

Analisi della rumorosità durante il lavoro in bosco.

Paola D'Antonio, Carmen D'Antonio, Vito Doddato, Carmela Evangelista, Francesco Saverio Guerrieri.

Università degli Studi di Basilicata

Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari e Ambientali (SAFE).

Via dell'Ateneo Lucano, 10 - 85100 Potenza, + 39 0971 205471

Paola.dantonio@unibas.it

INTRODUZIONE

Nel settore forestale, i boschi assolvono diverse funzioni tra le quali le più importanti sono la protezione dell'ambiente e del terreno, la regimazione delle acque, la produzione di legna, la funzione paesaggistica e sociale. Ognuna di queste funzioni è estremamente rilevante, ma nel caso specifico la produzione di legname riveste un'importanza particolare, perché da essa il proprietario del bosco trae i mezzi finanziari per la gestione di questa risorsa e quindi per l'assolvimento di tutti i compiti ad essa attribuiti. I boschi devono essere coltivati per raccogliere la produzione legnosa, aumentare il livello di protezione idrogeologica ed in ultimo, ma non per questo meno importanti, anche per assolvere alla funzione ricreativa.

Le pressioni della società, affinché negli ambienti di lavoro siano assicurati adeguati standard di sicurezza hanno sollecitato, e continuano a sollecitare, il legislatore e le istituzioni ad intervenire tempestivamente ed opportunamente. Nel corso del 2008 il legislatore nazionale ha emanato il testo unico in materia di sicurezza sul lavoro D. lgs 9 aprile 2008, n° 81 e successive modifiche ed integrazioni (di seguito D. Lgs 81/2008 s.m.i.), con cui ha inteso definire un quadro coeso ed organico di questa delicata tematica superando la precedente frammentazione esistente. Ovviamente la tematica coinvolge anche il settore forestale, che al pari di molti altri settori di attività, frappongono una resistenza alla sua attuazione adducendo problematiche di carattere tecnico e finanziario.

Le motivazioni alla base degli incidenti forestali, la magnitudo ed il rapporto tra l'innovazione e la sicurezza sono le tematiche maggiormente approfondite nella letteratura internazionale, mentre i profili attuativi della normativa caratterizzano i contributi del mondo scientifico nazionale, in riferimento al contesto europeo, fornendo un quadro della sicurezza nei lavori forestali evidenziando come l'elevato rischio derivi dal concomitante effetto dei caratteri della stazione di lavoro, del prodotto e delle attrezzature utilizzate.

Nei cantieri di utilizzazione forestale trovano ancora un largo utilizzo le attrezzature portatili, quali motoseghe, decespugliatori, etc., il quale impiego professionale prolungato può comportare l'insorgenza di alcune problematiche fino allora sconosciute ai lavoratori.

Dunque, l'obiettivo di questa sperimentazione è stato studiare l'andamento della rumorosità nell'ambito dei lavori di utilizzazione forestale (abbattimento, sramatura e depezzatura) per rilevare e monitorare la quantità di rumore emessa dalle attrezzature, oltre il limite di legge, ponendo l'operatore a grave rischio per l'insorgenza di ipoacusie.

Materiali e Metodi

Il rumore è un suono non desiderato o comunque fastidioso, per questo prima di definire meglio il rumore bisogna spiegare cosa si intende per suono.

Il suono è una forma di energia che, prodotta da una sorgente sonora, si propaga in forma di onde in un mezzo elastico, provocando una variazione di proiezione e uno spostamento di particelle, tale da poter essere rilevata da una persona o da uno strumento acustico.

Nell'applicazione pratica del monitoraggio è importante conoscere l'affidabilità delle misure, l'errore a esso associato e il grado di completezza delle conoscenze necessarie per la corretta interpretazione del dato analitico.

Le principali caratteristiche di un metodo che devono essere tenute presenti quando si valuta la possibilità di ammettere al dosaggio determinati indicatori o si debbano valutare i risultati di misura sono:

- selettività/specificità, cioè la capacità di una tecnica analitica di non risentire della presenza di interferenti o di altri componenti diversi dall'analisi in esame;
- sensibilità, cioè la variazione di segnale in funzione delle variazioni;
- accuratezza, cioè l'accordo tra il risultato di una misura e il valore vero o convenzionale;
- esattezza, cioè l'accordo tra il valore medio ottenuto su un ampio numero di misure e il valore vero;
- precisione, cioè l'accordo tra due o più misure replicate, in altre parole la vicinanza reciproca delle misure all'intorno di un set di misurazioni.

Secondo le tecniche analitiche utilizzate varia il grado di manipolazione del campione che precede l'analisi vera e propria.

Al fine di valutare la sensazione complessivamente derivante dalla percezione di un suono complesso o di un rumore, si può fare riferimento a uno strumento di rilevazione dei rumori che in qualche modo simuli la risposta dell'orecchio umano.

Ciò è possibile utilizzando un misuratore del livello di pressione sonora, il dosimetro (**Figura 1**), (cioè trasforma la pressione in decibel) il cui segnale subisca un'opportuna elaborazione al fine di riprodurre il comportamento dell'orecchio umano: in altre parole, per le frequenze ove la sensibilità dell'orecchio è maggiore, i valori misurati saranno assoggettati a una correzione positiva (in quell'intervallo quindi l'importanza dei relativi contributi è rafforzata); mentre per le frequenze ove la sensibilità dell'orecchio umano risulta minore, la correzione è negativa. La pesatura è attuata nell'elettronica dello strumento mediante particolari filtri.

Il dosimetro può essere schematizzato tramite i seguenti blocchi funzionali:

- un microfono: è un trasduttore in grado di trasformare le variazioni di pressione sonora in variazioni di tensione rilevabili dallo strumento. Ha caratteristiche di grande stabilità nel tempo, ampia dinamica e linearità in ampiezza ed in frequenza. Il tipo più diffuso per le misure acustiche è quello a condensatore;
- un preamplificatore: serve ad amplificare il segnale in tensione del microfono e adattarlo ai circuiti di elaborazione successivi;
- un circuito di pesatura in frequenza: serve ad adattare la risposta in frequenza del fonometro alla risposta in frequenza dell'orecchio umano. Si riconoscono varie pesature standardizzate dalle norme internazionali, fra cui le più importanti sono A,C,D, Lin (nessuna pesatura);
- un banco di filtri in bande di ottava (o terzi d'ottava): indispensabile per eseguire un'analisi in frequenza del suono rilevato;
- un circuito RMS: serve a calcolare, partendo dal valore istantaneo della pressione sonora, il valore del livello di pressione sonora efficace (Root Mean Square) secondo la formula:
- $PRMS = \sqrt{1/T \int_0^T p^2(t) dt}$ [Pa].

I valori calcolati possono essere: Slow (tempo di integrazione 1s), Fast (tempo di integrazione 125ms), Impulse (tempo di integrazione 35ms), Peak (tempo di integrazione variabile da strumento a strumento ma in genere inferiore a 50 μ s); è particolarmente importante valutare

quest'ultima grandezza poiché l'orecchio umano non è in grado di difendersi autonomamente da suoni estremamente rapidi e vigorosi (i muscoli dell'orecchio medio hanno un tempo di risposta troppo lento):

- un'uscita analogica: serve per il collegamento ad eventuali registratori o cuffie;
- un circuito integratore: calcola, a partire dal valore efficace del SPL (Livello di Pressione Sonora), Leq (Livello Equivalente) e SEL (Single Event Level);
- un sistema di visualizzazione: necessario a visualizzare i principali parametri misurati e la loro evoluzione temporale. Fra i parametri di interesse visualizzati si ricordano: il livello massimo, il livello minimo (sul tempo di misura), il tempo di misura, il livello equivalente, il livello di picco.

Risultati

I campionamenti sono stati eseguiti su un cantiere di utilizzazione forestale e riguardano l'attività di abbattimento, sramatura e depezzatura del materiale legnoso relativo all'utilizzazione di un ceduo di castagno.

Il rilievo del rumore (**Figura 2**), in questo cantiere, come già accennato prima, è stato eseguito esclusivamente sulla motosega, su un campione di 30 piante di castagno, utilizzando un dosimetro avente il rilevatore sonoro montato direttamente sull'operatore qualificato.

Tale accortezza ha reso il dato molto vicino alla presumibile esposizione sonora cui si sottopone realmente l'operatore.

Il lavoro si è svolto come segue:

- Il primo rilievo è stato eseguito durante l'operazione di abbattimento;
- La seconda misurazione durante l'operazione di sramatura;
- Il terzo e ultimo rilievo sulla fase di depezzatura effettuata con la pianta atterrata.

Come già spiegato in precedenza, i rilievi sono stati effettuati con il dosimetro seguendo passo, passo l'operatore mentre svolgeva le sue mansioni.

Nel grafico (**Figura 3**) è riportato sull'asse delle ascisse il numero di osservazioni e sull'asse delle ordinate il livello di pressione sonora in dB(A). Inoltre, sono rappresentati con la linea blu i valori con diametro 10 cm, in marrone i valori con diametro 15 cm e in verde quelli con diametro 20 cm; invece, la linea rossa tratteggiata indica il limite di pressione sonora imposto dalla legge e pari a 85 dB(A).

Il livello di pressione sonora per la motosega non è inferiore ai 71,9 dB(A) e non sale oltre i 122 dB(A) (dato acquisito per l'abbattimento di piante con diametro alla base di 20 centimetri), anche in questo caso si può osservare come la varianza aumenta in maniera proporzionale all'aumentare del diametro. Si può notare, inoltre, che i valori che registrati con l'operazione di abbattimento sono leggermente più alti rispetto a quelli della sramatura.

Infine, se guardiamo le medie dei diversi diametri, possiamo subito percepire che, in fase di abbattimento, il limite di 85 dB(A) è superato per tutti e tre i diametri.

Nel grafico (**Figura 4**) è riportato sull'asse delle ascisse il numero di osservazioni e sull'asse delle ordinate il livello di pressione sonora in dB (A). Inoltre, sono rappresentati con la linea blu i valori con diametro 9 cm, in marrone i valori con diametro 7 cm e in verde quelli con diametro 5 cm; invece, la linea rossa tratteggiata indica il limite di pressione sonora imposto dalla legge e pari a 85 dB (A).

Dal grafico si nota subito che il livello di pressione sonora per la motosega non scende sotto i 69,05 dB(A) e non sale oltre i 114,4 dB(A) e questo evidenzia che il dato più alto si è avuto con

sramatura di rami con diametro di 9 centimetri. In tabella si nota, anche, che la varianza aumenta in maniera proporzionale all'aumentare del diametro. Quindi, si può teorizzare che aumentando il diametro aumenta il livello di pressione sonora registrata emessa dalla motosega.

Infine, se guardiamo le medie dei diversi diametri, possiamo subito percepire che, in fase di sramatura, il limite di 85 dB(A) è superato per tutti e tre i diametri.

Nel grafico (**Figura 5**) è riportato sull'asse delle ascisse il numero di osservazioni e sull'asse delle ordinate il livello di pressione sonora in dB(A). Inoltre, sono rappresentati con la linea blu i valori con diametro 12 cm, in marrone i valori con diametro 16 cm e in verde quelli con diametro 18 cm; invece, la linea rossa tratteggiata indica il limite di pressione sonora imposto dalla legge e pari a 85 dB(A).

Per la depezzatura, il livello di pressione sonora ha un margine inferiore di 69,50 dB(A) e può toccare un livello massimo di rumorosità pari a 116,50 dB(A) nel caso del taglio di fusti con diametro di 18 centimetri.

Infine, se guardiamo le medie dei diversi diametri, possiamo subito percepire che, anche in fase di depezzatura, il limite di 85 dB(A) è superato per tutti e tre i diametri.

Dalle indagini condotte l'abbattimento risulta l'operazione più rumorosa anche se in tutte e tre le fasi il limite di legge viene sempre superato, se guardiamo le medie.

Nella tabella seguente sono stati messi a confronto tutte le medie e, in seguito, è stato costruito un grafico che mette a confronto le diverse medie ottenute per le diverse fasi prese in considerazione.

Dalla precedente tabella (**Tabella 1**) si deduce che per ogni tipo di lavorazione, all'aumentare dello spessore del legno, aumenta la rumorosità della motosega.

Nel seguente grafico sull'asse delle ascisse sono riportate le categorie (Medie della pressione sonora della sramatura, Medie della pressione sonora della depezzatura, Medie della pressione sonora dell'Abbattimento), mentre sull'asse delle ordinate sono riportati i valori delle medie, diversi secondo il diametro dell'albero. Da un primo confronto tra le medie dei valori per le diverse fasi di lavorazione si nota che discostano di poco tra una misurazione e l'altra.

Infine, dal seguente grafico (**Figura 6**) si evince che nella fase di abbattimento e in quella di sramatura si registrano, rispettivamente, il livello più alto e quello più basso di pressione sonora rispetto alle fasi considerate, e che in tutte le fasi il limite viene sempre superato.

Conclusioni

Il concetto che si è voluto esprimere è che nel caso dell'ambiente lavorativo vanno verificate le condizioni di rispetto dei limiti di inquinamento acustico.

E' noto che il concetto di esposizione si accompagna al concetto di durata; scientificamente, infatti, per esposizione si intende il tempo in cui deve essere esposto ad una determinata sollecitazione un soggetto per ottenere un certo effetto.

Nell'ambiente lavorativo sono stati fissati i limiti di esposizione sia alle emissioni sia al rumore, dal D. Lgs 81/08, per evitare, per quanto è possibile, l'insorgere di lesioni alle vie uditive: l'interconnessione livelli / tempo (esposizione) è fissata a limiti che riducono al minimo il fattore di rischio; ma la certezza di non incidere, comunque, sulla salute del soggetto esposto non è assicurata.

Il Testo Unico (D. Lgs 81/08) è un importante strumento per conoscere tutte le disposizioni generali e non, applicabili nei luoghi di lavoro.

In questo lavoro si è posto particolare interesse sull'utilizzo di DPI, che riguarda gli agenti fisici, quali il rumore, emissioni, ecc.

I risultati ottenuti sono, non molto superiori ai limiti consentiti dalla legge e, considerando che l'operatore indossava sempre le cuffie al momento del rilievo, possiamo sicuramente affermare che le operazioni sono state condotte in perfetta armonia con le disposizioni vigenti.

Nei rilievi effettuati per la realizzazione di questa ricerca, oltre ai classici descrittori dei livelli di pressione sonora utilizzati per la valutazione del rischio, come prescritto dalla vigente legislazione, si ricorda che l'orecchio non percepisce tutte le frequenze allo stesso modo, e che oltre alla valutazione del livello sonoro complessivo non si può non evitare di rilevare la distribuzione del suono alle varie frequenze.

Nel caso delle macchine agricole in cui la riduzione del controllo alla fonte è affidato esclusivamente alla ricerca effettuata dalle case costruttrici, l'unica soluzione tecnicamente attuabile per la riduzione del rischio è l'adozione dei dispositivi di protezione individuali. Inoltre al fine di meglio determinare i rischi a cui va incontro, durante lo svolgimento delle mansioni di lavoro, il singolo operatore, sarebbe auspicabile monitorare la dinamica del fenomeno, studiandone l'evoluzione temporale attraverso l'analisi del profilo temporale del livello di pressione sonora e della pressione acustica istantanea non ponderata, per determinare la presenza di eventi notevolmente energetici di durata molto breve, che determinano andamenti della pressione acustica istantanea non ponderata di tipo diverso, ma tutti caratterizzati da valori di livello elevati.

Infatti, anche se l'andamento della pressione acustica istantanea non ponderata influenza considerevolmente sia l'evoluzione del livello di pressione sonora, sia il valore del livello equivalente di pressione sonora che quello dell'esposizione quotidiana personale di un lavoratore al rumore, possono non ricorrere i termini per l'applicazione di tutte quelle misure precauzionali e di protezione, in effetti indispensabili, considerata la natura dell'esposizione.

Tutto questo rende indifferibile la revisione dei criteri di protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione al rumore.

L'analisi dei dati e l'osservazione diretta effettuata durante le misurazioni mostra che gli effetti fondamentali ai fini della determinazione dei livelli di pressione sonora prodotti dalle macchine sono indotti dalle vibrazioni, soprattutto allorquando si effettuano lavorazioni su terreni particolarmente duri. Completamento naturale di questa ricerca dovrebbe essere un'ulteriore analisi nella quale l'effetto vibrazionale sia adeguatamente approfondito, non solo per la individuazione delle sollecitazioni indotte sulle persone, ma anche per la valutazione dell'influenza ai fini della determinazione del campo sonoro generato.

Tuttavia, nell'affermare questa necessità ci si rende conto anche della sua scarsa applicabilità nell'ambito dell'attività in bosco e più in generale nell'abito di gestione del verde, dove a causa delle condizioni ambientali, tali dispositivi possono risultare fastidiosi e addirittura pericolosi in quanto limitano la percezione dell'operatore. La strada da seguire per trovare il giusto connubio tra comfort e sicurezza è lunga dall'essere tracciata.

Oltre a ciò si rende necessario anche una riorganizzazione di tutta l'attività lavorativa, che deve necessariamente prevedere un maggior numero di pause e, o alternanza con altri lavoratori in modo da ridurre l'esposizione il più possibile.

Tuttavia il cuore della prevenzione passa obbligatoriamente attraverso una formazione ed informazione continua ed adeguata da parte dei dipendenti, soprattutto per ciò che riguarda il rischio chimico che si lega all'utilizzo di queste attrezzature, al corretto impiego delle stesse, alle idonee procedure di carburazione ed infine sull'adozione degli idonei dispositivi di protezione individuale e collettiva. Quest'ultimi sono caratterizzati dalle visite periodiche (annuali nel caso dei boscaioli e degli addetti al verde), da effettuarsi presso il medico del lavoro.

Si ricorda infine che queste misure non sono delle semplici proposte, ma degli obblighi di legge alla cui inosservanza, il datore di lavoro, ne risponde ai sensi di legge, sia dal punto di vista civile che penale.

Bibliografia

- (1) Alessio L.(2010): P. Apostoli., *Manuale di medicina del lavoro e igiene industriale*. PICCIN.
- (2) AA.VV. (2001): *La sicurezza delle Macchine Agricole*. E.N.A.M.A – ente nazionale per la meccanizzazione agricola – Roma.
- (3) AA.VV.(2003): *Motoseghe a catena portatile* – Roma.
- (4) Benedetti N. (2009): *Rischi da esposizione ad agenti fisici: emissioni*. MAGGIOLI EDITORE.
- (5) Cavalli R., Menegus G. (1998): *Esposizione ad agenti chimici nell'impiego della motosega –soluzioni tecniche ed organizzative* Giornale degli Igienisti Industriali – vol.23 – n.4.
- (6) Cavalli R. (1994): *L'esposizione dell'operatore forestale a sostanze tossiche derivanti dall'uso della motosega*. Monti e Boschi n.1.
- (7) Mega Italia Media (2010): *Dispositivi di protezione individuale*. MEGAITALIAMEDIA.
- (8) Oddo A., Benedetti E. Petringa Nicolosi R. (2011): *La sicurezza delle attrezzature di lavoro e delle macchine*. IPSOA INDICITALIA.
- (9) TESTO UNICO (D. Lgs 81/08) e successive modifiche, 2008.



Figura 1- Dosimetro



Figura 2- Rilievo del rumore

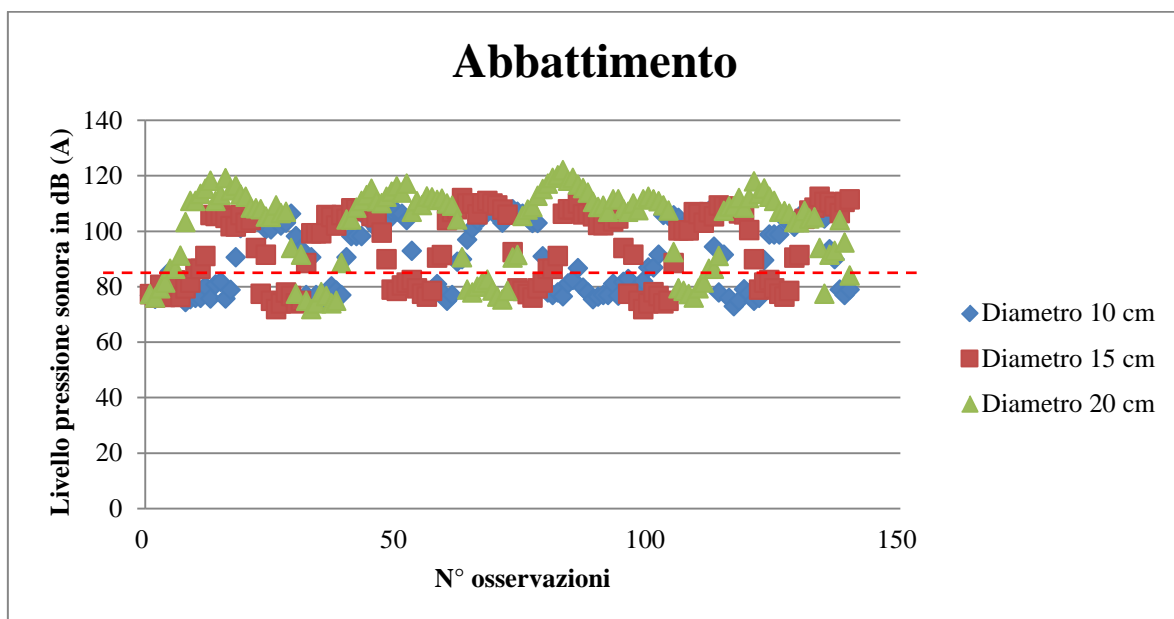


Figura 3- Valori rilevati in fase di abbattimento

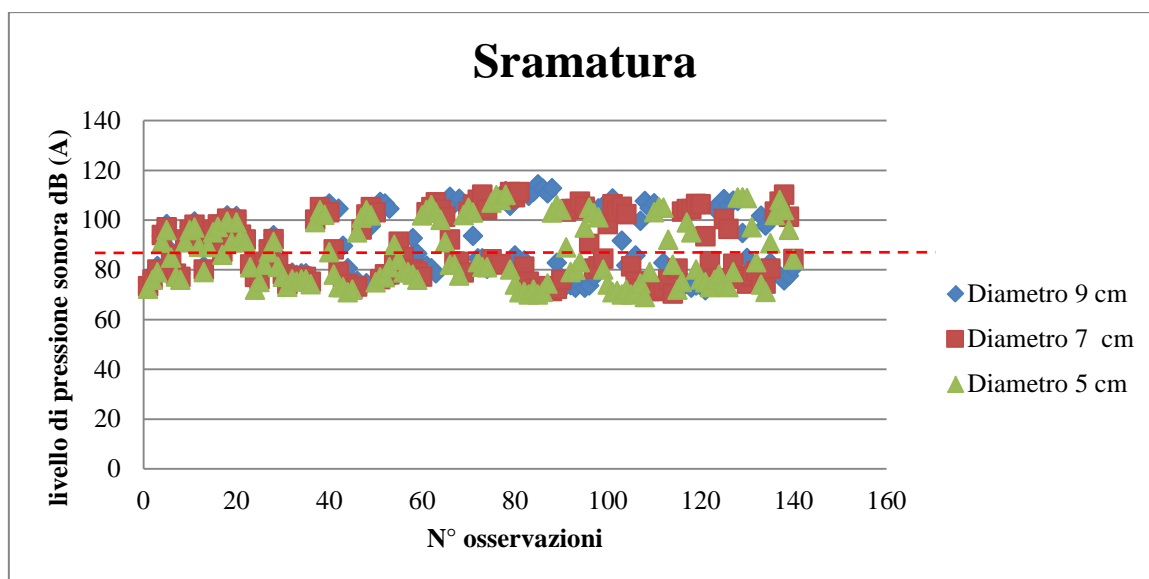


Figura 4- Valori rilevati in fase di sramatura

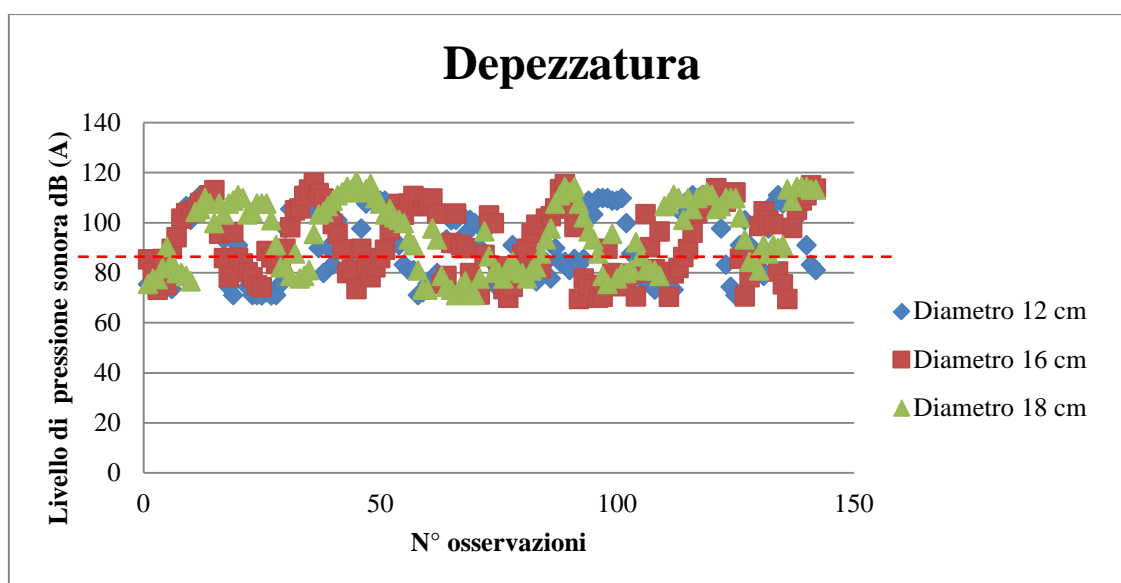


Figura 5- Valori rilevati in fase di depezzatura

Tabella 1- Confronto tra i dati ottenuti dall'analisi della varianza per le diverse fasi di lavorazione

SRAMATURA	MEDIA	VARIANZA
DIAMETRO 5 cm	86,393	159,118
DIAMETRO 7 cm	88,379	162,097
DIAMETRO 9 cm	90,576	169,589

DEPEZZATURA		
DIAMETRO 12 cm	90,796	187,655
DIAMETRO 16 cm	92,256	190,733
DIAMETRO 18 cm	94,932	196,136
ABBATTIMENTO		
DIAMETRO 10 cm	90,735	154,147
DIAMETRO 15 cm	94,344	177,325
DIAMETRO 20 cm	101,541	204,845

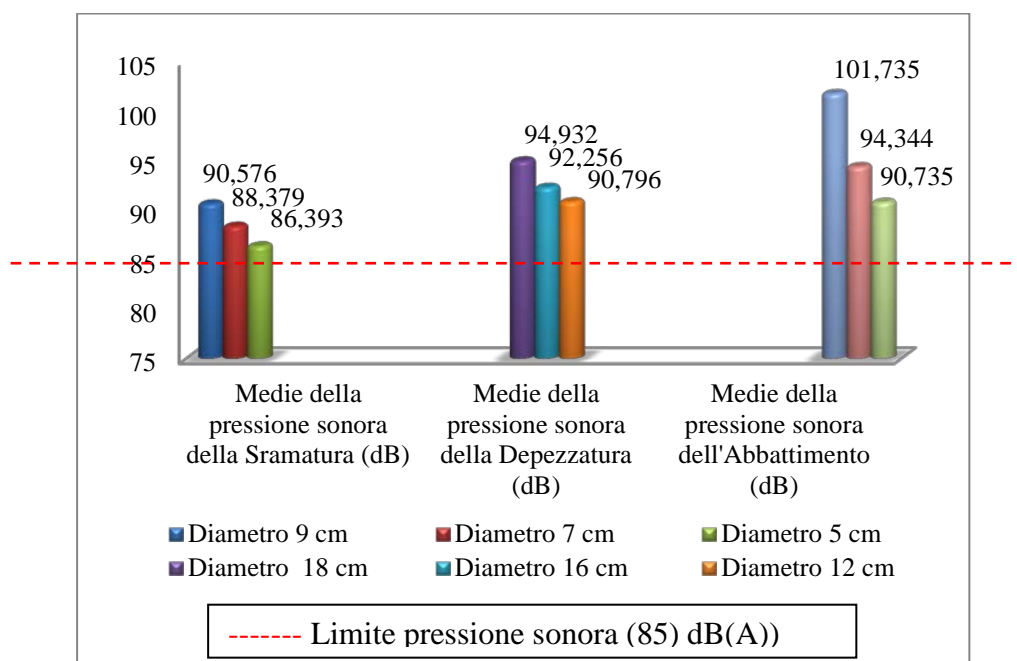


Figura 6- Confronto tra le medie della pressione sonora nelle varie fasi