

La Banca Dati Rumore per l'edilizia

INAIL
DIREZIONE REGIONALE PIEMONTE
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SUL LAVORO

 **C.P.T.**
TORINO
COMITATO PARITETICO TERRITORIALE
PER LA PREVENZIONE INFORTUNI, L'IGIENE
E L'AMBIENTE DI LAVORO DI TORINO E PROVINCIA

La Banca Dati Rumore per l'edilizia

INAIL
DIREZIONE REGIONALE PIEMONTE
ISTITUTO NAZIONALE PER L'ASSICURAZIONE
CONTRO GLI INFORTUNI SULLAVORO

 **C.P.T.**
TORINO

PER LA PREVENZIONE INFORTUNI, L'IGIENE
E L'AMBIENTE DI LAVORO DI TORINO E PROVINCIA

Prefazione

"L'industria delle costruzioni ha una caratteristica particolare che la contraddistingue dagli altri settori industriali, specie per ciò che concerne l'importante materia della prevenzione dei rischi da lavoro: tali rischi sono estremamente variabili durante la vita dello stesso cantiere e sono diversi come diverse sono le lavorazioni".

Con questo concetto iniziava la prefazione del primo manuale operativo per la valutazione del rischio derivante dall'esposizione a rumore nel settore delle costruzioni pubblicato dal C.P.T.. Allo stesso modo abbiamo voluto iniziare questo nuovo lavoro soffermandoci su quello che, nonostante le numerose innovazioni tecnologiche del settore, è rimasto invariato.

Nel settore delle costruzioni ogni opera è da considerare un prototipo, dal momento che è impossibile che in un cantiere si possano ripetere le medesime condizioni determinate nella costruzione di un'opera simile.

Il cantiere edile e le attività che si svolgono al suo interno sono spesso caratterizzate da una breve durata nel tempo e dalla non ripetibilità; ciò rende quasi impossibile la rapida ed efficace valutazione del rischio per gli inevitabili incongrui tempi tecnici di una campagna di misurazione diretta. Al contrario, l'impiego delle banche dati permette sia al datore di lavoro sia al coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, la valutazione preventiva del rischio e consente di adottare per tempo le misure di prevenzione necessarie.

Queste problematiche, da sempre presenti nel settore, sono state oggetto di interesse da parte del C.P.T.: nel 1993 la prima Banca dati rumore ha ottenuto, nell'ambito dell'anno europeo della sicurezza, un apporto economico da parte della Comunità europea e dal Ministero del Lavoro, che ne ha riconosciuto ufficialmente la validità. Nel 2000 è stato pubblicato l'aggiornamento dei dati che ha seguito la precedente metodologia e che è stato utilizzato per la redazione del documento di valutazione dei rischi fino all'entrata in vigore del D.Lgs. 195/2005.

Con l'entrata in vigore del D.Lgs. 81/2008, il C.P.T. ha ritenuto opportuno aggiornare la precedente Banca dati e renderla conforme alle nuove disposizioni normative.

La partecipazione e il supporto di INAIL Piemonte ha reso possibile la realizzazione del progetto. La collaborazione con INAIL per il progetto Banca dati è cominciata con la presentazione dell'architettura progetto che prevedeva la creazione di una banca dati rumore e vibrazioni che potesse essere utilizzata per il calcolo del livello di esposizione necessario alla redazione del documento di valutazione dei rischi.

Tuttavia, se l'art. 190 comma 5-bis del D.Lgs. 81/2008 stabilisce che l'emissione sonora di attrezzature di lavoro, macchine e impianti può essere stimata in fase preventiva facendo riferimento a livelli di rumore standard individuati da studi e misurazioni, per quanto riguarda la parte inerente il rischio vibrazioni, la normativa non prevede l'esistenza di Banche dati ufficiali se non quelle ISPESL o delle Regioni.

Va qui evidenziato che con la legge 30 luglio 2010, n. 122, l'ISPESL è stata accorpata all'INAIL; pertanto nel testo a seguire ogni riferimento a

ISPESL (sia di normativa che per la Banca dati) sarà da considerare riferito a INAIL.

Il C.P.T. ha presentato questo progetto in Commissione consultiva e dopo un'analisi durata quasi un anno da parte del sottocomitato agenti fisici (comitato tecnico formato dai rappresentanti di ASL, parti sociali, INAIL), il progetto e la metodologia utilizzata per la parte inerente il rumore hanno ottenuto parere positivo e validazione ufficiale il 20 aprile 2011.

Ciò significa che già in fase di progettazione, conoscendo in via preventiva i livelli di emissione sonora delle macchine ed attrezzature, sarà possibile organizzare il cantiere in modo da ridurre il rischio al minimo. Inoltre i valori presenti nella banca dati permetteranno sia la stima del rischio in fase preventiva per le imprese che svolgono le attività fonte di pericolo, sia il dovuto flusso di informazioni, attraverso il POS, alle imprese che si trovano ad interagire con queste e devono valutare i rischi passivi.

Al momento la normativa vigente non permette l'utilizzo delle banche dati per il calcolo del livello di esposizione e quindi per la redazione del documento di valutazione del rischio rumore. La Regione Piemonte, però, ha pubblicato delle raccomandazioni che consentono l'utilizzo delle Banche dati nel comparto edile con alcune avvertenze per non cadere in errori che potrebbero rendere poco attendibili i risultati.

Per quanto riguarda la parte inerente il rischio vibrazioni, pur giudicando validi dal punto di vista tecnico i dati raccolti (ricordiamo che il C.P.T. ha collaborato con ISPESL nella creazione della Banca dati vibrazioni), non è possibile validarla, poiché l'art. 202 comma 2 del D.Lgs. 81/2008 limita a ISPESL e Regioni l'ufficialità delle Banche dati.

Per tenere fede al progetto INAIL, il C.P.T. ha deciso di inserire i rilievi vibrazioni, che possono essere utilizzati a livello indicativo, in una sezione a parte del sito del C.P.T..

Gli stessi dati possono essere scaricati e utilizzati per il documento di valutazione dei rischi dalla Banca dati ufficiale ISPESL.

Riportiamo di seguito le indicazioni della Regione Piemonte sull'utilizzo delle Banche dati nel comparto edile ricordando che esse fanno ancora riferimento all'art. 103 poiché sono state pubblicate prima che l'articolo fosse abrogato e il suo contenuto, rimasto invariato, spostato nel TITOLO VIII (al comma 5bis dell'art. 190).

Edilizia

La valutazione del rischio da rumore in edilizia è sicuramente complessa: la molteplicità delle macchine e delle attrezzature, delle lavorazioni manuali e delle condizioni operative ad esse associate, nonché la variabilità delle posizioni dei lavoratori rispetto alle sorgenti sonore e alla pluralità degli ambienti di lavoro richiederebbero infatti di eseguire un numero molto elevato di misurazioni. Inoltre la varietà delle attività lavorative e l'incostanza delle durate delle diverse operazioni rendono molto difficoltosa la determinazione dei tempi di esposizione, rendendo altrettanto difficile la definizione dei livelli di esposizione personale. A fronte di esposizioni così variegata, le attività che determinano il rischio potrebbero essere scarsamente identificate, con la conseguenza che i programmi di riduzione del rischio potrebbero non essere adeguatamente mirati ai fini preventivi, rendendo inoltre di difficile esecuzione la ricerca del nesso causale nei casi di ipoacusia. Il cantiere edile e le attività che si svolgono al suo interno sono spesso caratterizzate da una breve durata nel tempo; ciò rende difficoltosa una valutazione del rischio in ogni cantiere per gli inevitabili tempi tecnici di una campagna di misurazione diretta. Non da ultimo le misurazioni devono tener conto delle incertezze determinate secondo la norma UNI 9432.

La difficoltà del comparto ha richiesto al legislatore l'introduzione, all'interno del Titolo IV (edilizia) del D.Lgs. 81/2008, di uno specifico articolo sulle modalità di previsione di livelli sonori, l'art. 103, il quale afferma che l'emissione sonora di attrezzature di lavoro, macchine e impianti può essere stimata in fase preventiva facendo riferimento a livelli di rumore standard individuati da studi e misurazioni la cui validità è riconosciuta dalla Commissione consultiva permanente di cui all'articolo 6, riportando la fonte documentale cui si è fatto riferimento. D'altra parte in un settore così particolare, più che la ricerca della estrema precisione della misura, si ritiene importante perseguire l'adozione di misure di prevenzione e protezione in cantiere.

Se però da un lato il ricorso a banche dati, oggi in continua evoluzione, è utile per raggiungere una semplificazione in un settore così complesso, dall'altro lato occorre evitare la normalizzazione dei livelli di rumore emessi dalle diverse sorgenti, che non permetterebbe alle singole imprese di individuare quali, tra le proprie sorgenti di rumore, necessitano prioritariamente di bonifica acustica, ed evitare inoltre la standardizzazione dei tempi di esposizione, che non consentirebbero riconsiderazioni sull'organizzazione aziendale del lavoro in cantiere. In definitiva l'art. 103, tenendo conto della particolarità del settore edile, si integra con l'art. 190 del capo VIII, il quale recita che "I metodi utilizzati possono includere la campionatura, purché sia rappresentativa dell'esposizione del lavoratore".

In sostanza si tratta di utilizzare le informazioni contenute nelle banche dati con le cautele più avanti descritte, senza abbandonare le misurazioni laddove non è certa la congruenza tra i livelli di esposizione individuati secondo tabelle standard con quella personale di ogni addetto. Risulta

quindi necessario individuare criteri più attinenti al comparto edile, adottando il seguente percorso logico:

- 1) individuazione delle attività lavorative e delle relative emissioni sonore durante il loro svolgimento;
- 2) suddivisione dei lavoratori operanti in cantiere in gruppi omogenei secondo le attività svolte ed individuazione, nell'ambito di ciascun gruppo omogeneo, dei livelli equivalenti di esposizione a ciascuna delle attività e della relativa percentuale di tempo lavorativo dedicato;
- 3) calcolo per ciascuna mansione del livello di esposizione personale relativo alla settimana di maggior rischio (ai sensi del comma 3, art. 189) riferita all'intera durata del ciclo produttivo, tenuto conto delle caratteristiche del cantiere.

Per mansione si intende un gruppo di lavoratori che svolgono le stesse attività con le medesime attrezzature e per lo stesso periodo di tempo, riconducibili quindi alla definizione di gruppo acusticamente omogeneo contenuta nella norma UNI 9432.

E' ormai prassi verificata e consolidata che i risultati rilevati in un cantiere siano esportabili in altri cantieri, anche non necessariamente della stessa impresa, dove si utilizzino simili macchine, attrezzature e metodologie di lavoro. In tal caso, per la valutazione del rischio rumore, con le avvertenze di cui si dirà in seguito, possono essere utilizzati valori individuati nelle banche dati o a quelli già in possesso delle imprese.

Anche se le attività svolte nei cantieri dello stesso genere si ripetono abitualmente nello stesso modo, occorre controllare, cantiere per cantiere, i tempi di esposizione assegnati ai lavoratori. Quanto preventivato dovrà essere oggetto di verifica, per accertare eventuali difformità dalla realtà sia in termini di rumorosità che di tempi di esposizione.

L'adattabilità di situazioni tipo alla specifica situazione è comunque responsabilità del datore di lavoro e del tecnico competente, i quali devono esplicitamente dichiarare tale adattamento. Condizione essenziale per far ricorso a tale metodo è che le misurazioni prese a riferimento siano state condotte secondo i criteri tecnici e le modalità prescritte dalle norme di buona tecnica e siano applicabili all'azienda in esame.

Ai fini dell'applicazione della metodologia di valutazione delineata nei precedenti punti va ribadito che, in situazioni non contemplate nelle banche dati, sono necessarie le verifiche strumentali.

Per utilizzare valori corretti, che possono essere diversi da quelli indicati nelle banche dati, si dovrà tenere conto quindi:

- dei risultati di rilevazioni di controllo sulle attività presenti e sulle relative sorgenti di rumore (macchine e attrezzature diverse o uguali, ma più rumorose per obsolescenza o carenza di manutenzione);
- degli effettivi tempi di esposizione utilizzati;
- della possibile sovrapposizione di rumori provenienti da altre attività in atto nello stesso cantiere;

- di eventuali altre situazioni peggiorative quali, per esempio, lavoro in ambienti confinati;
- di caratteristiche delle macchine superiori a quelle individuate in banca dati (attrezzi efficacemente “silenzianti”) o di particolari disposizioni che producano effetti di schermo;
- di particolari modalità operative.

Alcune verifiche strumentali possono comunque essere necessarie, ai fini dell'adozione delle misure di prevenzione e protezione di cui all'art. 192, con particolare riferimento agli interventi alla sorgente e in riferimento alla scelta e alla verifica di efficacia dei DPI di cui all'art. 193.

In estrema sintesi l'impresa deve eseguire il costante aggiornamento del documento di valutazione del rischio rumore aziendale (fermo restando la periodicità di revisione di cui all'art. 181 comma 2), attraverso i dati delle rilevazioni proprie o con quelli contenuti nelle banche dati esistenti.

Allo stesso modo nel Piano Operativo di Sicurezza, ossia la valutazione del rischio dello specifico cantiere, deve essere presente l'esito del rapporto di valutazione del rischio rumore.

L'uso delle banche dati rimane sicuramente lo strumento indispensabile ai coordinatori per la sicurezza in fase di progettazione per effettuare previsioni volte a gestire, dal punto di vista acustico, l'organizzazione del cantiere. Per quanto concerne i datori di lavoro, questi potranno verificare prima dell'avvio delle attività se le condizioni previste per quel cantiere sono compatibili con i livelli di protezione adottati per i propri lavoratori.

In accordo con quanto più avanti espresso al capitolo 4 relativamente ai criteri di bonifica, per il comparto edile si ritiene utile richiamare molto brevemente le misure principali di prevenzione:

- acquisto delle macchine meno rumorose disponibili sul mercato (mediante valutazione dei livelli sonori riportati nei documenti di certificazione e/o nelle banche dati);
- effettuazione della manutenzione periodica delle macchine;
- adozione di procedure di lavoro meno rumorose (va evitata la caduta dei pezzi, dove possibile vanno impiegate viti al posto dei chiodi, ecc.) e riduzione dell'esposizione indiretta (nessun addetto deve operare “inutilmente” in prossimità di lavorazioni o macchine rumorose);
- allontanamento o segregazione delle lavorazioni molto rumorose effettuabili in ogni sito (ad es. il taglio delle tavole di legno mediante sega circolare va effettuato in un'area periferica del cantiere dotata di schermature) e ubicazione delle macchine più rumorose in campo aperto;
- individuazione di dispositivi individuali di protezione uditiva realmente efficaci;
- formazione e informazione dei lavoratori per sottolineare la nocività del rumore, le procedure di lavorazione meno rumorose, il problema dell'esposizione indiretta, ecc.;
- addestramento dei lavoratori sul corretto e scrupoloso utilizzo degli otoprotettori.



Presentazione C.P.T. Torino

Il C.P.T. (Comitato Paritetico Territoriale per la Prevenzione Infortuni, l'Igiene e l'Ambiente di Lavoro di Torino e Provincia) è stato costituito nel 1970 con accordo tra il Collegio dei Costruttori Edili (ANCE) della provincia di Torino, le associazioni artigiane di categoria (CNA Costruzioni, CASA e Unione Artigiana) e le organizzazioni sindacali dei lavoratori edili (FeNEAL-UIL, FILCA-CISL, FILLEA-CGIL).

Il C.P.T. è gestito pariteticamente dai soggetti costituenti attraverso un comitato di gestione e il suo finanziamento, previsto dalle norme contrattuali, avviene attraverso il contributo delle imprese iscritte alla Cassa Edile.

L'art. 51 del D.Lgs. 81/2008 introduce a livello normativo gli organismi paritetici e le loro funzioni.

Gli scopi del Comitato sono lo studio e la risoluzione dei problemi generali e specifici inerenti la prevenzione degli infortuni, l'igiene ed il miglioramento dell'ambiente di lavoro in genere, formulando proposte e suggerimenti e promuovendo le appropriate iniziative in materia.

Le principali attività del C.P.T. sono: gli interventi nei cantieri attraverso propri tecnici qualificati offrendo consulenze specialistiche alle imprese edili, la formazione e informazione destinata agli operatori del settore, la realizzazione di materiale informativo e didattico, le campagne di prevenzione infortuni, la consulenza alle imprese, i rilievi di rumore e vibrazioni, le ricerche applicate nel campo della sicurezza.

Il C.P.T., infatti, pubblica e aggiorna propri manuali, dispense e stampati dedicati alle varie figure professionali dell'edilizia: le pubblicazioni coprono tutte le tematiche relative alla sicurezza nelle costruzioni, ai livelli di approfondimento richiesti per i vari ruoli.

Le novità legislative introdotte in materia di sicurezza del lavoro, frutto del recepimento di importanti Direttive Comunitarie, hanno spinto il C.P.T. ad avviare qualificate ricerche nel settore al fine di mettere a punto precise metodiche applicative delle norme, tese a favorire la loro corretta applicazione da parte delle aziende edili e di coloro che si occupano di prevenzione, sicurezza e ambiente.

Le ricerche costituiscono anche un'utile fonte di nozioni per l'attività formativa e informativa prevista dalla normativa.

Il C.P.T. ha sviluppato negli ultimi anni una ricca e feconda collaborazione con gli enti pubblici e istituti preposti alla sicurezza.



Presentazione INAIL

Nella pluralità degli obiettivi che l'INAIL persegue, la riduzione del fenomeno infortunistico e tecnopatologico riveste un ruolo di centralità, costituendo uno strumento essenziale alla tutela dei lavoratori. Le molteplici iniziative, allo scopo attuate negli ultimi decenni, hanno accreditato l'Istituto anche come soggetto con un ruolo chiave nel sistema prevenzione del Paese.

Le recenti innovazioni normative, infatti, hanno affidato all'INAIL il ruolo di fulcro del Polo della salute e sicurezza, nato dall'accorpamento fra INAIL, ISPESL e IPSEMA, struttura che, per la prima volta nel welfare italiano, rende operativo un unico soggetto titolare delle azioni prevenzionali, assicurative e di ricerca.

Si tratta di un ruolo strategico attorno al quale l'Istituto ha incentrato la propria mission aziendale, mettendo in atto politiche di innovazione e di riposizionamento sul territorio privilegiando il modello partecipativo con i Soggetti che a vario titolo, nel territorio, hanno compiti in tema di tutela della salute e sicurezza del lavoro.

Fra questi, partner strategici risultano gli Organismi Paritetici, il cui ruolo è stato rafforzato dalle modifiche apportate al D.Lgs. 81/2008 dal D.Lgs. 106/2009.

Il confronto con la bilateralità consente, infatti, di calibrare meglio gli interventi prevenzionali grazie a una lettura a più voci e a un confronto più ampio e condiviso con le Parti Sociali sui bisogni di sicurezza del mondo del lavoro.

In questo contesto, si colloca il rapporto di collaborazione fra INAIL Piemonte e il Comitato Paritetico territoriale per l'edilizia di Torino e Provincia, con il quale sono state avviate diverse attività finalizzate a sostenere i datori di lavoro e i lavoratori del comparto costruzioni con l'obiettivo ultimo di contenere il fenomeno infortunistico e tecnopatologico.

Fra queste particolare attenzione è stata posta all'implementazione della Banca dati rumore, a suo tempo realizzata dal C.P.T., in considerazione della rilevanza che il rischio rumore assume nei cantieri edili. I danni alla salute da rumore, infatti, costituiscono ancora una criticità nel comparto costruzioni; secondo i dati INAIL, nel 2009 il 52 per cento delle malattie tabellate manifestatesi in Piemonte in questo comparto e ammesse a tutela sono rappresentate da ipoacusie e sordità.

Inoltre, la peculiarità dei cantieri edili, luoghi di lavoro dinamici nel tempo e nello spazio, rende più complessa la valutazione del rischio rumore.

La Banca dati rumore, implementata conformemente alle norme vigenti e alle Raccomandazioni per la prevenzione dei rischi da rumore emanate

dalla Regione Piemonte nel 2009, costituisce uno strumento di lavoro concreto per i titolari degli obblighi normativi in tema di valutazione del rischio rumore nei cantieri consentendo la valutazione del rischio già in fase preventiva.

La qualità del prodotto realizzato è stata ampiamente dimostrata dal parere positivo emesso su di essa dal sottocomitato agenti fisici della Commissione consultiva ex art. 7 D.Lgs. 81/2008, circostanza che conferma la correttezza della scelta di INAIL Piemonte di mettere a disposizione, coerentemente con le necessità del territorio, le proprie risorse economiche e professionali a quei Soggetti che, come il Comitato Paritetico, hanno posto a fondamento nei propri programmi la tutela del lavoro nelle sue diverse forme.

Antonio Traficante

Direttore Regionale INAIL Piemonte

IL PARERE DEL MINISTERO DEL LAVORO E DELLE POLITICHE SOCIALI	15
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	19
POTENZA SONORA	19
PRESSIONE SONORA	25
VIBRAZIONI	30
IL MANUALE	35
UTILIZZO DELLA BANCA DATI E DELLE MISURE EFFETTUATE DAL C.P.T.	36
BANCA DATI	37
MISURE ACCELEROMETRICHE E FONOMETRICHE	41
PROGRAMMA DI CALCOLO	44
BANCA DATI	47
ELENCO SCHEDE DI POTENZA SONORA	49
SCHEDE DI POTENZA SONORA	53
ELENCO SCHEDE DI PRESSIONE SONORA	139
SCHEDE DI PRESSIONE SONORA	141
MISURE ACCELEROMETRICHE E FONOMETRICHE	193
ELENCO SCHEDE DI PRESSIONE SONORA	195
SCHEDE DI PRESSIONE SONORA	201
ELENCO SCHEDE VIBRAZIONI	383
SCHEDE VIBRAZIONI	389



Il parere del Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali



Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali
Partenza - Roma, 30/06/2011
Prot. 15 / VI / 0014878 / MA001.A001

*Ministero del Lavoro
e delle Politiche Sociali*

DIREZIONE GENERALE DELLA TUTELA DELLE CONDIZIONI DI LAVORO
DIV. VI

Alla Camera dei Deputati

Alla Presidenza del Consiglio dei Ministri –
Dipartimento per le pari opportunità

Alla Presidenza del Consiglio dei Ministri –
Ministero per la pubblica amministrazione e
l'innovazione

Al Ministero della salute

Al Ministero dello sviluppo economico

Al Ministero dell'interno

Al Ministero della difesa

Al Ministero delle infrastrutture e dei trasporti

Al Ministero delle politiche agricole, alimentari
e forestali

Alla Direzione Generale per l'attività ispettiva

All'Ufficio della Consigliera Nazionale di parità

Alle Direzioni regionali e provinciali del lavoro

All'ispettorato regionale del lavoro di Palermo

All'ispettorato regionale del lavoro di Catania

Al Comando Carabinieri per la tutela del lavoro

Agli assessorati regionali alla salute



*Ministero del Lavoro
e delle Politiche Sociali*

DIREZIONE GENERALE DELLA TUTELA DELLE CONDIZIONI DI LAVORO
DIV. VI

Alla provincia autonoma di Trento

Alla provincia autonoma di Bolzano

Al Coordinamento Tecnico delle Regioni -
Assessorati Sanità

All'INAIL

Alla CGIL

Alla CISL

Alla UIL

Alla UGL

Alla CISAL

Alla CONFSAI

Alla CIU

Alla CIDA

Alla CONFINDUSTRIA

Alla CONFCOMMERCIO

Alla CONFAGRICOLTURA

Alla CONFARTIGIANATO

Alla CNA

Alla CONFESERCENTI

Alla CONFAPI



*Ministero del Lavoro
e delle Politiche Sociali*

DIREZIONE GENERALE DELLA TUTELA DELLE CONDIZIONI DI LAVORO

DIV. VI

Alla CONFCOOPERATIVE

Alla LEGACOOOP

All' ABI

All' AGCI

All' UNCI

Alla CASARTIGIANI

LORO SEDI

Oggetto: Aggiornamento Banca Dati del CPT di Torino

Si comunica che il documento concernente l'argomento specificato in oggetto, approvato in data 20 aprile 2011 dalla Commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro di cui all'art. 6 del D.lgs. n. 81/2008 e s.m.i., è disponibile nell'area dell'home page dedicata alla "Sicurezza nel lavoro" del sito Internet del Ministero del lavoro e delle politiche sociali (<http://www.lavoro.gov.it/Lavoro/SicurezzaLavoro>).

IL DIRETTORE GENERALE
(Dott. Giuseppe Umberto Mastropietro)



Normativa di riferimento

POTENZA SONORA

La norma UNI EN ISO 3746:2009 consente di effettuare la misura anche in ambienti moderatamente riverberanti; pertanto (a differenza ad esempio della ISO 3744) è più frequentemente utilizzabile per misure in situ su macchine installate in stabilimenti industriali. L'accuratezza della misura rientra nel metodo di controllo (grado 3); la riproducibilità dei risultati (ottenibili in ambienti di misura differenti) è esprimibile con una deviazione standard non superiore a 4 o a 5 dB per sorgenti che irradiano rumore, rispettivamente, a banda larga o con caratteristiche tonali.

Il metodo definito dalla norma ISO 3746 si basa sul fatto che il livello medio di pressione sonora sulla superficie di misura determinato in condizioni reali, una volta corretto per eliminare l'influenza del rumore residuo e delle riflessioni ambientali, esprime il livello medio di pressione sonora sulla superficie di misura in condizioni di campo libero (Lpf); tale livello equivale al livello di potenza per unità di superficie. Il livello di potenza sonora della macchina si otterrà quindi facendo riferimento all'intera superficie di misura.

Il presente protocollo di misura, non esclude la possibilità di utilizzare altre norme tecniche della famiglia UNI EN ISO 374X le quali presentano un grado di precisione maggiore.

Come risulta dalla tabella 1, sono previsti tre gradi di precisione delle misure: metodo di laboratorio, metodo progettuale, metodo di controllo. Il metodo di laboratorio è quello che assicura l'incertezza minore in termini di ripetibilità e riproducibilità delle misure, segue il metodo progettuale, ed infine il metodo di controllo.

A determinare il grado di precisione contribuisce in modo determinante il tipo di campo sonoro in cui avviene la misura e, sotto questo aspetto, le metodologie di misura della potenza acustica si possono considerare divise in due sottogruppi principali:

- misure in campo libero o semilibero, oppure in ambienti in cui si cerca di apportare correzioni per riportarsi alla misura in campo libero;
- misure in ambienti riverberanti, sia di laboratorio sia di tipo speciale, in cui si cerca di realizzare condizioni di campo diffuso con caratteristiche controllate.

Tabella 1 - Quadro di sintesi delle norme UNI EN ISO 374x per la misura della potenza sonora con il metodo della pressione

Norma tecnica	Classificazione del metodo	Ambiente di prova	Caratteristiche del rumore	Livello di potenza sonora ottenibile	Informazioni supplementari
3741	Di precisione	Camera riverberante con specifici requisiti	Stabile larga banda	In banda d'ottava o 1/3 d'ottava	Livello di potenza sonora pesato in A
3742			Stabile componenti discrete in banda stretta		
3743	Ingegneristico	Camera riverberante con specifici requisiti	Stabile larga banda e componenti discrete	Pesato in A e in bande d'ottava.	Livelli di potenza con altre ponderazioni
3744	Ingegneristico	All'aperto	Qualsiasi	Livello pesato in A, a bande d'ottava o in 1/3 d'ottava	Informazioni sulla direttività e sul livello di pressione in funzione del tempo
3745	Precisione	Camera anecoica o semianecoica			
3746	Controllo	Nessuna specificazione particolare	Stabile, a banda larga, componenti discrete in banda stretta	Ponderazione A	Livelli di pressione sonora in funzione del tempo, livelli di potenza sonora con altre ponderazioni

Di seguito viene specificata la procedura da seguire per il calcolo della potenza sonora in caso si stiano valutando piccole sorgenti aventi caratteristica di emissione emisferica (sorgente puntiforme appoggiata su un piano acusticamente riflettente)

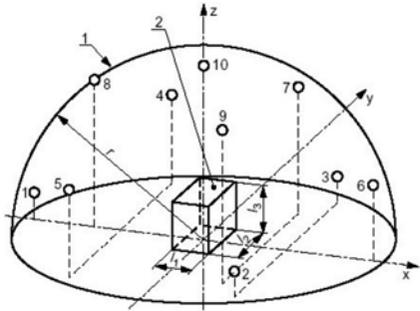


Immagine riferita al posizionamento dei microfoni (numeri che vanno da 1 a 10 nei confronti della sorgente parallelepipedo al centro della semi-sfera)

- misura del livello sonoro L_{pi} in alcune posizioni (dipendenti dalle dimensioni della sorgente e dalla variabilità del livello sonoro fra le posizioni) disposte su una semisfera di misura ad una certa distanza r dal centro della sorgente;
- determinazione del livello medio di pressione sonora L_{pm} mediante la relazione:

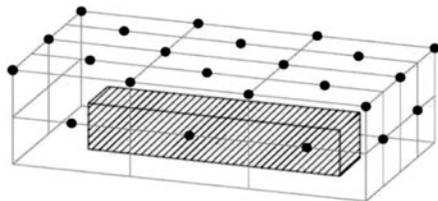
$$1) \quad L_{pm} = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1 L_{pi}} \right)$$

- determinazione del livello di potenza sonora L_w della sorgente mediante la relazione:

$$2) \quad L_w = L_{pm} + 10 \log S$$

dove S = area della semisfera ($2\pi r^2$) in m^2

Di seguito viene specificata la procedura da seguire per il calcolo della potenza sonora in caso si stiano valutando sorgenti di medie/grandi dimensioni appoggiate su un piano riflettente:



Postazioni di misura sul parallelepipedo nei confronti della sorgente

- scelta di un parallelepipedo di riferimento definita come la superficie fittizia costituita dal più piccolo parallelepipedo di forma rettangolare che racchiude la sorgente ed è delimitato dal piano riflettente;
- scelta di un parallelepipedo di misura definito come il parallelepipedo rettangolare con i lati paralleli a quelli del parallelepipedo di riferimento; in tal caso la distanza di misurazione, d , è pari alla distanza tra la superficie di misurazione e il parallelepipedo di riferimento. Questa distanza d dovrebbe corrispondere ad uno dei seguenti valori (in metri): 0,25, 0,5, 1, 2, 4, o 8. Le distanze di misurazione maggiori di 1 m possono essere scelte per sorgenti di grandi dimensioni.
- Suddividere le facce del parallelepipedo di misura mantenendo la proporzione $<3 d$ secondo lo schema in figura.

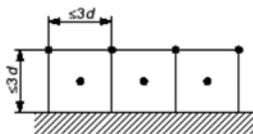


Figura raffigurante la divisione della superficie di misura in relazione alla distanza d

- Ciascun piano della superficie di misurazione deve essere considerato a sé stante e suddiviso in modo da ottenere il più piccolo numero di aree rettangolari parziali di uguali dimensioni con una lunghezza massima del lato pari a $3 d$.
- Le postazioni microfoniche si trovano nel centro e in ogni angolo di ciascuna area parziale [esclusi gli angoli che intersecano il piano riflettente]. In questo modo si ottengono le postazioni microfoniche.
- Le Misure del rumore di fondo devono essere rappresentative del clima acustico della zona.

- Le postazioni microfoniche si trovano sulla superficie di misurazione, una superficie fittizia di area S che racchiude la sorgente, i cui lati sono paralleli ai lati del parallelepipedo di riferimento e si trovano ad una distanza d (distanza di misurazione) dal parallelepipedo.
- Calcolo dell'area S della superficie di misurazione è data dalla formula seguente:

$$S = 4(ab + bc + ca)$$

dove $a = 0,5l_1 + d$ $b = 0,5l_2 + d$ $c = l_3 + d$

dove l_1, l_2, l_3 sono rispettivamente la lunghezza, la larghezza e l'altezza del parallelepipedo di riferimento.

Per ottenere il livello di potenza sonora della macchina bisogna fare riferimento all'intera superficie di misura ed ottenere i livelli L' .

- L_{pf} , definito come il livello di pressione sonora superficiale, dato dalla media energetica dei livelli equivalenti di pressione sonora in corrispondenza di tutte le postazioni microfoniche sulla superficie di misurazione, viene espresso in dB, e calcolato secondo la formula:

$$1) \quad L_{pf} = L' - K_1 - K_2$$

dove L' è il livello medio di pressione sonora sulla superficie di misura, K_1 è il fattore di correzione relativo al rumore residuo, K_2 è il fattore di correzione relativo alle riflessioni ambientali.

- Il livello L' si ottiene calcolando la media energetica dei livelli L'_i rilevati nei punti di misura

$$2) \quad L' = 10 \log \frac{1}{N} \sum 10^{0,1L'_i}$$

dove N è il numero dei rilievi.

Il fattore di correzione K_1 si riferisce al rumore residuo, ovvero al rumore rilevato a macchina disattivata: tale rumore comprende tutte le sorgenti sonore esclusa quella in esame (comprende quindi anche il rumore elettrico della linea di misura).

Il fattore K_1 , espresso in dB, è dato da

$$3) \quad K_1 = -10 \log(1 - 10^{-0,1\Delta L'})$$

dove $\Delta L'$ è la differenza tra i livelli medi di pressione sonora sulla superficie di misura a macchina in funzione e a macchina disattivata (entrambi calcolati tramite la relazione 2).

Secondo la norma UNI EN ISO 3746, qualora $\Delta L'$ sia superiore a 10 dB, si assume K_1 pari a zero; qualora $\Delta L'$ sia inferiore a 3 dB, l'accuratezza della misura non raggiunge quella propria del progetto stesso (grado 3).

Il fattore di correzione K_2 (denominato indicatore ambientale) esprime l'incremento del livello sonoro medio sulla superficie di misura dovuto alle riflessioni ambientali.

Nel caso di misure effettuate all'aperto (con la macchina sempre posta su una superficie riflettente, ma lontano da altri elementi riverberanti), si assume K_2 pari a zero.

Nel caso di misure effettuate in ambienti confinati, il fattore K_2 , espresso in dB, è dato da:

$$4) \quad K_2 = 10 \log \left(1 + 4 \frac{S}{A} \right)$$

dove S è la superficie di misura e A è l'area equivalente di assorbimento (entrambe espresse in m^2).

Utilizzando la formula di Sabine, l'area equivalente di assorbimento A è data da

$$5) \quad A = 0,16 \frac{V}{T}$$

dove V è il volume del locale di misura (espresso in m^3) e T è il tempo di riverbero rilevato nel locale (espresso in s).

Il valore di K_2 è tanto più elevato quanto maggiori sono le riflessioni ambientali. Per l'applicabilità della norma UNI EN ISO 3746, K_2 deve essere inferiore a 7 dB.

Il livello di potenza sonora della macchina (L_w), espresso in dB, è dato da

$$6) \quad L_w = L_{pf} + 10 \log \left(\frac{S}{S_0} \right)$$

dove S è la superficie di misura e S_0 è la superficie unitaria, entrambe espresse in m^2 .

Sulla base delle norme è possibile determinare il livello di potenza sonora ponderato A ; i livelli sonori nei punti di misura vanno perciò rilevati impiegando tale ponderazione. A questa ponderazione si riferiscono le deviazioni standard riportate in precedenza che caratterizzano la riproducibilità di ciascun metodo. Per quanto riguarda il tempo di riverbero entrambi i documenti raccomandano di utilizzare il valore relativo alla banda centrata su 1000 Hz.

PRESSIONE SONORA

Le misure di pressione sonora sono state effettuate utilizzando la norma UNI 9432-2008.

Posizioni di misura

Il microfono viene posto nella posizione occupata normalmente dalla testa del lavoratore e, in assenza del lavoratore stesso, nel punto che meglio ne rappresenta la reale esposizione.

Qualora il lavoratore sia presente nella propria postazione di lavoro, il microfono viene posizionato ad una distanza da 0,10 m a 0,40 m dall'entrata del canale uditivo esterno dell'orecchio che percepisce il più elevato dei livelli sonori continui equivalenti ponderati A ed all'altezza dell'orecchio stesso.

Il microfono viene orientato nella stessa direzione dello sguardo del lavoratore durante l'esecuzione dell'attività.

Durante le lavorazioni in cui la posizione della testa non è ben definita, l'altezza del microfono deve essere individuata come segue:

- per persone in piedi: 1,55 m \pm 0,075 m dal piano su cui poggia la persona;
- per persone sedute: 0,80 m + 0,05 m sopra il centro del sedile, con le regolazioni orizzontale e verticale della sedia scelte quanto più possibile prossime a quelle medie.

Tempi di misura

Il tempo totale di ogni singola misura ha una durata sufficiente a far stabilizzare il segnale. In base al tipo di rumore da misurare sono di seguito indicati i tempi e il numero delle misurazioni.

Rumore fluttuante

Quando sulla base dell'indagine preliminare è accertata l'esistenza, per tutto il periodo di esposizione, di rumore fluttuante (non stazionario), l'adeguatezza del valore misurato a rappresentare il livello sonoro continuo equivalente dell'intero periodo può essere garantita:

- mediante l'esecuzione di una singola misurazione di durata pari all'intero periodo di esposizione; in questo caso si ottiene una misurazione diretta di $L_{Aeq,Te}$ e l'incertezza da campionamento è posta pari a zero;
- mediante l'esecuzione di una singola misurazione relativa alla condizione operativa più rumorosa. È compito del responsabile delle misurazioni individuare tale condizione, che deve essere valutata sulla base dell'esperienza e scelta in funzione delle varietà di lavorazioni realmente

effettuate, utilizzando le fonti informative ritenute più affidabili. La durata della misurazione non può essere inferiore alla durata dell'operazione considerata. Anche in questo caso l'incertezza da campionamento è posta pari a zero;

- mediante un opportuno campionamento. In questo caso si procede come segue:

- 1) si eseguono $N \geq 3$ misure, ciascuna di durata tale da garantire la stabilizzazione del livello sonoro continuo equivalente entro $\pm 0,3$ dB(A) e comunque non minore di 5 min. Le misurazioni devono essere effettuate su intervalli di tempo non consecutivi;
- 2) se la differenza fra il massimo e il minimo dei valori misurati è minore di 5 dB(A), il livello sonoro continuo equivalente dell'intero periodo $L_{Aeq,Tp}$ si pone uguale al valore medio calcolato mediante l'equazione:

$$(1) \quad L_{Aeq,Tp} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N L_{Aeq,Tpk}$$

con $L_{Aeq,Tpk}$: livello sonoro continuo ponderato A di ogni singola misura.

- 3) se la differenza fra il massimo e il minimo dei valori misurati è maggiore di 5 dB(A), si utilizza uno degli altri due metodi precedentemente indicati, oppure si suddivide l'attività in due o più sotto-attività. In questo caso l'incertezza da campionamento è valutata come descritto più avanti.

Valutazione dell'imprecisione totale delle misurazioni

I contributi più significativi all'incertezza sul livello di esposizione giornaliera o settimanale sono i seguenti:

- 1) **incertezza da campionamento (altresi nota come "ambientale")**, u_a
- 2) **incertezza da posizionamento dello strumento**, u_i
- 3) **incertezza strumentale**, u_s

1. Incertezza da campionamento

Data una serie di N misure del livello sonoro continuo equivalente ponderato A relative ad una specifica mansione, indicati con $L_{Aeq,Tpk}$ i valori ottenuti, il valore medio è valutato con l'equazione (1) e l'incertezza da campionamento è valutata con l'equazione:

$$(2) \quad u_a = \left(\frac{\sum_{k=1}^N (L_{Aeq,T_{pk}} - L_{Aeq,T_p})^2}{N(N-1)} \right)^{1/2}$$

Le equazioni (1) e (2) forniscono stime adeguate fintantoché la differenza fra il massimo e minimo della serie di livelli sonori continui equivalenti ponderati A risulta minore di 5 dB(A). Se questa condizione non è soddisfatta si segue una via diversa dal campionamento (misura per l'intera durata del periodo di esposizione o misura nella condizione operativa più rumorosa), oppure si suddivide l'attività in due o più sotto-attività.

2. Incertezza da posizionamento dello strumento

L'esistenza di questo termine è dovuta al fatto che il livello sonoro mostra sensibili fluttuazioni spaziali nelle immediate vicinanze del soggetto esposto. Qualche indeterminazione del risultato rimane comunque anche se sono rispettate le raccomandazioni riguardo al posizionamento del microfono. L'incertezza u_1 associata a questo effetto può essere stimata pari a 1 dB.

3. Incertezza strumentale

L'incertezza associata alle caratteristiche tecniche della strumentazione risente di un grande numero di elementi. Per una catena di misura nella quale sia il calibratore sia il misuratore di livello sonoro soddisfano i requisiti della classe 1 della CEI EN 61672-1 l'incertezza strumentale complessiva u_s si può assumere pari a 0,5 dB.

In alternativa è possibile calcolare l'incertezza strumentale tramite l'espressione:

$$u_s = (u_f^2 + u_c^2)^{1/2}$$

dove u_f è l'incertezza dichiarata sul certificato di taratura per il fonometro;
 u_c è l'incertezza dichiarata sul certificato di taratura per il calibratore.

Calcolo dell'incertezza sul livello sonoro continuo equivalente

L'incertezza sul livello sonoro continuo equivalente è calcolata combinando opportunamente le incertezze di cui ai punti da 1 a 3:

$$u_{L_{Aeq,T_p}} = (u_a^2 + u_l^2 + u_s^2)^{1/2}$$

Il valore dell'imprecisione totale delle misurazioni determinato viene sommato a quello del valore del livello sonoro equivalente $L_{Aeq,Tp}$ (1) nel seguente modo:

$$L_{Aeq} = L_{Aeq,Tp} + u_{L_{Aeq,Tp}}$$

Se è stata effettuata una sola misura, nell'incertezza totale sul livello continuo equivalente non sarà presente il contributo dell'incertezza da campionamento.

Per il calcolo del valore del livello sonoro continuo ponderato C si procede nello stesso modo.

Incetenza sul livello sonoro di picco

I contributi all'incertezza sul livello sonoro di picco sono i seguenti:

- 1) *incetenza da campionamento*, $u_{a,picco}$
- 2) *incetenza da posizionamento dello strumento*, $u_{l,picco}$
- 3) *incetenza strumentale*, $u_{s,picco}$

1. Incetenza da campionamento

L'incetenza da campionamento è presumibilmente maggiore di quella indicata per il livello sonoro continuo equivalente, ma impossibile da quantificare allo stato attuale delle conoscenze.

2. Incetenza da posizionamento dello strumento

L'incetenza da posizionamento dello strumento può essere orientativamente posta pari a quella stabilita per il calcolo del livello sonoro continuo equivalente, ovvero 1 dB.

3. Incetenza strumentale

L'incetenza strumentale sul risultato della misura del livello sonoro di picco è stimabile dimezzando il valore dell'incetenza estesa $U_{s,picco}$

$$u_{s,picco} = 0,5U_{s,picco}$$

Calcolo dell'incertezza sul livello sonoro di picco

L'incertezza sul livello sonoro di picco è calcolata combinando opportunamente le incertezze di cui ai punti da 1 a 3:

$$u_{L_{picco}} = (u_{l,picco}^2 + u_{s,picco}^2)^{1/2}$$

Il valore dell'imprecisione totale $u_{L_{picco}}$ viene sommato a quello del valore del livello sonoro di picco $L_{picco,C}$ misurato, nel seguente modo:

$$L_{picco,C} = L_{picco,C} + u_{L_{picco}}$$

VIBRAZIONI

I rilievi delle vibrazioni sono stati eseguiti in conformità alle indicazioni riportate nella norma tecnica internazionale ISO 2631-1 (1997) relativamente al corpo intero e alla UNI EN ISO 5349-2 (2004 - versione ufficiale in lingua italiana della norma europea EN ISO 5349-2 del 2001) per quanto riguarda il sistema mano-braccio.

VIBRAZIONI - Mano/braccio

Tecniche di montaggio degli accelerometri

Gli accelerometri sono saldamente fissati su un adattatore per la mano che viene tenuto tra le dita dell'operatore, o fissati, per mezzo di un adattatore a fascetta metallica o di plastica, direttamente sull'impugnatura dell'attrezzo, in stretta prossimità della posizione assunta dalle mani dell'operatore, nelle ordinarie condizioni operative. Essi sono fissati in maniera che la loro presenza non influenzi le modalità di prensione e lavorazione normalmente adottate dall'operatore.

Durante le misurazioni si provvede a fissare i cavi in prossimità del trasduttore mediante nastro adesivo, affinché non subiscano sollecitazioni meccaniche, specialmente nelle immediate vicinanze del trasduttore, e non siano lasciati liberi di oscillare, per evitare artefatti nel segnale rilevato (rumore triboelettrico).

Durata delle misure

Il tempo totale di misura, vale a dire il numero di campioni acquisiti moltiplicato per il tempo di durata dell'acquisizione di ciascun campione, ha una durata sufficiente a far stabilizzare il segnale o, comunque, almeno pari ad un minuto. Per minimizzare l'effetto di possibili fattori interferenti sul segnale acquisito e garantire una migliore precisione di misura, quando possibile, vengono acquisiti un maggior numero di campioni di breve durata, preferibili a un solo campione con durata maggiore. Nel caso in cui la durata dell'operazione che espone a vibrazioni non sia sufficientemente lunga (ad esempio nel caso di finiture di piccole superfici con smerigliatrici, perforazioni con martelli pneumatici, tagli con motoseghe) o che l'esposizione risulti continuamente intervallata da pause funzionali all'operazione stessa, le misure sono effettuate in condizioni operative artificiali, in modo da garantire un adeguato tempo di acquisizione e che nel contempo siano rappresentative delle effettive condizioni lavorative.

Le misure di breve durata (dell'ordine di 8 s - 10 s) non sono adeguate nella valutazione delle vibrazioni a bassa frequenza, per minimizzare l'errore di misura è in questi casi necessario acquisire ciascun campione per almeno tre volte consecutive, nelle stesse condizioni operative.

Valutazione dell'incertezza

L'incertezza della misura dell'esposizione a vibrazioni dipende da alcuni fattori e l'entità dell'errore ad essi associato varia a seconda della tipologia di utensile considerato e della tipologia di attività svolta. Il tecnico che effettua la misura determina, in ciascun caso specifico, le principali sorgenti di incertezza, ed incrementa conseguentemente il numero di misure.

I fattori di incertezza sono:

- a) errori dovuti al sistema di acquisizione (fissaggio accelerometri, interferenze elettriche, calibrazione, peso e posizionamento accelerometri). Tali errori (sistematici) di misura sono minimizzati, e resi trascurabili rispetto agli altri di seguito indicati, mediante la scelta della tecnica di misura più appropriata e l'adozione di protocolli di calibrazione conformi agli standard internazionali;
- b) errori dovuti alle fluttuazioni casuali dei parametri fisici in gioco (ad esempio temperatura, umidità, stabilità dell'alimentazione dell'attrezzo, omogeneità del materiale lavorato). Tali errori sono minimizzati aumentando la statistica dei campionamenti.

VIBRAZIONI - Corpo intero

Tecniche di montaggio degli accelerometri

Le misure sono effettuate sulla superficie di contatto tra il corpo e la sorgente di vibrazioni. L'accelerometro usato per le misure di vibrazioni trasmesse al corpo intero consiste in un disco rigido di gomma, con all'interno un accelerometro triassiale, che viene fissato tramite nastro adesivo sul sedile del mezzo di guida.

Contemporaneamente viene acquisito, per mezzo di un accelerometro monoassiale, anche il segnale sul pianale (pavimento) relativo all'asse Z per verificare l'esistenza di eventuali picchi causati dai movimenti dell'operatore sul sedile, estranei all'evento misurato: l'esistenza di questi picchi nel segnale rilevato sul sedile è confermata dall'assenza di picchi nel segnale rilevato sul pavimento, negli stessi intervalli temporali di misura.

Il segnale anomalo associato a tali eventi viene escluso dalla determinazione dei valori di accelerazione rilevati sul sedile lungo i tre assi di misura.

L'accelerometro monoassiale integrativo è fissato rigidamente alla base del sedile del posto di guida.

Durata delle misure

Il tempo totale di misura, vale a dire il numero di campioni acquisiti moltiplicato per il tempo di durata dell'acquisizione di ciascun campione, è almeno di durata superiore a tre minuti. Per minimizzare l'effetto di

possibili fattori interferenti sul segnale acquisito e garantire una migliore precisione di misura, quando possibile, vengono acquisiti un maggior numero di campioni di breve durata, preferibili a un solo campione con durata maggiore.

Le misure sono di durata tale da poter individuare in modo significativo le caratteristiche delle vibrazioni trasmesse al corpo del lavoratore nelle tipiche condizioni operative (ad esempio tipologia di terreno, velocità di avanzamento). Nel caso in cui le condizioni operative varino in maniera significativa, andranno caratterizzati in termini di accelerazione r.m.s. ponderata in frequenza differenti percorsi in differenti modalità operative. Al fine di controllare la qualità dei dati rilevati sul sedile ed escludere gli eventi interferenti viene registrata "la storia temporale" del segnale rilevato in contemporanea su cuscino e pianale, con frequenza di campionamento pari a 1 campione al secondo.

Valutazione dell'incertezza

I principali fattori da cui dipende l'incertezza delle misurazioni dell'esposizione a vibrazioni sul corpo intero sono:

- a) errori dovuti al sistema di acquisizione (fissaggio accelerometri, interferenze elettriche, calibrazione, peso e posizionamento accelerometri). Tali errori (sistematici) di misura sono minimizzati, e resi trascurabili rispetto agli altri di seguito elencati, mediante la scelta della tecnica di misura più appropriata e l'adozione di protocolli di calibrazione conformi agli standard internazionali;
- b) errori dovuti alle fluttuazioni casuali dei parametri fisici in gioco (ad esempio temperatura, umidità, stabilità dell'alimentazione della macchina). Tali errori sono minimizzati aumentando la statistica dei campionamenti. La stima di questo errore casuale di misura è ottenuta mediante la determinazione della deviazione standard di almeno tre misure effettuate nelle identiche condizioni sperimentali;
- c) variazioni nelle caratteristiche della superficie su cui il mezzo è utilizzato (ad esempio asfalto, terreno, presenza buche o sassi). In questi casi il tecnico provvede ad effettuare le misurazioni nelle differenti condizioni operative.

MODALITÀ DI CALCOLO DEI VALORI DI ACCELERAZIONE a_{sum} e $a_{w(max)}$

Accelerazione mano braccio

Per ogni attrezzo si effettuano almeno tre misure.

Se l'attrezzo è dotato di doppia impugnatura, le misure si raddoppiano (tre per la mano destra e tre per quella sinistra). In questo caso, dopo aver effettuato la media delle misure su ogni asse di riferimento, si calcola il valore quadratico medio dell'accelerazione ponderata in frequenza, definito come la radice quadrata della somma dei quadrati delle tre componenti.

Questa operazione viene eseguita per l'impugnatura destra e per quella sinistra. Si otterranno in questo modo due risultati: il maggiore dei due è il valore da utilizzare per il calcolo dell'esposizione personale giornaliera o settimanale.

La formula utilizzata per il calcolo del valore a_{hv} è:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwX}^2 + a_{hwY}^2 + a_{hwZ}^2}$$

a_{hv} : valore quadratico medio dell'accelerazione ponderata in frequenza espresso in m/s^2

a_{hwX} : accelerazione ponderata in frequenza relativa all'asse x

a_{hwY} : accelerazione ponderata in frequenza relativa all'asse y

a_{hwZ} : accelerazione ponderata in frequenza relativa all'asse z

Il valore di a_{hv} fornito è comprensivo di deviazione standard.

Accelerazione corpo intero

Per ogni macchina si effettuano almeno tre misure.

Come per il sistema mano braccio si calcola la media delle misure su ogni asse di riferimento. Per il calcolo dell'esposizione personale giornaliera si utilizza il valore $a_{w(max)}$ ossia il più alto tra i seguenti:

$$1,4 * a_{wx} \quad 1,4 * a_{wy} \quad a_{wz}$$

dove a_{wx} , a_{wy} , a_{wz} sono le media delle misure su ogni asse di riferimento.

Il valore di $a_{w(max)}$ fornito è comprensivo di deviazione standard.



Il manuale

L'obiettivo di questa pubblicazione è quello di dare un'indicazione di quello che è stato il lavoro di anni.

Abbiamo inserito un numero di schede, per ogni tipologia di attrezzatura e macchina, che fosse esaustivo per inquadrare il lavoro svolto.

Sono state misurate, a oggi, 63 tipologie di attrezzature e macchine utilizzate normalmente in cantiere: il manuale di presentazione e il cd allegato contengono circa 8 schede per ogni tipologia per un totale di 500 schede.

Sul sito del C.P.T. si possono trovare tutte le schede delle attrezzature e macchine misurate.

UTILIZZO DELLA BANCA DATI E DELLE MISURE EFFETTUATE DAL C.P.T.

Collegarsi al sito www.cpt.to.it e registrarsi.

Utente Password | [Entra](#) | [Registrati](#)

[Home](#) | [Chi siamo](#) | [Contatti](#) | [Attività](#) | [Link](#)

Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali
Viene approvata la banca dati del CPT-Torino di potenza sonora delle attrezzature di cantiere edili.

Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali
OGGETTO: Indicazioni della Commissione Consultiva per la valutazione dello stress lavoro-correlato, che deve essere eseguita entro il 31-12-2010.

R.O.A. - Radiazioni Ottiche Artificiali
Dal 26 aprile 2010 è in vigore il Capo V - Titolo VIII del D.Lgs. 81/2008 che prescrive l'obbligo di valutazione del rischio ROA.

Archivio news

IN PRIMO PIANO

Guida per la Sicurezza in Edilizia

Opera in tre volumi:

- Liste di controllo
- Prontuario (schede bibliografiche di riferimento)
- Documenti di valutazione dei rischi (DVR, POS, PSS e PIMUS)

L'opera è stata realizzata grazie ad una collaborazione tra i CPT di Torino e Messina per INAIL - Direzione Regionale Sicilia.

Non è disponibile in formato cartaceo in quanto ne è stata fatta una tiratura limitata; è comunque possibile scaricare il contenuto del CD-ROM allegato (contenente tra l'altro il testo dei tre volumi in formato PDF) alla pagina [Pubblicazioni](#)

LE NORMATIVE E LA DOCUMENTAZIONE

LE PUBBLICAZIONI

BANCA DATI

MISURE FONOMETRICHE E ACCELEROMETRICHE

C.P.T. - Torino - C.F.: 97516520018 - Tel.: 011 3400311 - Fax: 011 3400318

BANCA DATI

Nella sezione BANCA DATI (validata dalla Commissione consultiva) si trovano le schede di potenza sonora e quelle di pressione sonora al posto operatore della stessa macchina/attrezzatura.

Utente Password | [Entra](#) | [Registrati](#)

[Home](#) [Chi siamo](#) [Contatti](#) [Attività](#) [Link](#)

BANCA DATI

Banca dati realizzata da C.P.T-Torino e co-finanziata da INAIL-Regione Piemonte, in applicazione del comma 5-bis, art. 190 del D.Lgs. 81/2008 al fine di garantire disponibilità di valori di emissione acustica per quei casi nei quali risulta impossibile disporre di valori misurati sul campo.

Nell'attuale condizione normativa il caso di più corretto utilizzo è in fase di redazione del PSC, durante la progettazione dell'opera, con l'obiettivo primario di permettere la pianificazione delle misure di prevenzione e protezione già in fase preventiva rispetto all'inizio dell'attività, in quanto - non essendo sempre note le aziende che interverranno nel cantiere - non è possibile utilizzare i livelli di rumore delle specifiche valutazioni del rischio rumore.

Altri utilizzi pertinenti sono per escludere la necessità di effettuare misurazioni.

Si rimanda all'emanazione delle procedure standardizzate per la valutazione del rischio ex art. 29 del D.Lgs. 81/2008 la possibilità che la presente banca dati venga utilizzata ai fini della valutazione del rischio nei cantieri edili.

UTILIZZO BANCA DATI (Ultimo aggiornamento dati: 23.09.2011)

LE NORMATIVE E LA DOCUMENTAZIONE

LE PUBBLICAZIONI

BANCA DATI

- Schede di potenza sonora e di pressione sonora

MISURE FONOMETRICHE E ACCELEROMETRICHE

- Schede pressione sonora
- Schede vibrazioni

Cliccando sul link del menu a destra Schede attrezzature, verranno visualizzati una serie di file PDF, uno per ogni attrezzatura misurata; è possibile filtrare i file visualizzati agendo sui tre campi a tendina per selezionare solo una tipologia e/o marca e/o modello specifico.

The screenshot shows the C.P.T. TORINO website interface. At the top, there is a navigation bar with the logo on the left and user options (Utente, Password, Entra, Registrati) on the right. Below the logo, there are navigation links: Home, Chi siamo, Contatti, Attività, and Link. The main content area is titled "SCHEDE DI POTENZA SONORA E DI PRESSIONE SONORA" and displays a list of equipment models with associated PDF icons and "Scarica" buttons. The list includes:

- AUTOBETONIERA IVECO TRAKKER CURSOR 440
- AUTOBETONIERA VOLVO FM 12-420
- AUTOCARRO IVECO EUROTRAKKER 410 (with an "Aggiornata" label)
- AUTOCARRO MERCEDES BENZ (partially visible)

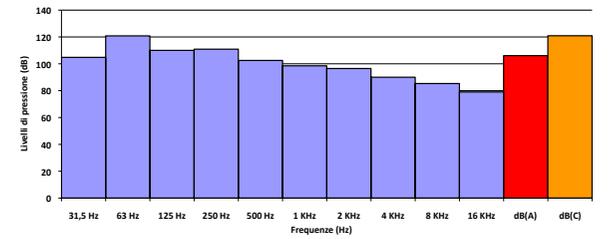
On the right side, there is a search section titled "RICERCA NELLA BANCA DATI" with three dropdown menus for "Tipologia" (set to "Tutte"), "Marca" (set to "Tutte"), and "Modello" (set to "Tutti"). A "CERCA" button is located below these menus. Below the search section, there are links for "LE NORMATIVE E LA DOCUMENTAZIONE" and "LE PUBBLICAZIONI". At the bottom, a "BANCA DATI" section lists "Schede di potenza sonora e di pressione sonora".

I file PDF si possono scaricare sul proprio PC cliccando sul link scarica sotto l'icona. Ogni file è composto da una o più schede relative alla stessa attrezzatura ma in condizioni di misura differenti: le prime sono quelle relative alla potenza sonora massima misurata e alla pressione sonora massima misurata all'orecchio operatore, seguono le misure relative alle condizioni di lavoro specifiche. Se non esistono misure effettuate nella condizione ricercata, occorrerà effettuare la misura o utilizzare il valore massimo riportato nella prima scheda.

Le schede bordate in colore azzurro si riferiscono a misure di potenza sonora.

Le schede bordate in colore verde si riferiscono a misure di pressione sonora.

Esempio di scheda rumore di potenza acustica

		COMITATO PARITETICO TERRITORIALE PER LA PREVENZIONE INFORTUNI L'IGIENE E L'AMBIENTE DI LAVORO DI TORINO E PROVINCIA		2 - 20110912 							
FINITRICE				Rif.: 956-(IEC-67)-RPO-01							
A	Marca: VOGELE Modello: SUPER 1603-2 Potenza: 100,00 KW Dati fabbricante:										
B	Accessorio: Attività: stesura tappetino Materiale: asfalto Annotazioni:										
C	Data rilievo: 05.11.2009 POTENZA SONORA L _w dB(A) 106										
ANALISI SPETTRALE											
						Hz					
31,5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	TOTALE	
104,8	120,8	110,0	110,9	102,5	98,5	96,5	90,0	85,3	79,0	106,1	120,9
D											
STRUMENTAZIONE											
E	Strumento / Marca	Modello	Matricola	Data Taratura							
	Fonometro Bruel & Kjaer	2250		22/03/2009							
	Microfono Bruel & Kjaer	4189		22/03/2009							

Le schede rumore di potenza acustica delle macchine e attrezzature sono complete di:

- A. dati per la precisa identificazione (tipologia, marca, modello)
- B. caratteristiche di lavorazione (fase di lavoro, materiali)
- C. risultato di L_wdB(A) o L_{Aeq}dB(A)
- D. analisi in frequenza
- E. strumentazione utilizzata per i rilievi

Esempio di scheda rumore di pressione acustica

INAIL		COMITATO PARITETICO TERRITORIALE PER LA PREVENZIONE INFORTUNI L'IGIENE E L'AMBIENTE DI LAVORO DI TORINO E PROVINCIA		1 - 20110915								
MARTELLINO DEMOLITORE				Rif.: 491-TO-1414-1-RPR-11								
Marca:	HILTI											
Modello:	TE 706-AVR											
Potenza:	1,20 KW											
Anno produzione:												
Dati fabbricante:	LpA: 89,0 dB(A)											
Accessorio:	punta (220x20 mm)											
Attività:	demolizione											
Materiale:	cls											
Annotazioni:												
Data rilievo:	23.09.2010											
LIVELLI DI PRESSIONE ACUSTICA												
L_{Aeq} dB(A)	96,1											
L_{Aeq} dB(C)	94,7											
LIVELLO DI PICCO												
L_{peak} dB(C)	121,3											
ANALISI SPETTRALE												
Hz											TOTALE	
31,5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	dB(A)	dB(C)	
59,1	64,1	71,8	75,9	80,4	84,2	85,6	85,6	93,7	90,7	94,9	93,5	
STRUMENTAZIONE												
Strumento / Marca	Modello	Matricola	Data Taratura									
Fonometro Svantek	SVAN-948	9825	05/07/2010									
Microfono Svantek	SV 22	4011859	05/07/2010									
Calibratore (RUM) Bruel & Kjaer	4230	1670857	05/07/2010									

Le schede rumore di pressione acustica delle macchine e attrezzature sono complete di:

- dati per la precisa identificazione (tipologia, marca, modello)
- caratteristiche di lavorazione (fase di lavoro, materiali)
- risultato di L_{Aeq} dB(A), L_{Aeq} dB(C), L_{picco} dB(C)
- analisi in frequenza
- strumentazione utilizzata per i rilievi

MISURE ACCELEROMETRICHE E FONOMETRICHE

Nella sezione MISURE ACCELEROMETRICHE E FONOMETRICHE si trovano tutte le schede relative alle misure di pressione sonora che non hanno le corrispettive di potenza sonora e quelle di vibrazioni. Come già detto in prefazione, per quanto riguarda il rischio vibrazioni, pur giudicando validi dal punto di vista tecnico i dati raccolti, l'art. 202 comma 2 del D.Lgs. 81/2008 limita solamente a ISPEL e Regioni la possibilità di costruire le Banche dati.

Va qui rammentato che il C.P.T. ha collaborato da subito con ISPEL alla creazione, implementazione e aggiornamento della Banca dati vibrazioni dell'Istituto Nazionale, ora accorpato a INAIL, e allo scopo fornisce regolarmente i risultati delle proprie misurazioni.

I rilievi accelerometrici delle macchine e attrezzature di cantiere possono essere usufruiti a livello indicativo. I medesimi dati sono scaricabili dalla Banca dati ufficiale ISPEL, per essere poi utilizzati nella fase di redazione del documento di valutazione dei rischi.

The screenshot shows the website interface for C.P.T. TORINO. At the top, there is a navigation bar with the logo on the left and fields for 'Utente' and 'Password' on the right, along with 'Entra' and 'Registrati' links. Below this is a secondary navigation bar with 'Home', 'Chi siamo', 'Contatti', 'Attività', and 'Link'. The main content area features a large graphic of a piano keyboard. On the left, a blue box contains the title 'MISURE FONOMETRICHE E ACCELEROMETRICHE' and a paragraph of text. On the right, a vertical menu lists several sections: 'LE NORMATIVE E LA DOCUMENTAZIONE', 'LE PUBBLICAZIONI', 'BANCA DATI' (with a sub-list of 'Schede di potenza sonora e di pressione sonora'), and 'MISURE FONOMETRICHE E ACCELEROMETRICHE' (with sub-lists for 'Schede pressione sonora' and 'Schede vibrazioni'). An orange arrow points to the 'MISURE FONOMETRICHE E ACCELEROMETRICHE' link in this menu. At the bottom left, there is a small box labeled 'UTILIZZO (Ultimo aggiornamento dati: 09.09.2011)'.

Cliccando sul link del menu a destra Schede pressione sonora o Schede vibrazioni, verranno visualizzati una serie di file PDF, uno per ogni attrezzatura misurata; è possibile filtrare i file visualizzati agendo sui tre campi a tendina per selezionare solo una tipologia e/o marca e/o modello specifico.

The screenshot displays the C.P.T. TORINO website interface. At the top, there is a navigation bar with the company logo, user login fields (Utente, Password), and links for 'Entra' and 'Registrati'. Below this, a secondary navigation bar includes 'Home', 'Chi siamo', 'Contatti', 'Attività', and 'Link'. The main content area is divided into two sections. On the left, under the heading 'SCHEDE VIBRAZIONI', there is a list of three items, each with a PDF icon, a 'Scarica' button, and a 'Nuovo' button. The items are: 'APPRIPISTA FIAT-ALLIS FD 14E', 'APPRIPISTA LIEBHERR 732 LITRONIC', and 'ASPIRATRICE GRIZZLI AMON'. On the right, there is a search filter section titled 'RICERCA NELLA BANCA DATI' with dropdown menus for 'Tipologia' (set to 'Tutte'), 'Marca' (set to 'Tutte'), and 'Modello' (set to 'Tutti'). Below these is a 'CERCA' button and a link to 'Effettua una nuova ricerca'. Further down, there are sections for 'LE NORMATIVE E LA DOCUMENTAZIONE', 'LE PUBBLICAZIONI', and 'BANCA DATI', which includes a link to 'Schede di potenza sonora e di pressione sonora'.

I file PDF si possono scaricare sul proprio PC cliccando sul link scarica sotto l'icona.

Le schede bordate in colore verde si riferiscono a misure di pressione sonora.

Le schede bordate in colore giallo si riferiscono a misure di vibrazioni.

Esempio di scheda vibrazioni

		COMITATO PARITETICO TERRITORIALE PER LA PREVENZIONE INFORTUNI L'IGIENE E L'AMBIENTE DI LAVORO DI TORINO E PROVINCIA				
				2 - 20110913		
APRIPISTA				Rif.: 1-TO-445-1-VCI-01		
A	Marca:	FIAT-ALLIS				
	Modello:	FD 14E				
	Potenza:					
	Anno produzione:	1991				
Dati fabbricante:						
Accessorio:						
Attività:		spianamento				
B	Materiale:	terreno				
	Stile guida:					
	Tipo terreno:					
	Condizioni:					
Annotazioni:						
Data rilievo:		16.04.2007				
C						
	$a_{w(max)}$ (m/s ²):	0,64				
VIBRAZIONI CORPO INTERO						
Posizione misure:						
D	N.	$a_{h(max)}$ (m/s ²)	$a_{h(moy)}$ (m/s ²)	$a_{h(vic)}$ (m/s ²)		
	1	0,30	0,34	0,45		
	2	0,33	0,35	0,53		
	3	0,39	0,33	0,65		
	Media	0,47	0,48	0,54		
	Incert.	0,54	0,49	0,64		
STRUMENTAZIONE						
Strumento / Marca		Modello	Matricola	Data Taratura		
Analizzatore Svantek		SVAN-948	9825	20/06/2006		
Acc. Monoassiale (Ci) Dytran		SV3185D	2608	11/05/2006		
Acc. Triassiale (Ci) Dytran		3143M1	1318	12/05/2006		
Calibratore (VIB) PCB		394C06	4114			

Le schede vibrazioni delle macchine e attrezzature sono complete di:

- A. dati per la precisa identificazione (tipologia, marca, modello)
- B. caratteristiche di lavorazione (fase di lavoro, materiali)
- C. risultato di $a_{w(max)}$ o a_{sum}
- D. risultati delle accelerazioni sui tre assi
- E. strumentazione utilizzata per i rilievi

PROGRAMMA DI CALCOLO

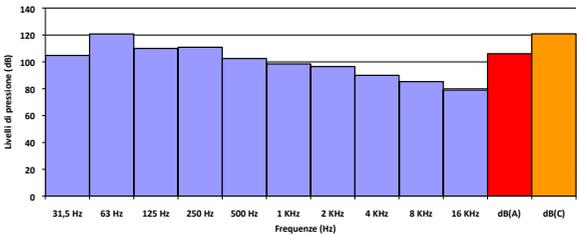
La Banca dati dispone anche del programma che permette di risalire ai valori di pressione sonora ad una distanza x dalla sorgente, conoscendo la potenza sonora.

Esempio di calcolo

2 - 20110912	
 COMITATO PARITETICO TERRITORIALE PER LA PREVENZIONE INFORTUNI L'IGIENE E L'AMBIENTE DI LAVORO DI TORINO E PROVINCIA	
	
FINITRICE	
Rif.: 956-(IEC-67)-RPO-01	
Marca:	VOGELE
Modello:	SUPER 1603-2
Potenza:	100.00 KW
Dati fabbricante:	
Accessorio:	
Attività:	stesura tappetino
Materiale:	asfalto
Annotazioni:	
Data rilievo:	05.11.2009
POTENZA SONORA	
L_w dB(A)	106



ANALISI SPETTRALE											
Hz										TOTALE	
31,5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	dB(A)	dB(C)
104,8	120,8	110,0	110,9	102,5	98,5	96,5	90,0	85,3	79,0	106,1	120,9



STRUMENTAZIONE			
Strumento / Marca	Modello	Matricola	Data Taratura
Fonometro Bruel & Kjaer	2250		22/03/2009
Microfono Bruel & Kjaer	4189		22/03/2009

Supponiamo di trovarci in un cantiere stradale. Voglio conoscere il livello di pressione sonora a cui è sottoposto un addetto alla stesura asfalto, che lavora in prossimità di una finitrice, che si trova a 3 mt di distanza dalla sorgente.

Inserisco nelle celle i dati necessari per il calcolo. Nell'esempio sopra riportato, l'operatore risulta esposto ad un livello di pressione sonora di 88,2 dBA.

La finitrice ha un livello di emissione sonora di 106 dBA.

Programma

Calcolo livello di pressione sonora al ricevitore

Cantiere:	Stradale
Oggetto:	Finitrice
Altezza ricevitore (m):	1,7

Calcoli

Potenza (dBA)	Distanza in pianta dal ricevitore (m)	Altezza della sorgente da terra (m)	Distanza reale (m)	Livello di pressione sonora (dBA)
106,0	3,0	1,0	3,1	88,2



Contenuti del CD-ROM

Il supporto digitale in dotazione al presente volume contiene il materiale inserito nel manuale e due fogli di calcolo: uno per il calcolo della pressione sonora conoscendo il livello di potenza sonora e uno per il calcolo dell'esposizione personale a rumore e vibrazioni.

Il Manuale

- Prefazione
- Normativa
- Il manuale
- Bibliografia
- Crediti

Banca Dati

- Schede di potenza sonora
- Schede di pressione sonora

Misure accelerometriche e fonometriche

- Schede di pressione sonora
- Schede di vibrazioni

Programmi di calcolo

- Calcolo pressione sonora
- Calcolo esposizione personale (rumore e vibrazioni)



Bibliografia

UNI EN ISO 3746 - 2009

Determinazione dei livelli di potenza sonora delle sorgenti di rumore mediante pressione sonora - Metodo di controllo con una superficie avvolgente su un piano riflettente.

UNI 9432-2008

Determinazione del livello di esposizione personale al rumore nell'ambiente di lavoro.

EN ISO 5349-2:2001

Mechanical vibration - Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace.

ISO 2631-1:1997

Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part: General requirements.

Crediti

Direzione di progetto

Lino Scopacasa, Segretario C.P.T. Torino

INAIL Piemonte

Antonio Traficante, Direttore Regionale INAIL Piemonte

Maria Gullo, INAIL Piemonte - Com. TARP

Coordinamento tecnico-editoriale

Katia Bosso, C.P.T. Torino

Realizzazione e ricerca tecnico scientifica

Katia Bosso, C.P.T. Torino

Validazione del progetto

Commissione consultiva permanente per la salute e sicurezza sul lavoro
Sottocomitato Agenti Fisici - Comitato 9

Contributi interni C.P.T. Torino

Roberto Bianciotto

Pasquale Cavarretta

Paola Conti

Massimo Cora

Irene Sandrone

Ornella Silvestrini

Mario Trapani

Collaborazioni

I.E.C. - Industrial Engineering Consultants srl

Via Botticelli, 151 - Torino

Progetto e sviluppo informatico

Riccardo Nerva, C.P.T. Torino

Componenti il comitato di gestione C.P.T. Torino

Massimo Maccagno, Presidente

Giuseppe Manta, Vice Presidente

Giovanni Brancatisano

Andrea Bondi

Marco Bosio

Marco Simone Dell'Acqua

Mario De Lellis

Federico De Rosa

Gianfranco Maurutto

Franco Milanese

Serafino Navarra

Giuseppe Nazzaro

Grafica

Glebb & Metzger srl

Corso Vittorio Emanuele II, 94 - Torino

Impaginazione

CFS Comunicazione sas

Corso Rosselli, 93 - Torino

Stampa

Stamperia Artistica Nazionale

Via Massimo D'Antona, 19 - Trofarello (TO)

Eventuali aggiornamenti delle normative citate sono reperibili sul sito internet

www.cpt.to.it

Edizione **novembre 2011**