli elementi sono costituiti in prevalenza da quarzo rosato e quarziti bianche o rosate, riconducibili al Ladinico-Carnico (237-216,5 milioni di anni)..

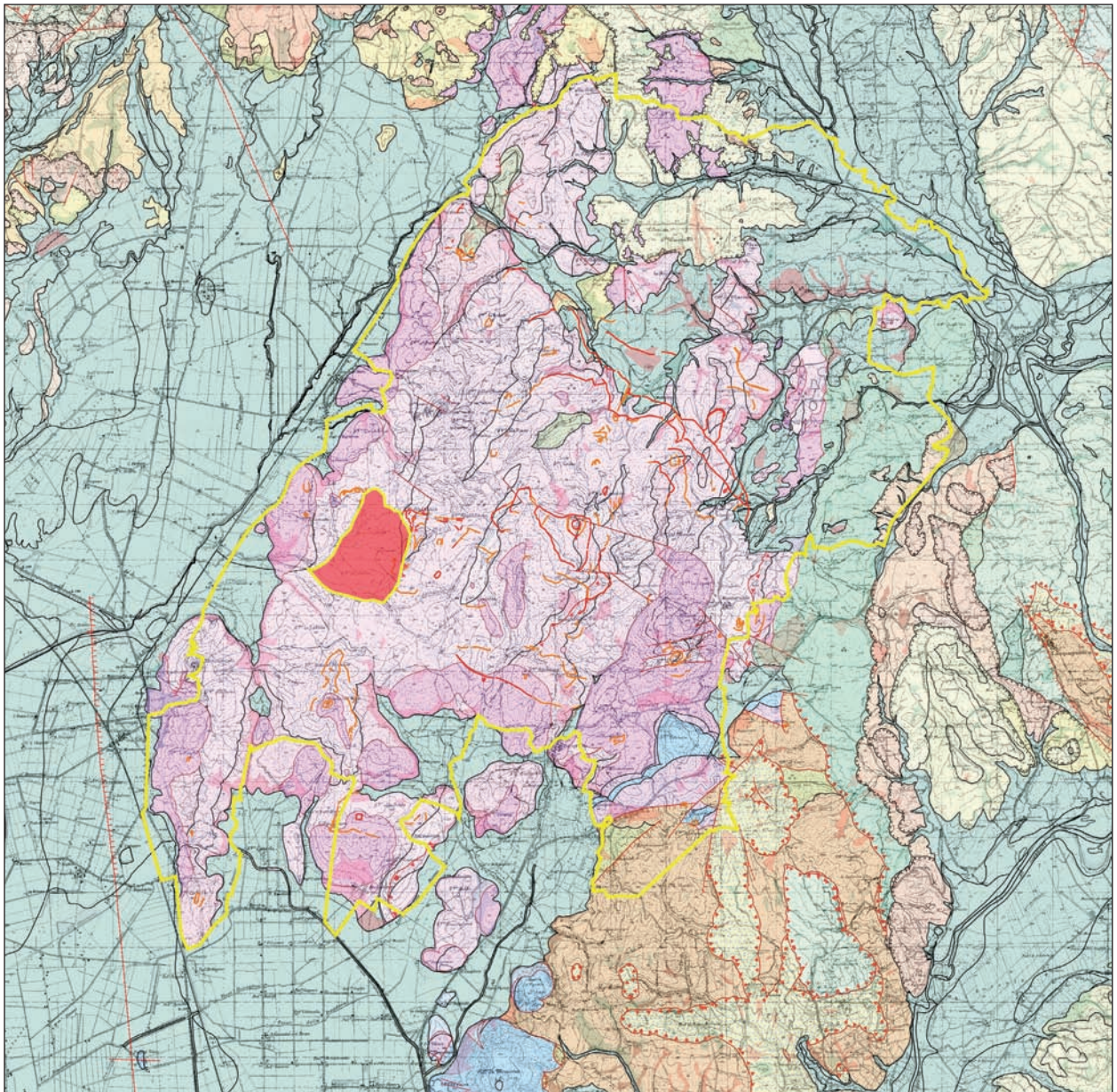
Successione post-ercinica

 **CPE:** formazione di Carpineta costituita da siltiti scure e filladi con olistoliti carbonatici, riconducibili al Carbonifero (Viseano superiore-Namuriano, 328,3-318,1 milioni di anni).

Legenda delle simbologie riportate in carta:

-  Traccia in giallo la linea della perimetrazione dell'area indagata.
-  Area in rosso è la zona interdetta al rilievo.
-  Linee in rosso le tracce GPS dei murali rilevati.
-  Linee in arancione le tracce LIDAR delle strutture antropiche.

Di seguito è riportato un semplice schema geologico in cui è possibile apprezzare la distribuzione areale delle diverse formazioni appena descritte, che è stato elaborato partendo dalla cartografia presente sul sito della Regione Toscana (<https://www.regione.toscana.it/-/banche-dati-cartografia-geologica>).



Carta Geologica di Sintesi, con in giallo la perimetrazione dell'area indagata, in rosso le tracce GPS dei murali rilevati e in arancione le tracce LIDAR delle strutture antropiche.

Considerazioni sui litotipi utilizzati nei manufatti

L'Anagenite minuta e i metaconglomerati di colore grigio sono spesso utilizzati per la fabbricazione dei menhir, nei vari affioramenti e nei manufatti sono riconoscibili: la stratificazione (S0), una scistosità di piano assiale (S1) parallela alla S0 ed una foliazione (S2) trasversale alle precedenti; tale geometria si riconosce sia a scala micrometrica che in affioramento e ha facilitato la "cavatura" dei blocchi di varie dimensioni. Occorre rilevare che sono stati individuati i punti di cavatura di alcuni menhir di Valdilorja, tali affioramenti sono poco più a monte dei tumuli; probabilmente, per facilitarne l'estrazione, erano sfruttati i sistemi di fratture (che seguono le strutture interne) già presenti nelle rocce e, una volta sbizzato il pezzo, questo veniva fatto scivolare a valle e infisso nel terreno in buche predisposte.



Esempio di campione di anagenite fine prelevato da un affioramento di Verrucano a Valdidonna e foto dell'affioramento stesso, da notare la disposizione la geometrica delle foliazioni che ne facilitano la lavorazione.



Affioramento di anagenite del Verrucano a valdilorja, presumibilmente il sito di cavatura dei numerosi menhir rinvenuti più a valle di cui ne è un esempio quello nella foto a destra.



Menhir rinvenuti durante le esplorazioni in Valdilorìa, entrambi costituiti da anageniti di granulometria da fine a media.



Le anageniti e i metaconglomerati, per la loro durezza e resistenza all'abrasione, sono state utilizzate per la realizzazione di macine, queste rinvenute nella zona di Poggio alle Vipere.



Mola composta anch'essa di anagenite, rinvenuta nei pressi degli scavi preliminari eseguiti dalle prof.sse M. Melis e B. Schultz, delle Università di Sassari e Göteborg, a Valdilorìa.

La maggior parte delle rocce di cui sono costituiti i murali e i blocchi litici dei tumuli sono composte di anageniti, metaconglomerati e quarziti di colorazione variabile da grigio a rosate/rossastre, con granulometria da fine a grossolane, oltre a queste sono presenti lastre di filladi (blocchi di notevole estensione ma di piccolo spessore) di colore da grigio a verde e violaceo, entrambe le litologie sono da riferire alla formazione del Verrucano.



A sinistra blocchi costituenti tumuli funerari e a destra il particolare di una cista; entrambe le immagini scattate in Valdilorio.



Due esempi di come appaiono i murali franati e i blocchi che li costituiscono, in sezione e frontalmente



Sezione di un murale in una zona in cui è crollato parzialmente e blocco di anagenite lavorato con le coppelle, entrambi i manufatti sono costituiti da blocchi di anageniti del Verrucano

Con i blocchi di quarzo, delle vene formatesi nei litotipi più competenti (quarziti, anageniti e metaconglomerati), molto probabilmente sono stati realizzati punte di lance e di frecce; in alcune zone sono presenti numerosi frammenti di questo materiale, forse scheggiature derivanti dalla loro lavorazione.



Due esempi di vene di quarzo massivo di dimensioni decimetriche.



Punta abbozzata in quarzo e uno dei possibili siti di lavorazione del materiale quarzoso nella zona di Poggio alle Vipere



Anageniti grossolane, blocco isolato e affioramento nella zona di Poggio alle Vipere, da notare le dimensioni dei clasti.



Occorre rilevare che la quasi totalità dei murali e delle strutture rilevate sono su terreni appartenenti alla formazione metamorfica del Verrucano ed i blocchi utilizzati presentano una notevole durezza, nettamente in contrasto con la relativa facilità di lavorazione dei blocchi di Calcare Cavernoso che si trovano nelle zone limitrofe, questo potrebbe apparire illogico pensando al lavoro compiuto per realizzare gli oltre 65 Km di muri riconosciuti.

Tale scelta può essere giustificata, se ipotizziamo che i blocchi utilizzati nei muri siano i prodotti di risulta dell'estrazione del quarzo, molto abbondante nelle vene presenti nelle rocce del Verrucano.

Solo l'estrazione di grandi quantità di tale materiale protratto nel tempo, infatti, può giustificare le tempistiche che hanno portato alla realizzazione dei murali in più momenti, non si può escludere che gli stessi non abbiano avuto anche altre funzioni come quella difensiva e finalizzata all'allevamento di grandi bovini o ovini, anche se questo non permette di comprendere l'imponenza di alcune strutture o la loro collocazione nella morfologia dell'area. Nelle zone collinari limitrofe (costituite da altri tipi di roccia), inoltre, non troviamo murali o strutture simili ad essi, questo può costituire un'ulteriore conferma del forte legame tra i murali e la geologia presente.

Concludendo la peculiarità delle rocce e dei minerali sono una delle componenti fondamentali per poter interpretare la presenza di castellieri, murali e tumuli funerari così sviluppati a Monte Leoni, indicando la presenza di una elevata popolazione umana in un periodo molto lungo che ha permesso la costruzione di tutte le strutture rinvenute.