



LINEE GUIDA – LABORATORIO TAGLIO ROCCE

1. Regole generali di accesso, sicurezza e attività lavorativa

Contattare il Responsabile del laboratorio Prof. Alessio Sanfilippo prima di qualsiasi attività ed accesso al laboratorio al fine di una valutazione preventiva della tipologia del lavoro e delle eventuali criticità del materiale.

Abbigliamento obbligatorio: camice da laboratorio (allacciato) e scarpe chiuse.

Protezione delle vie respiratorie: mascherina **FFP3 obbligatoria** durante qualsiasi operazione di taglio, frantumazione e macinazione.

Protezione visiva e uditiva: occhiali di protezione sempre indossati vicino a troncatrici e mulini. Cuffie antirumore quando i macchinari sono in funzione.

Accesso al laboratorio e utilizzo degli strumenti. A seguito delle opportune verifiche ad opera del Responsabile di laboratorio, l'accesso al laboratorio è **libero per i dipendenti DSTA**. Si raccomanda tuttavia di controllare le condizioni degli strumenti (verifica di connessione elettrica; verifica della tenuta delle protezioni; verifica dello stato di pulizia) prima di iniziare e aggiornare il diario dello strumento ad ogni utilizzo.

Politica di rifiuto campioni asbestiformi

Il laboratorio di Taglio Rocce persegue la **massima tutela** della salute dei propri utenti ed evita qualsiasi contaminazione degli ambienti da fibre aerodisperse nocive. È quindi severamente vietato introdurre, tagliare, frantumare o macinare campioni di roccia che presentino un rischio intrinseco o potenziale di contenere minerali di amianto (asbesto).

Minerali a rischio: Il divieto si applica a campioni in cui sia macroscopicamente ipotizzabile la presenza delle seguenti fasi minerali in forma fibrosa: *Gruppo del serpentino (Crisotilo); Gruppo degli Anfiboli (Actinolite, Tremolite, Antofillite, Riebeckite fibrosa, Amosite)*

Prima di portare qualsiasi materiale in laboratorio, l'utente deve sottoporre la richiesta al **Responsabile del Laboratorio**, a cui spetta l'onere della valutazione preventiva. Nessun campione dal dubbio profilo mineralogico potrà essere campionato, stoccato o lavorato senza l'esplicito benestare del Responsabile. I campioni non autorizzati verranno immediatamente respinti.



2. Area polveri e separati di minerali: preparazione e macinazione

⚠ ATTENZIONE: questa è l'unica fase del laboratorio in cui si lavora completamente **a secco** e in cui vengono prodotte piccole quantità di polvere aerodispersa. La tolleranza verso le frazioni fini nell'aria è **zero**.

2A. Taglio e frantumazione preliminare (Spaccapietre/Mazza)

Usare il sacchetto di plastica o l'apposito schermo protettivo per evitare la proiezione di schegge. Pulire meticolosamente la piastra in acciaio dello spaccapietre dopo ogni singolo campione utilizzando aria compressa con attenzione a modularne il flusso, o con un pennello di plastica. Tenere il locale quanto possibile **aerato e pulito**

2B. Frantumazione con mulino a ganasce

Il mulino a ganasce è lo strumento più critico per la produzione di polveri e rumore. Il suo utilizzo è severamente regolamentato dalle seguenti procedure obbligatorie:

Pre-requisito del campione: il campione di roccia inserito nella bocca del mulino deve avere già una granulometria **sempre inferiore a 10 mm** (pre-frantumato manualmente o con idoneo spaccapietre). Non inserire blocchi di dimensioni superiori per evitare il blocco delle ganasce o il danneggiamento del motore.

Dispositivi di protezione (DPI) obbligatori: **camice e mascherina FFP3** correttamente indossata sul volto. Sebbene il livello di decibel durante la frantumazione non superi le soglie di sicurezza, si suggerisce l'utilizzo di **cuffie antirumore** o tappi auricolari.

Procedura di funzionamento:

- Inserire il campione e **chiudere tassativamente il coperchio di sicurezza** prima di avviare il motore. È vietato far funzionare il macchinario a coperchio aperto.
- Avviare la frantumazione regolando lo spazio tra le ganasce, come indicato sullo schermo. Fare molta attenzione a non settare lo strumento a valori prossimi allo 0.
- **La regola dei 2 minuti:** una volta spento il mulino, **NON aprire immediatamente il coperchio**. Attendere circa 2 minuti per consentire l'eventuale decantazione di polveri all'interno della camera protetta.
- **Pulizia:** al termine dei due minuti, recuperare il campione, se necessario aspirare l'interno della camera con l'aspiratore industriale in dotazione e pulire le ganasce accuratamente con acqua/aria compressa per evitare qualsiasi tipo di contaminazione con i campioni successivi.



Una volta che il campione è stato ridotto dal mulino a ganasce (frazione < 5 mm), il percorso si divide in base all'obiettivo analitico:

PERCORSO *SM*: separazione di frazioni minerali

Obiettivo: isolare fasi minerali specifiche (es. zirconi, apatiti, pirosseni, anfiboli, feldspati etc.) evitando contaminazioni tra campioni.

SM1. Setacciatura selettiva

Pulizia preventiva dei setacci (fondamentale): prima dell'uso, ogni setaccio deve essere ispezionato. Eventuali granuli incastrati nelle maglie del setaccio precedente devono essere rimossi usando l'apposito spazzolino a setole dure (con acqua o ultrasuoni se necessario). **Non usare mai punte metalliche** che potrebbero allargare le maglie alterando la calibrazione.

Operazione: eseguire la setacciatura per isolare la frazione granulometrica desiderata. Svuotare i setacci con delicatezza per evitare la dispersione di polvere nell'aria.

Pulizia post-uso: pulire, aspirare e soffiare il setaccio con aria compressa modulando il flusso prima di passare al campione successivo.

SM2. Separatore magnetico *FRANTZ*

Zona di isolamento: il separatore magnetico si trova in un'area isolata del laboratorio a causa del **forte campo magnetico generato**.

Uso e pulizia: regolare l'inclinazione e l'ampereaggio secondo protocollo specifico per ogni minerale. Al termine della separazione, pulire accuratamente gli scivoli d'ottone con un pennello pulito per garantire che non rimangano granuli attaccati per attrazione elettrostatica o magnetismo residuo.

⚠ Avviso di sicurezza: l'accesso a questa postazione è vietato ai portatori di pacemaker o stimolatori cardiaci. Tenere a distanza di sicurezza carte di credito, smartphone e supporti magnetici.

PERCORSO *WR*: produzione di polveri per "roccia totale" (whole rock)

Obiettivo: ridurre la roccia a polvere molto fine e omogenea per analisi chimiche (e.g., XRF, ICP-MS).

WR1. Macinazione con mulino a sfere

Il mulino è dotato di **4 giare in agata** contenenti le rispettive sfere. L'agata viene utilizzata per evitare la contaminazione da metalli di transizione o metalli pesanti.



Pre-requisito del materiale: all'interno delle giare può essere introdotto esclusivamente materiale con granulometria **inferiore a 2 mm**. Se il materiale in uscita dal mulino a ganasce è più grande, va preventivamente ridotto (es. ripetere il ciclo **2B**, macina a ganasce).

Caricamento: inserire il campione e le sfere d'agata di diversa grandezza. **Chiudere ermeticamente le giare** verificando la tenuta delle guarnizioni per evitare fuoriuscite di materiale durante la rotazione. Bilanciare sempre i pesi delle giare opposte nel mulino. Prima di procedere all'avvio, verificare SEMPRE che i coperchi NON risultino danneggiati o non perfettamente chiusi/a tenuta. Nel caso in cui anche solo una delle due condizioni sopra citate si verificasse, NON procedere con l'avvio, interrompere l'operazione e contattare il Responsabile.

Tempo di ciclo: impostare la rotazione per cicli di massimo **10 minuti** (il tempo può variare leggermente a seconda della durezza del materiale). Ripetere il ciclo se non si fosse raggiunta la granulometria adatta. **Non lasciare il laboratorio** mentre il mulino è in attività, ma collocarsi nella stanza di servizio per lavorare in un ambiente pulito e al riparo da inquinamento acustico. Nel caso in cui si avvertano rumori NON coerenti con l'attività in essere, spegnere immediatamente il macchinario e contattare il Responsabile.

WR2. Estrazione e Confezionamento

Decantazione: come per la macina a ganasce (2B), una volta terminato il ciclo, attendere almeno 5 minuti che la polvere si sia depositata sulle pareti e sul fondo della giara prima di aprirla.

Trasferimento: aprire la giara con cautela. Utilizzando una spatola pulita versare la polvere con estrema attenzione all'interno delle **provette di plastica** dedicate, evitando di sollevare nubi di polvere. Questa operazione è da condurre su tavolo appositamente selezionato, vicino alle finestre per mantenere una buona areazione.

Stoccaggio: sigillare e siglare immediatamente la provetta con ID campione. Tenere traccia della data e nome operatore nel diario dello strumento.

Materiale: si prega di lavorare muniti di provette o sacchetti, qualora le provette non si trovassero nell'apposito armadio, si prega di contattare il Responsabile.



3. Area taglio rocce: taglio con troncatrice REMET TR100

La troncatrice a disco REMET TR100 viene utilizzata per il sezionamento primario delle rocce e per ricavare le fette (*slab*) destinate all'assottigliamento.

3A. Limiti del campione e geometria

Dimensioni massime: il blocco di roccia da inserire nella morsa deve essere tassativamente **inferiore a 30 cm** di lunghezza. Campioni troppo grandi impediscono la corretta chiusura del carter o sovraccaricano il disco.

Versatilità: lo strumento permette di realizzare ogni tipo di fetta e spessore, purché il campione sia saldamente ancorato alle morse di serraggio. L'ancoraggio avviene tramite morsetta su lastre di legno, posizionando le morsette su almeno due superfici del campione piane e stringendo con forza il perno. Se necessario, aiutarsi con un cilindro metallico. Verificare la tenuta nelle morsette applicando forza al campione. **Non ancorare direttamente sul metallo.**

3B. Controlli obbligatori e avvio

La TR100-L è dotata di sistemi di sicurezza integrati, ma richiede l'attenzione dell'operatore per evitare il surriscaldamento e la rottura del disco diamantato:

OBBLIGO FLUSSO ACQUA: prima di premere il pulsante di avvio del motore, aprire manualmente i rubinetti dell'acqua di raffreddamento posti sul muro e all'ingresso della macchina.

Il blocco di sicurezza: il motore è interbloccato, **non partirà mai se il carter di protezione non è completamente chiuso**. Non forzare mai i sistemi di chiusura.

⚠ ATTENZIONE: la macchina **NON** ha un sensore automatico per il flusso idrico. L'operatore può procedere al taglio **SOLO SE L'ACQUA STA EFFETTIVAMENTE FLUENDO** sul disco. Tagliare a secco distrugge istantaneamente il disco diamantato e danneggia l'albero motore.

Ordine di avvio: collocazione del materiale → chiusura dello sportello di sicurezza → apertura flusso acqua → accensione del macchinario con interruttore a parete, successivamente con il pulsante situato sulla macchina stessa

3C. Procedura di taglio manuale e fine corsa

⚠ ATTENZIONE: durante le fasi finali del taglio, **NON arrivare mai a spingere il disco fino a toccare la base metallica della morsa o del piano**. Arrestare l'avanzamento un attimo prima per non tagliare e danneggiare i supporti strutturali della macchina. Controllare visivamente l'avanzare della fine del taglio. Pulire il carter se non visibile.



3D. Pulizia e manutenzione fine turno

Sebbene il taglio ad acqua azzeri la produzione di polveri aerodisperse, la TR100-L genera una grande quantità di **fango di roccia** (detrito fine sospeso in acqua).

Lavaggio camera: a fine utilizzo, sciacquare accuratamente l'interno della camera di taglio con il tubo dell'acqua, rimuovendo tutti i depositi di fango dalle morse e dalle guide prima che si secchino e si cementino. Non lasciare materiale da smaltire nello strumento o nel laboratorio, se non preventivamente discusso con il Responsabile.

Asciugatura: lasciare il carter leggermente sollevato a fine turno per permettere l'evaporazione dell'umidità e prevenire la ruggine sulle parti non in acciaio inox. Porre il sistema di supporto in legno per evitare il sovraccarico dei pistoni.

Filtrazione e pulizia: assicurarsi che l'acqua di scarico defluisca correttamente nella vasca di decantazione dei fanghi posti a lato dello strumento e mai direttamente nella rete fognaria del Dipartimento. Pulire la vasca dello strumento se troppo piena, rimuovendo il fango con una spatola o a mano. Gettare nell'apposito contenitore per materiale roccioso da smaltire.

⚠ Avviso di sicurezza: sebbene il taglio ad acqua impedisca la dispersione di polveri secche volatili, l'altissimo regime di rotazione del disco diamantato nebulizza l'acqua di raffreddamento miscelandola con i micro-frammenti di roccia, generando potenziali **aerosol**.

- **Utilizzo della mascherina (FFP2 o FFP3):** l'utilizzo dei DPI delle vie respiratorie è **fortemente consigliato** anche durante il taglio a umido.
- **Distanza di sicurezza:** durante la fase di taglio, l'operatore deve mantenere una **debita distanza di sicurezza** dal macchinario (almeno 50 cm), evitando di sostare con il volto in prossimità delle giunzioni del carter. Non tentare mai di sollevare il carter mentre il disco è in movimento.
- **Apertura differita del carter (la regola dei 10 secondi):** al termine del taglio, una volta spento il motore, **attendere almeno 10 secondi prima di sollevare il carter di protezione**. Questo lasso di tempo permette alla nebbia d'acqua e all'aerosol generato di depositarsi sulle pareti interne.
- **Asciugatura e prevenzione ruggine:** lasciare il carter protettivo leggermente sollevato a fine turno per favorire l'evaporazione dell'umidità residua e prevenire fenomeni di ossidazione sulle parti meccaniche.
- **Smaltimento fanghi:** verificare regolarmente che l'acqua di scarico ricca di sospensioni minerali defluisca correttamente nell'apposita vasca di decantazione dei fanghi e mai direttamente nella rete fognaria comune del dipartimento. Pulire il fondo dello strumento con spatola.



4. Area sezioni sottili: incollaggio e lappatura di precisione

L'obiettivo è ridurre lo spessore della fetta di roccia fino allo spessore standard di **30 micron (30 μm)**, da ottenersi tramite lappatrice ad alta precisione con lama da taglio e mola tazza diamantata (*Petrothin-Buehler*).

4A. Preparazione dello slab e incollaggio (fase preliminare)

La qualità e l'integrità della sezione sottile finale dipendono dalla perfetta adesione tra la roccia e il vetrino portaoggetti:

Sgrassaggio e pulizia totale: prima di applicare la resina epossidica, sia il vetrino portaoggetti sia la superficie precedentemente lappata dello *slab* (la fetta di roccia ricavata dalla troncatrice) devono essere puliti e sgrassati accuratamente con alcol. Eventuali impronte digitali, polveri o residui di fango di taglio causeranno il distacco della roccia nelle fasi successive.

Resina: applicare la resina epossidica evitando tassativamente l'inclusione di bolle d'aria.

⚠ ATTENZIONE: è severamente vietato processare campioni alla *Petrothin* se la resina non è **completamente polimerizzata e indurita** secondo i tempi e le temperature di catalisi previsti

4B. Utilizzo della Petrothin e riduzione dello spessore

Una volta che lo slab è saldamente incollato e la resina è perfettamente indurita, si può procedere alle operazioni meccaniche:

Fissaggio al mandrino a vuoto (vacuum chuck): accendere la pompa del vuoto e verificare che il manometro indichi la corretta pressione di tenuta prima di posizionare il vetrino. **Il retro del vetrino deve essere perfettamente pulito**

Fase 1 - Il taglio primario (sgrossatura): utilizzare la lama diamantata della *Petrothin* per asportare l'eccesso di roccia macroscopico, lasciando solo una fetta millimetrica attaccata al vetrino. Avanzare in modo estremamente dolce e progressivo.

Fase 2 - La lappatura di precisione (mola tazza): spostare il micrometro sulla mola tazza diamantata per l'assottigliamento finale. Ridurre lo spessore a piccoli passi micrometrici, senza tentare di asportare troppo materiale in un unico passaggio.

Controllo ottico frequente: man mano che ci si avvicina allo spessore limite, interrompere temporaneamente la lavorazione, rimuovere il vetrino dal mandrino e controllarlo al microscopio da petrografia per osservare i colori di interferenza.



5. Pulizia e manutenzione fine turno

Controllo del refrigerante: assicurarsi che il flusso del liquido di raffreddamento (acqua collegata) investa costantemente e direttamente il punto di contatto tra il campione e la lama/mola.

Lavaggio e asciugatura: al termine del ciclo, lavare via tutti i micro-fanghi residui dalla camera della *Petrothin* utilizzando lo spruzzino. Asciugare accuratamente le guide micrometriche per preservare la precisione millimetrica dei movimenti. Non lasciare mai campioni o vetrini attaccati al mandrino a fine lavoro.

⚠ Avviso di sicurezza: sebbene la *Petrothin* lavori a umido, la rotazione ad alta velocità dei componenti diamantati genera un **aerosol d'acqua e micro-frammenti di roccia**. Si richiede quindi:

- **Obbligo della mascherina protettiva** (FFP2 o FFP3) durante l'intera sessione di utilizzo della macchina per evitare l'inalazione di particolato fine e silice libera cristallina in sospensione acquosa.
- **Distanza di sicurezza e apertura differita del carter.** Mantenere la debita distanza (almeno mezzo metro) durante le fasi automatiche. Una volta arrestato il motore, **attendere almeno 10 secondi prima di sollevare il carter di protezione** per consentire la sedimentazione della nebbia minerale sulle pareti interne.

[documento aggiornato il giorno 1° luglio, 2026]