

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PISA

Facoltà di Farmacia

Corso di Laurea in Tossicologia Analitica Socio
Ambientale

Tesi di laurea:

MONITORAGGIO AMBIENTALE DELLA STRADA DEI
MARMINI DI CARRARA

Relatori

Dott. Giuseppe Saccomanni

Dott. Riccardo Della Capanna

Correlatore

Dott.ssa Clementina Manera

Candidata

Sabina Leva

ANNO ACCADEMICO 2006-2007

INDICE

INTRODUZIONE	5
LA STRADA DEI MARMI	6
<i>PREMESSA</i>	6
<i>L'OPERA</i>	9
<i>IL PIANO DEI CONTROLLI</i>	10
<i>TIPOLOGIA DI UN LABORATORIO DI ANALISI IGIENICO AMBIENTALI</i>	11
NORME COGENTI	14
<i>VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE</i>	15
<i>Analisi storica, cenni</i>	15
<i>Lo scopo</i>	17
<i>Metodologia</i>	18
<i>Procedura di verifica (screening)</i>	19
<i>Componenti e fattori ambientali analizzati</i>	20
<i>La commissione VIA</i>	22
MISURE A TUTELA DEI LAVORATORI	24
<i>NORME DI IGIENE E SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO</i>	25
<i>Evoluzione legislativa</i>	26
<i>VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE</i>	33
<i>INQUINAMENTO CHIMICO</i>	37
<i>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</i>	39
<i>SILICE LIBERA CRISTALLINA</i>	41
<i>INQUINAMENTO ACUSTICO</i>	43
IGIENE DEL LAVORO- PARAMETRI MONITORATI PER LE TUTELA DEI LAVORATORI	45
<i>PIANO DI LAVORO PREVISTO</i>	46
<i>PARAMETRI MONITORATI</i>	47
<i>Microclima</i>	47
<i>Polveri</i>	48
<i>Silice libera cristallina</i>	49

<i>Gas e vapori nocivi</i>	50
<i>Idrocarburi policiclici aromatici</i>	51
<i>Rumore e vibrazioni</i>	52
<i>MISURE A TUTELA DELL'AMBIENTE</i>	53
<i>RIFIUTI TECNOLOGICI E TERRE DI SCAVO</i>	54
<i>ACQUE DI LAVORAZIONE</i>	55
<i>IMPATTO SUL TRAFFICO</i>	56
<i>RUMORE E VIBRAZIONI</i>	56
<i>PARAMETRI MONITORATI PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE</i>	57
<i>ACQUE DI SCARICO</i>	57
<i>RUMORE E VIBRAZIONI</i>	58
<i>RIFIUTI</i>	59
<i>METODICHE ANALITICHE</i>	61
<i>RISULTATI DEI CONTROLLI EFFETTUATI</i>	69
<i>POLVERI</i>	70
<i>GAS E VAPORI NOCIVI</i>	74
<i>MICROCLIMA</i>	77
<i>CONCLUSIONI</i>	79
<i>APPENDICE</i>	82
<i>RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI</i>	87
<i>CENNI LEGISLATIVI, NORME ED ATTI IN VIGORE</i>	90

RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento particolare a Gatti Giovanni, della Eco-Gest s.r.l. di Carrara, società responsabile del monitoraggio ambientale della strada dei marmi. Senza il suo prezioso aiuto non avrei potuto seguire i campionamenti sul posto ed ottenere tutto il materiale indispensabile per la trattazione della tesi.

Ringrazio ancora tutto il laboratorio C.B.A. di Forte dei Marmi, non solo per avermi dato la possibilità di svolgere tirocinio e tesi presso di loro, ma soprattutto per la pazienza dimostrata nello spiegarmi tutte le procedure analitiche e nell'affiancarmi durante l'esecuzione delle analisi.

Emma grazie, sono stati i tuoi sorrisi che mi hanno spronato a raggiungere la meta.

Un grazie particolare a mio padre per tutti i preziosi consigli ricevuti e a Luca, per avermi spinto e sostenuta in questa avventura, iniziata come una sfida, ma finita nel migliore dei modi!

INTRODUZIONE

LA STRADA DEI MARMI

Premessa

Abitando a Carrara non si può rimanere estranei dal dibattito riguardante il progetto strada dei marmi e la sua esecuzione. L'attenzione dell'opinione pubblica è mirata a verificarne l'utilità, l'idoneità del luogo e gli ingenti costi che ne derivano.

La realizzazione della strada dei marmi, con un tracciato per lo più in galleria sviluppato nelle adiacenze cittadine, pone aspetti peculiari sulla tecnologia utilizzata per il rispetto dell'ambiente, della cittadinanza e per la sicurezza ed igiene del lavoro, a cui solo in pochi si interessano.

La tutela della salute dei lavoratori e la valutazione di impatto ambientale sono questioni importanti di cui spesso la stampa si occupa solo a seguito di gravi infortuni, ma il motto dovrebbe essere: prevenire è meglio di curare! E' proprio in questa direzione che si muove la mia tesi.

Durante gli anni di università, ho imparato che uno dei compiti attribuibili alla figura professionale del laureato in tossicologia analitica socio-ambientale è quello di valutare, gestire e comunicare gli eventuali rischi connessi ad un'attività. Una volta individuati i parametri da monitorare, bisogna definire una strategia di controllo che comprenda le

procedure di campionamento e di analisi ed i criteri di intervento per contenere eventuali deviazioni dai valori soglia definiti.

Le indagini di monitoraggio di questa grande opera sono state commissionate ad una società di consulenza igienico ambientale che ho avuto la possibilità di affiancare durante lo svolgimento di questa tesi. Si è configurata una collaborazione diretta con il responsabile dei campionamenti e con i tecnici di laboratorio addetti all'esecuzione delle analisi. Ciò mi ha consentito di valutare le motivazioni tecniche impiegate e la difficoltà di esecuzione delle metodiche applicate.

E' stato interessante seguire l'impegno degli operatori nello studio della validazione dei risultati analitici ottenuti. Quello che mi auguro è di riuscire ad essere presto all'altezza di un compito così delicato.

Il progetto di una grande opera, come è appunto la strada dei marmi, richiede fin dalla sua nascita una complessità di studi che vanno dalla geologia applicata all'ingegneria civile, all'ecologia e all'ambiente.

Nell'elaborazione di questa tesi, ovviamente, ci limitiamo agli aspetti peculiari inerenti il nostro piano di studi e precisamente le metodiche utilizzate per i controlli igienico ambientali connessi alle procedure di V.I.A. e secondo quanto disposto dalle vigenti normative in tema di igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro.

E' di indubbio interesse il fatto che l'iter autorizzativo avviato dall'ente proponente per la realizzazione di questa grande opera, parta dalla più recente normativa riguardante la valutazione di impatto ambientale

La valutazione di impatto ambientale (VIA) individua, descrive e valuta gli effetti diretti ed indiretti di un progetto e delle sue principali alternative, compresa l'alternativa zero, sull'uomo, sulla fauna, sulla flora, sul suolo, sulle acque di superficie e sotterranee, sull'aria, sul clima, sul passaggio ed interazione fra questi fattori, nonché sui beni materiali e sul patrimonio culturale, sociale ed ambientale e valuta le condizioni per la realizzazione e l'esercizio delle opere e degli impianti.

La disciplina si basa sul principio dell'azione preventiva, in base alla quale la migliore politica consiste nell'evitare fin dall'inizio l'inquinamento e le altre perturbazioni anziché combatterne successivamente gli effetti.

In tutti gli organismi viventi ogni reazione prodotta in risposta all'azione di un tossico è il risultato di una serie di complesse interazioni tra l'organismo ed il tossico stesso. Per questo motivo, lo studio dell'azione tossica di qualsiasi sostanza deve essere progettato, condotto ed interpretato considerando le proprietà e le caratteristiche sia della sostanza che dell'organismo in studio. L'effetto può inoltre essere influenzato da diverse

variabili ambientali, quali temperatura, umidità, pressione,...che devono venire considerate.

L'opera

La strada dei marmi è un'opera che la città di Carrara aspetta da tempo. E' una nuova arteria stradale per il trasporto a valle del marmo proveniente dai bacini estrattivi di Carrara. La strada, moderna, funzionale e sicura, deve collegare i luoghi di estrazione a quelli di lavorazione, per proseguire fino alle principali direttive di trasporto: porto ed autostrada.

Questa nuova arteria, promossa dal Comune di Carrara, ha come obbiettivo quello di eliminare gli effetti negativi prodotti dal continuo passaggio dei camion e conseguentemente dall'inquinamento atmosferico ed acustico, dal dissesto della pavimentazione stradale, dal congestionamento del traffico e dal pericolo oggettivo dovuto al passaggio di mezzi che viaggiano con carichi di decine di tonnellate. Per questo motivo il percorso è sviluppato lontano dai centri abitati e per lo più in gallerie.

Quest'opera libererà i cittadini dai tanti disagi e allo stesso tempo garantirà razionalità ed economicità alle imprese e agli operatori del

trasporto. Il valore non è solo tecnico, ma anche economico e avrà un impatto positivo sulla vivibilità e viabilità della città.

La sua realizzazione è un'occasione di riqualificazione più ampia che consentirà a Carrara di superare le problematiche che ne hanno finora limitato lo sviluppo. Sono previsti due lotti di realizzazione ed il primo lotto è già terminato.

Il progetto è stato inserito fra le priorità regionali che concorrono alla realizzazione del Progetto di Interesse Regionale (PIR) che fa parte dello “Sviluppo della piattaforma logistica costiera” del Piano Regionale di Sviluppo (PRS). Al completamento dell'opera provvedono inoltre sia finanziamenti nazionali che comunitari.

Il piano dei controlli

La realizzazione di un'opera di estensione e complessità come la Strada dei Marmi, necessita di un piano dettagliato per i controlli igienico ambientali sia connessi alle procedure di V.I.A., che da quanto disposto dalle vigenti normative in tema di igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro^[53].

Inoltre, come stabilito dalla legge (DPCM 27/12/88)^[59], il committente è tenuto ad allegare alla domanda di pronuncia sulla compatibilità ambientale uno studio di impatto ambientale.

Tipologia di un laboratorio di analisi igienico ambientali

Come avremmo modo di osservare in seguito, gli aspetti normativi richiedono, sia durante l'iter autorizzativo, che nel corso dei lavori, un'insieme di determinazioni analitiche che possono essere svolte unicamente da figure professionali altamente qualificate che fanno necessariamente capo ad un laboratorio di igiene industriale con attrezzature idonee allo svolgimento di analisi igienico ambientali e di biotossicologia industriale.

Sulle caratteristiche di questi laboratori esiste una numerosa bibliografia ed occorre riferire che recentemente anche alcune regioni, a livello autorizzativo, hanno avanzato linee di indirizzo sui requisiti minimi necessari sia in termini di strumentazione che di personale.

Gli stessi metodi di analisi utilizzati devono essere sottoposti a rigorosi sistemi di verifica dell'affidabilità. Costituisce elemento di merito, ormai non indifferibile, il possesso delle certificazioni di qualità ISO che richiedono una complessiva analisi sulle procedure seguite, dal campione da analizzare, dal percorso fra l'arrivo in laboratorio ed il rilascio del certificato di analisi.

Per questo studio ci siamo appoggiati ad un laboratorio chimico tossicologico da anni operante in zona, con le caratteristiche sotto riportate.

Responsabile: laureato in chimica con pluriennale esperienza nel settore delle analisi di igiene industriale ed inquinamento;

Personale operante per il settore industriale: 4 laureati in chimica, 1 perito chimico;

Personale operante per il settore biotossicologico: 1 laureato in biologia, 1 tecnico diplomato in chimica;

Personale amministrativo.

Struttura operativa:

Accettazione: Tutti i campioni in arrivo vengono registrati ed inviati all'analisi immediatamente o in area di conservazione e stoccaggio previa definizione dei criteri di mantenimento. Sono definite procedure preventive per i criteri di campionamento e conservazione delle varie tipologie di prodotti da sottoporre ad analisi.

Preparazione: in quest'area i campioni da sottoporre ad analisi vengono aperti e sottoposti alle procedure di analisi chimiche secondo le specifiche metodiche richieste. Anche in questa area si procede alle preparazioni necessarie per sottoporre il campione ad analisi che richiedono l'utilizzo di apposita strumentazione (spettrofotometria, gas cromatografia, cromatografia liquida, assorbimento atomico.....).

Gas cromatografia: nel locale operano quattro gas cromatografi con caratteristiche peculiari alle metodiche di analisi seguite dal laboratorio (GC con rivelatore di massa, rivelatori specifici quali FID, ECD, FPD)

Analisi strumentale: sono presenti due assorbimenti atomici di cui uno munito di fornello di grafite, un analizzatore di mercurio, spettrofotometri visibile, infrarosso ed ultravioletto, due cromatografi HPLC con vari tipi di rivelatori utilizzati anche per l'analisi biotossicologica, altra strumentazione a corredo.

Biotossicologia: sistemi di filtrazione ed incubazione, separazione arricchimento e colorazione.

Microscopia e bilance: sono presenti un microscopio a contrasto di fase ed uno stereo microscopio. Bilance analitiche di varie portate.

Magazzini, incubatori e celle frigorifere: congrui in relazione alla mole di lavoro preventivato.

Con queste caratteristiche il laboratorio descritto consente lo svolgimento di una notevole mole di analisi, garantendo, inoltre, per le analisi di grande complessità il supporto di centri qualificati a livello nazionale.

NORME COGENTI

Valutazione di impatto ambientale

Analisi storica, cenni

La procedura di impatto ambientale (VIA) nasce negli USA negli anni sessanta con il nome di environmental impact assessment (E.I.A., in alcuni casi al posto di assessment si può trovare analysis o statement). L'E.I.A. introduce le prime forme di controllo sulle attività interagenti con l'ambiente (sia in modo diretto che indiretto), mediante strumenti e procedure finalizzate a prevedere e valutare le conseguenze di determinati interventi. Il tutto per evitare, ridurre e mitigare gli impatti.

Un deciso passo in avanti venne fatto nel 1969 dagli USA con l'approvazione del National environmental polyci act (N.E.P.A.). Questo atto dispone l'introduzione del VIA, il rafforzamento dell'Environmental Protection Agency (EPA) con compiti di controllo e dispone l'istituzione del Council on environmental quality con un ruolo consultivo per la Presidenza.

Nel 1973, il Canada emana l'Environmental Assessment Review Process, una norma specifica riguardante le valutazioni di impatto ambientale, sulla falsariga dei provvedimenti statunitensi. Nel 1977 vengono apportate delle modifiche all'impianto legislativo ma, nella

sostanza, rimane pressoché invariato: la VIA si applica a progetti pubblici o a progetti di finanziamento pubblico.

Nel 1976 in Francia viene emanata la legge n. 76-629 (relative à la protection de la nature). Tale legge ha la caratteristica di introdurre tre diversi livelli di valutazione: etudes d'environnement, notices d'impact et etudes d'impact. Si pongono le basi per l'introduzione della VIA anche in ambito europeo.

Infatti nel 1985, la Comunità Europea emana la Direttiva Comunitaria 337/85/CEE ^[58] “concernente la valutazione di impatto ambientale di determinati progetti pubblici o privati”. L'Olanda, nel 1986, è la prima nazione ad applicare la nuova Direttiva, approvando una Norma ampliata. L'elemento centrale della Norma olandese è costituito dal raffronto delle alternative e valutazione dei relativi impatti, al fine di determinare la migliore soluzione, in termini ambientali, da realizzare.

A livello europeo si procede successivamente a modificare la Direttiva 337/85/CEE con la Direttiva 97/11/CEE, strumento fondamentale di politica ambientale, che sarà introdotta anche in Italia^[45,58] .

E' interessante notare che la Regione Toscana, nel merito della disciplina regionale in materia di V.I.A., ha anticipato il compito affidato al governo in merito all'attuazione della Direttiva 337/85/CEE, disciplinando

con propria legge (LR n.68/95) la valutazione di impatto ambientale, individuando le categorie di progetti e le relative soglie dimensionali, da assoggettare già in fase transitoria a procedure di VIA di competenza regionale^[52].

Lo scopo

L'impatto ambientale è l'insieme degli effetti causati da un evento, un'azione od un comportamento sull'ambiente nel suo complesso. L'impatto ambientale, da non confondere con inquinamento o degrado, mostra quali effetti può produrre una modifica, non necessariamente negativa, sull'ambiente circostante; si cerca cioè di prevedere cosa accadrà all'ambiente e quali saranno le conseguenze nel caso in cui si verificano delle modifiche al suo stato attuale.

La valutazione di impatto ambientale è uno strumento di supporto per l'autorità decisionale, finalizzato ad individuare, descrivere e valutare gli effetti di un determinato progetto sull'ambiente.

Consiste in una procedura di tipo tecnico-amministrativo, svolta dalla pubblica amministrazione, basandosi sia su informazioni fornite dal proponente di un determinato progetto, sia sulla consulenza data da altre

strutture della pubblica amministrazione, nonché dalla partecipazione di gruppi sociali appartenenti alla comunità.

Metodologia

La procedura di VIA è un insieme di:

- ◆ dati tecnico-scientifici su stato, struttura e funzionamento dell'ambiente
- ◆ dati su caratteristiche economiche e tecnologiche dei progetti
- ◆ previsioni sul comportamento dell'ambiente e interazioni tra progetto e componenti ambientali
- ◆ procedure tecnico-amministrative
- ◆ istanze partecipative e decisionali (partecipazione pubblica).

Nella VIA sono valutati effetti diretti o indiretti, a breve o lungo termine, permanenti o temporanei, singoli o cumulativi.

La VIA viene effettuata considerando vari fattori ambientali, anche in correlazione fra loro, quali l'essere umano, la flora, la fauna, il suolo, l'

acqua, l'aria, fattori climatici, paesaggio, beni materiali e patrimonio culturale.

Sono soggette alla VIA opere quali gli impianti industriali (raffinerie di petrolio, impianti di gassificazione e liquefazione di carbone o scisti bituminosi, acciaierie integrate di prima fusione della ghisa e dell'acciaio), impianti chimici integrati, impianti per l'estrazione dell'amianto, centrali termiche ed impianti per la produzione di energia elettrica, infrastrutture lineari di trasporto per il traffico a grande distanza, aeroporti, porti e vie navigabili, impianti tecnologici, quali gli impianti destinati esclusivamente allo stoccaggio definitivo o alla eliminazione di residui radioattivi, impianti di eliminazione dei rifiuti tossici o nocivi mediante incenerimento, trattamento chimico o stoccaggio e gli impianti di regolazione delle acque.

Procedura di verifica (screening)

L'introduzione della procedura di verifica, prevista come fatto innovativo dalla L.R. toscana 79/98 (norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale), riguarda l'attivazione di un meccanismo di valutazione delle caratteristiche di un progetto, delle sue dimensioni, della sua localizzazione, attraverso il quale verificare se le opere progettate possono indurre ad un impatto significativo

sull'ambiente.^[35] Il risultato di tale verifica è la decisione, da parte dell'autorità competente, di sottoporre o meno il progetto ad una vera e propria valutazione di impatto ambientale.

Questa procedura preliminare, riguardante l'individuazione di una procedura facoltativa, ha come obiettivo l'identificazione, sempre attraverso una consultazione fra proponente ed autorità competente, degli strumenti e delle informazioni che devono far parte dello studio di impatto ambientale, in quanto attinenti alle caratteristiche specifiche di un determinato progetto. La procedura di verifica è, in questo senso, elemento che può generare economie complessive in quanto i risultati della fase preliminare dovrebbero condurre ad uno studio ridotto, cioè riguardante le tematiche ambientali effettivamente coinvolte; logica conseguenza è anche una semplificazione della fase istruttoria.

Componenti e fattori ambientali analizzati

Lo studio dell'impatto ambientale di un'opera con riferimento al quadro ambientale deve considerare le componenti naturalistiche ed antropiche interessate, le interazioni fra queste ed il sistema ambientale preso nella sua globalità.

Le componenti ed i fattori ambientali sono così intesi:

- ◆ atmosfera: qualità dell'aria e caratterizzazione microclimatica

- ◆ ambiente idrico: acque sotterranee e superficiali
- ◆ suolo e sottosuolo
- ◆ vegetazione, flora, fauna
- ◆ ecosistemi
- ◆ salute pubblica
- ◆ rumore e vibrazioni
- ◆ radiazioni ionizzanti e non ionizzanti
- ◆ paesaggio

Le analisi sono svolte in relazione al livello di approfondimento necessario per la tipologia dell'intervento proposto e le peculiarità dell'ambiente interessato.

A solo titolo di esempio per l'atmosfera viene fatta una caratterizzazione della qualità dell'aria ed identificazione della compatibilità di eventuali emissioni; una caratterizzazione dello stato fisico dell'atmosfera; una localizzazione e caratterizzazione delle fonti inquinanti e i loro modelli di diffusione.

La commissione VIA

Occorre premettere che, sulla base degli indirizzi legislativi, gli studi di VIA possono avere valenza nazionale o regionale. Riferendoci allo studio presentato questo ricade nelle competenze regionali e, pertanto, in tale ambito esamineremo le competenze e la costituzione della Commissione VIA.

Compito della commissione VIA regionale (organismo tecnico di valutazione o nucleo di valutazione) è quello di istruire i pareri relativi agli studi presentati ed inoltre effettuare verifiche e valutazioni.

[18,25,27,35,39,40,42,45,52,58,59]

E costituita da Dirigenti responsabili delle strutture organizzative regionali con compito di indirizzo e programmazione in materia di VIA, pianificazione del territorio (infrastrutture, rifiuti e bonifiche, energia, difesa del suolo e tutela delle risorse idriche, qualità dell'aria, inquinamento acustico, industrie a rischio, tutela della diversità ecologica), foreste, beni culturali, servizio di prevenzione e direzione generale e tecnica (ARPAT provinciale).

Il lavoro della commissione normalmente si articola in quattro linee di attività_[18,25,27,35,39,40,42,45,52,58,59]:

- ◆ inquadramento programmatico e profili territoriali
- ◆ profili progettuali delle opere civili
- ◆ profili progettuali delle opere industriali
- ◆ effetti delle opere sugli equilibri ecologici

MISURE A TUTELA DEI LAVORATORI

Norme di igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro

Il tema della sicurezza ed igiene del lavoro, soprattutto da un punto di vista scientifico, è di vasto interesse ed è disponibile una nutrita bibliografia in merito. Infatti, a pari passo con l'evoluzione tecnologica, è diventato prioritario lo studio delle interazioni delle attività lavorative sull'uomo. Esistono vere e proprie discipline scientifiche con elevata specializzazione in relazione anche alle varie tipologie di rischio.

In questa trattazione tralascieremo, volutamente, gli aspetti inerenti la sicurezza del lavoro, e cercheremo, invece, di entrare nel merito degli argomenti di igiene del lavoro curando, in particolare, i criteri che hanno portato alla formulazione del progetto di monitoraggio sui rischi per i lavoratori addetti alla realizzazione dell'opera in oggetto.

Definizioni:

- ◆ Pericolo: Fonte di possibili lesioni o danni alla salute
- ◆ Situazione pericolosa: Quando uno o più lavoratori sono esposti ad uno o più pericoli
- ◆ Rischio: Combinazione di possibili danni alla salute in occasione di una situazione pericolosa

- ◆ Valutazione del rischio: Valutazione globale della probabilità e gravità di possibili lesioni o danni alla salute per provvedere alle misure di prevenzione per ridurre i rischi.

Evoluzione legislativa

Le prime norme a tutela della sicurezza sui luoghi di lavoro nascono in Italia fra il 1955 ed il 1956 con l'emanazione delle norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro, delle norme generali di igiene del lavoro e per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo. Queste, assieme all'articolo 8888 della costituzione della Repubblica, costituiscono il caposaldo su cui si baserà anche l'intero processo tecnologico fino ad oggi, nella nostra nazione.

Queste leggi, ancora attuali nella loro formulazione, definiscono gli aspetti tecnologici di sicurezza, non solo di tutte le macchine utensili ed attrezzature di lavoro allora conosciute, ma anche i criteri generali di sicurezza ed igiene del lavoro cui devono attenersi tutti i luoghi di lavoro, sia al chiuso che all'aperto. Sono trattati, anche se in modo marginale, i criteri di informazione dei lavoratori e sulle conseguenti responsabilità^[37,38,41,44,46,47,48,49].

La vigilanza ed il rispetto di questa normativa era demandata ad appositi organi di vigilanza, prima su base nazionale (Ispettorato del Lavoro, ENPI, ANCC), poi a livello locale con il transito delle competenze alle regioni (prima enti consortili comunali, oggi ASL dipartimenti di prevenzione), portando ad una miglior razionalizzazione dei compiti^[54].

In questo percorso non è trascurabile il ruolo dei lavoratori e delle loro rappresentanze sindacali; infatti con la conferenza di Rimini del 1971, facendosi forza dello Statuto dei Diritti dei Lavoratori, particolarmente nelle grandi fabbriche del nord, ma anche in realtà produttive meno organizzate, nasce la consapevolezza che (quasi con metodologia di tipo epidemiologico) molte delle malattie, allora pressoché sconosciute, subite fossero riconducibili al lavoro di fabbrica^[20].

Vengono elaborati in quel periodo concetti quali *gruppo operaio omogeneo, libretto sanitario di rischio, non delega, registro dei dati ambientali e biostatistici*, rivolgendo una forte domanda alle istituzioni pubbliche al fine di ottenere un supporto tecnico qualificato (medico, igienistico, industriale) per indagare e conoscere i fattori di nocività presenti su cui avviare richieste di riduzione e controllo del rischio. Queste azioni, pur essendo nate come strumenti di parte, hanno portato a risultati esaltanti in termini di conoscenza, riduzione e controllo di rischi e sono

ancor oggi citate di esempio sia per la correttezza della trattativa sindacale che per l'impostazione scientifica.

Questo movimento (cultura operaia) si è lentamente diffuso in Europa ed ha portato ad un profondo ripensamento sul modo di affrontare e controllare i rischi; infatti si è incominciato a comprendere come il rischio sia profondamente connesso all'organizzazione del lavoro ed al modo proprio di produrre.

Con questa logica si comprende facilmente come la legislazione allora presente consentisse solo in parte di intervenire in modo efficace, prevalendo la genericità e la complessità nell'applicazione della norma.

Con il D.lgs. 277/91 prima, ed il D.lgs. 626/94 poi, realizzando una vera e propria rivoluzione, si introduce il concetto di "Gestione della Sicurezza" attribuendo precise responsabilità al datore di lavoro ed agli altri attori del lavoro in fabbrica (dirigenti, preposti, lavoratori). [53,56]

Affrontare il problema della sicurezza significa predisporre un vero e proprio piano di lavoro con precise scadenze e metodologie di intervento e di verifica dei risultati ottenuti^[22,24]. L'imposizione, al datore di lavoro, di analizzare i rischi presenti e predisporre un piano per la riduzione ed il controllo degli stessi, costituisce un fattore innovativo di indubbio interesse^[28]. Altro aspetto peculiare è che questa legge quadro ha come

titolo “miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori nei luoghi di lavoro” indicando un aspetto dinamico che è indubbiamente innovativo rispetto alla precedente normativa.

Gli aspetti più evidenti di cui si occupa il nuovo decreto nelle disposizioni generali in materia di igiene e sicurezza sul lavoro sono:

- ◆ l’istituzione del Servizio di prevenzione e protezione all’interno dell’azienda;
- ◆ norme sulla prevenzione degli incendi, l’evacuazione dei lavoratori e sul pronto soccorso;
- ◆ la sorveglianza sanitaria dei lavoratori;
- ◆ l’obbligatorietà della consultazione e partecipazione dei lavoratori;
- ◆ l’obbligo per l’azienda alla formazione ed informazione dei lavoratori;
- ◆ l’adeguamento ai requisiti previsti per i luoghi di lavoro;
- ◆ sono stabilite disposizioni concernenti la pubblica amministrazione, stabilendo inoltre le modalità con cui gli istituti centrali devono elaborare le statistiche degli infortuni e delle malattie professionali.

In maniera più specifica la nuova normativa regolamenta inoltre l'uso delle attrezzature di lavoro, dei dispositivi di protezione individuale, di attrezzature dotate di videoterminale, la movimentazione dei carichi e la protezione da agenti cancerogeni, chimici e biologici^[19,53].

Il decreto sostituisce solo in parte la precedente normativa, che rimane tuttora in vigore.

Interessante è notare come viene accettata in Italia questa Direttiva. Dobbiamo considerare che nel 1994 a livello aziendale sostanzialmente rimanevano inapplicati, in gran parte e soprattutto per le piccole/medie aziende, i decreti 547/55 e 303/56^[61,62]. L'introduzione della nuova normativa, nel rispetto dei vincoli europei portava inizialmente ad un rifiuto e solo successivamente, comprendendo le esigenze di mercato, dovute anche all'introduzione dei vincoli di qualità, ad una, seppur condizionata, approvazione. Non è trascurabile la reticenza dei datori di lavoro che, erroneamente, abbiano sempre considerato come elemento passivo le spese destinate alla prevenzione.

E' infatti nelle certificazioni di qualità e nella omologazione che si trovano gli strumenti promozionali per invitare i titolari delle attività ad avviare dei percorsi finalizzati al miglioramento delle condizioni di lavoro.

E' interessante, a questo punto, aprire una breve parentesi sul concetto di prevenzione. La sottostante tabella, per puro esempio.

Intervento di prevenzione

Fattore	Primario	Secondario	Terziario	Quaternario
	Eliminazione del rischio	Diagnosi precoce	Cura	Riabilitazione
Rumore	Insonorizzazione	Audiometria	Cure mediche	Protesi udito
Chi paga?	Datore lavoro	La società	La società	Società/malato

Da questa evince con chiarezza l'importanza di un corretto approccio al sistema e di come, molto spesso, il piano di prevenzione sia un reale strumento di conflitto sindacale e sociale.

Il criterio stesso di prevenzione (vedi tabella sottostante) non può prescindere da un chiaro e complessivo piano di intervento sull'intero ambiente di lavoro andando ad individuare le priorità in una concertazione quantomeno con i Rappresentanti di lavoratori per la sicurezza (nuova figura prevista dal 626/94) e con le rappresentanze sindacali^[29,31,36,47,53].

Esempi di prevenzione primaria

CRITERI	ESEMPI
Modifica della lavorazione	Automazione - sostituzione materiali
Modifica impianti esistenti	Istallazione cappe aspiranti
Modifica rapporto uomo macchina	Riduzione dei tempi di esposizione
Modifica organizzazione del lavoro	Istallazione pannelli isolanti
Modifica dell'ambiente	Pareti di separazione fra i reparti
Protezione personale	Mezzi di protezione individuali (maschere, cuffie, etcc..)

Valori limite di esposizione

Argomento di indubbio interesse è costituito, particolarmente per il rischio chimico ma non solo, dai valori limite di esposizione (sono i cosiddetti TLV o massimi accettabili di concentrazione) [26]. Questi valori, che vengono aggiornati annualmente, sono presenti non solo per le sostanze chimiche, ma anche per tutte le altre tipologie di rischio quali rumore, radiazioni, microclima....

Vengono determinati considerando le caratteristiche fisico/chimiche delle sostanze, le possibili interazioni e gli effetti cumulativi, le vie di penetrazione nell'organismo, gli effetti a breve, medio e lungo termine, i limiti di concentrazione da non superare per brevi tempi di esposizione.

I TLV, nascono negli USA dalla Associazione degli Igienisti Industriali (ACGIH), e, in teoria, rappresentano il valore massimo della concentrazione di una sostanza cui un lavoratore può stare esposto per 40 ore settimanali, per l'intera vita lavorativa, senza presentare un danno.

Data l'elevata variabilità individuale è previsto che una limitata percentuale di lavoratori possa manifestare danno a valori uguali o inferiori ai valori soglia e che in una limitata percentuale possa aggravare condizioni preesistenti o sviluppare malattie occupazionali.

I valori soglia si basano sulle migliori informazioni possibili che derivano da esperienze industriali, da studi sperimentali sull'uomo e sugli animali e quando è possibile da una combinazione di questi tre studi.

Il parametro derivava originariamente da una valutazione ponderata fra le conoscenze scientifiche della sostanza, a quel momento, e le esigenze produttive nazionali ed industriali (i valori venivano infatti definiti da una apposita commissione composta da rappresentanti delle istituzioni scientifiche, produttive ed istituzionali) [23,32,55,56].

Nella sua elaborazione parte dall'assunto è dato dal calcolo della dose di esposizione e proprio una delle principali critiche mosse a questi valori è costituita dal valore scientifico che si vuole dare al concetto di DOSE.

La dose, infatti, è matematicamente il rapporto fra la concentrazione del tossico presente ed il tempo di esposizione. Il tempo di esposizione però non può essere considerato come un parametro asettico e scientifico su cui fare riferimento, infatti il tempo di esposizione dipende da come un lavoratore svolge il proprio lavoro. Dipende cioè dalla organizzazione informale del lavoro, ben diversa dalla organizzazione formale tipica della realtà produttiva aziendale. Ciò comporta una forte incertezza nell'applicazione del limite cui dobbiamo aggiungere, almeno per lo stato

italiano, il mancato rispetto dei principi costituzionali che riguardano il rispetto dell'eguaglianza fra i lavoratori.

Principi di anticostituzionalità sono insiti anche nell'origine stessa di questi parametri. Infatti derivando da indagini statistiche sono la rappresentazione dei limiti fiduciarci del metodo: gli esiti di tutte le indagini di tipo epidemiologico sono rappresentate da una gaussiana, ne consegue che una, seppur limitata, percentuale di lavoratori presenterà comunque un danno.

Comunque, malgrado queste forti incertezze, recentemente, seppur timidamente, anche nella nostra normativa stanno iniziando a comparire riferimenti a valori limite di concentrazione, anche se, in alcuni casi, utilizzati per far scattare adempimenti particolari.

Scientificamente è ormai comunque consuetudine considerare questi valori come un valido e spesso unico riferimento per la valutazione delle misure protettive adottate o da adottare ed è a questi che si farà riferimento nel presente lavoro. Le definizioni di questi valori sono sotto riportate [1].

TLV (Threshold Limit Value) valori limite soglia, si riferiscono alle concentrazioni di sostanze nell'aria e rappresentano le condizioni al di sotto delle quali si ritiene che quasi tutti i lavoratori possano essere esposti, ripetutamente ogni giorno, senza che si verificano effetti avversi.

L'associazione degli igienisti industriali USA ha definito tre tipologie di valori limite di tolleranza:

TLV-TWA (time-weighted average), media ponderata nel tempo, è la concentrazione alla quale tutti i lavoratori possono essere esposti in modo continuo senza manifestare effetti avversi. Ammette durante la giornata lavorativa una certa variabilità superiore al limite purché compensata da escursioni di simile entità al di sotto del limite.

TLV-STEL (short time exposure limit), esposizione a breve termine, è la massima concentrazione alla quale i lavoratori possono essere esposti in modo continuo fino a un massimo di 15 min senza manifestare irritazione, alterazioni tessutali croniche o irreversibili, narcosi. Sono previste non più di 4 escursioni al giorno e con almeno 60 minuti tra un'esposizione e l'altra e purché non venga superato il TLV-TWA.

TLV-C (ceiling), massimo, è la concentrazione che non deve essere mai superata, nemmeno per un istante.

Inquinamento chimico

In tutti gli organismi viventi ogni reazione prodotta in risposta all'azione di un tossico è il risultato di una serie di complesse interazioni tra l'organismo vivente ed il tossico stesso.

Per tossico o ancora meglio xenobiotico, cioè estraneo all'organismo, si intende ogni tipo di sostanza capace di provocare un effetto nocivo ad un organismo vivente. [34]

Per questo motivo l'analisi della nocività di qualsiasi sostanza deve essere progettata, condotta ed interpretata considerando il più ampiamente possibile gli effetti sull'organismo della sostanza in studio a breve, medio, lungo e lunghissimo termine_[32]. Inoltre l'effetto prodotto da uno xenobiotico può essere notevolmente condizionato da diverse variabili ambientali (temperatura, umidità,..), biologiche (sesso,età,..) in dipendenza anche dalla via di esposizione e dalla presenza o meno di altre sostanze interagenti.

Aria non inquinata è un concetto astratto poiché l'uomo inquina l'aria da migliaia di anni ed esistono molti inquinanti naturali, come i fumi dei vulcani e quelli derivati da incendi naturali.

Inquinamenti gassosi, sono dovuti alla presenza nell'aria di composti allo stato di gas, alle normali temperature e pressione, o vapori se derivano da liquidi o solidi. I più comuni inquinanti presenti negli ambienti di lavoro sono monossido di carbonio, anidride carbonica, ossidi di azoto (N_xO_y), ossidi di zolfo (S_xO_y) e idrocarburi. La loro concentrazione si esprime in microgrammi/m³ [10,13,14].

Polveri ed aerosol sono particelle solide o liquide disperse in aria. Per le polveri la tossicità è legata sia a parametri di natura fisica che chimica. Anche per le polveri derivanti da sostanze chimicamente inerti esistono precisi limiti di tolleranza in relazione alle dimensioni granulometriche. Per gli aerosol i limiti di tossicità sono sostanzialmente legati alla tossicità del composto chimico presente [13,14].

Inquinanti antropici derivano da tre fonti principali: combustione di combustibili fossili per riscaldare e produrre energia o emissioni di veicoli a motore che utilizzano benzine o gasolio; processi industriali; attività minerarie o di trivellazione [6,30,49].

Idrocarburi policiclici aromatici

Sebbene l'azione cancerogena del catrame di carbon fossile fosse nota da vari anni, solo nel 1933 Cook et al. isolarono da campioni di catrame il benzo(a)pirene, il benzo(a)antracene e il benzo(e)pirene dimostrando che il primo era altamente cancerogeno quando applicato sulla cute di topo_[5]. Da tali osservazioni presero avvio numerosi studi per verificare la presenza, la cancerogenicità e la diffusione di numerosi idrocarburi policiclici aromatici (IPA)_[11].

Gli IPA sono composti organici contenenti due o più anelli benzenici condensati che possono essere più o meno sostituiti. Non presentano di per sé alcun interesse industriale, ma la loro diffusione è sempre più ampia a causa dell'elevato impiego industriale di derivati del catrame ed oli minerali sia per utilizzi termici che come lubrificanti_[2].

Oltre alle vie metaboliche, considerevole attenzione è stata rivolta anche allo studio delle interazioni chimico cellulari che possono spiegare il meccanismo della carcinogenesi degli IPA. Le proprietà degli IPA di formare legami covalenti con DNA e RNA sono in contrasto con la loro scarsa reattività chimica. Si è supposto che sia necessaria la trasformazione metabolica prima della realizzazione di tali legami e che quindi l'effetto cancerogeno sia esercitato_[4,5,7,8,].

Numerosi tipi di prodotti cancerogeni sono stati proposti come derivati ultimi degli IPA. I più importanti metaboliti degli IPA cancerogeni sono presumibilmente gli epossidi della regione “K” o meso fenantrenica, i quali sono ritenuti direttamente responsabili degli effetti biologici attribuiti ai composti da cui derivano_[5,9].

Le tecniche gas-cromatografiche sono ormai applicate da diversi anni all’analisi degli IPA e consentono sicuri dosaggi dei livelli di esposizione. Non sono ancora stati definiti dei limiti specifici di presenza per i vari IPA. Solamente nel caso di benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(b)fluoroantene e crisene le organizzazioni mondiali specificano chiaramente che l’esposizione in tutti i casi dovrebbe essere attentamente controllata per mantenere i livelli più bassi possibili. Solo la OSHA (Occupational Safety and Health Administration) ha stabilito un limite di $0,20 \text{ mg/m}^3$ per tutti gli IPA_[3,4,12,17].

Silice libera cristallina

La silice libera cristallina è causa di una patologia che ha accompagnato lo sviluppo industriale ed economico del nostro paese, la silicosi, quasi del tutto debellata. Un'altra battaglia, ancora lontana dall'essere vinta, incombe su chi è esposto, a causa del lavoro alla silice libera cristallina: il cancro al polmone.

Già dal 1997 l'Agenzia internazionale di ricerca sul cancro ha dichiarato la silice libera cristallina cancerogena per l'uomo. Nell'ottobre del 2002 è stato creato il Network Italiano Silice, a cui aderiscono Regioni, Province, Inail, Ispesl, Istituto Superiore di Sanità, Asl e centri di ricerca scientifica, con lo scopo di intervenire in un settore della prevenzione che non presenta a livello europeo la necessaria completezza e chiarezza normativa^[9].

E' inoltre accertato che l'esposizione a silice si associa allo sviluppo di malattie autoimmuni e che si correla con la maggiore probabilità di insorgenza del cancro polmonare. Una stima internazionale (Carex 2003) afferma che in Italia oltre 254.000 persone sono esposte a causa del lavoro al rischio silice libera cristallina^[15].

La Regione Toscana già dal 2004 ha lanciato un progetto mirato alla prevenzione, misurazione e intervento nei settori più critici.

E' da precisare che attualmente nessuna normativa nazionale prevede dei limiti di sicurezza per la silice libera cristallina; esistono, a livello internazionale, i valori limite di riferimento ACGIH, espressi come TLV-TWA (Threshold Limit Value - Time Weighted Average), fissati in 0,025 mg/m³_[17].

Inquinamento acustico

Occorre considerare che la rumorosità prodotta dalle lavorazioni ha effetto non solo sull'ambiente esterno, provocando disturbi più o meno rilevanti fra la popolazione residente, ma anche sull'ambiente di lavoro con rischi di danni uditivi ed extra uditivi tra i lavoratori^[21].

Esiste una precisa normativa cui far riferimento sia per l'ambiente esterno che per l'ambiente di lavoro^[21,33].

Per quanto riguarda l'esterno, nell'ambito o meno della valutazione di impatto ambientale è previsto che qualunque attività potenziale fonte di rumore ai sensi della legge 447/95 richieda all'ente locale un nulla osta sull'impatto acustico prodotto (VIAA) ^[51]. Nello specifico la VIAA deve rappresentare:

- descrizione morfologica del sito
- descrizione delle specifiche sorgenti disturbanti
- presenza di recettori sensibili
- eventuale presenza di altre sorgenti disturbanti
- per le nuove imprese è richiesta una previsione di impatto acustico con metodi di calcolo teorici
- descrizione dei requisiti acustici passivi dell'edificio ed eventuali sistemi di insonorizzazione adottati

- zona di appartenenza ai fini della zonizzazione acustica prevista dal DPCM 1/3/91^[57]
- rilevazioni fonometriche in esterno
- eventuali rilevazioni fonometriche in siti disturbati
- caratteristiche e calibrazioni della strumentazione adoperata
- conclusioni ed attestazione che le specifiche sorgenti rientrano nei limiti di legge.

Per quanto riguarda il rumore negli ambienti di lavoro, esiste una numerosa normativa al riguardo ed in particolare è prevista, a carico del datore di lavoro, una valutazione obbligatoria dei livelli di esposizione al rumore ai sensi del D.Lgs 277/91 e 626/94^[53,56].

IGIENE DEL LAVORO

Parametri monitorati per la tutela dei lavoratori

Piano di lavoro previsto

Il presente piano di lavoro nasce da un'attenta valutazione delle possibili fonti di nocività presenti nell'ambiente di lavoro. Tutti gli operatori vengono inoltre sottoposti alle visite mediche previste dalla medicina del lavoro.

Trattandosi di operazioni di scavo, condotte in galleria mediante l'utilizzo di macchine utensili, i fattori di nocività sono riconducibili a:

- Rumorosità, provocata dalle macchine di scavo e dai mezzi di movimentazione;
- Microclima, in galleria sono spesso critiche le condizioni di umidità, temperatura e ventilazione;
- Gas e vapori nocivi, provocati principalmente dagli scarichi dei mezzi di movimentazione;
- Polveri, generate dalle lavorazioni di scavo. Le polveri possono, in relazione alle caratteristiche mineralogiche, contenere percentuali rilevanti di silice libera cristallina;
- Idrocarburi policiclici aromatici, generati sia dagli scarichi dei mezzi di movimentazione che dalla possibile nebulizzazione dei grassi e/o lubrificanti utilizzati dalle macchine utensili;

- Illuminazione, per le gallerie ed i luoghi di lavorazione e transito esistono precisi riferimenti legislativi sui limiti di illuminazione.

PARAMETRI MONITORATI

Microclima

Al fine di rilevare le condizioni di umidità, temperatura e ventilazione, si è provveduto a misurazioni dei vari parametri con specifica apparecchiatura. Le misurazioni vengono effettuate ogni tre mesi.

E' stata utilizzata una stazione di misura fissa dotata di differenti sensori per le varie misurazioni. La strumentazione viene montata su di un cavalletto e collegata ad un datalogger per l'acquisizione dei dati. E' stato previsto di rilevare i dati ogni 100 metri dall'inizio della lavorazione.

La stazione di misura è dotata dei seguenti sensori:

- ◆ Un anemometro a filo caldo per la misurazione della velocità dell'aria.

- ◆ Un globotermometro per misurare l'irraggiamento, sebbene in galleria non serva, ma è previsto per il corretto funzionamento del macchinario.
- ◆ Un termometro a bulbo umido e a ventilazione naturale, per la misurazione dell'umidità relativa.
- ◆ Un termometro a bulbo umido e a ventilazione forzata.
- ◆ Un termometro a bulbo secco e a ventilazione forzata.

Polveri

Sono stati fatti prelievi di polvere seguendo il criterio del campionamento sia su postazione fissa che sul personale, monitorando, in fasi di lavoro successivo, le varie figure professionali operanti in galleria.

Mediante campionatori personali posizionati in prossimità della bocca del lavoratore, si è proceduto al prelievo della polverosità totale ed inalabile. La durata del campionamento è stata valutata sulla base delle stime dei valori di polverosità presenti e sulla durata delle singole fasi lavorative (le durate di campionamento sono risultate comprese fra 4 ore e 8 ore).

Il metodo seguito è il campionamento con membrane filtranti di porosità a 0,45 micron.

Per la polverosità respirabile il portafiltri di campionamento è stato munito di apposito ciclone separatore della frazione respirabile della polvere.

Per la polverosità totale o inalabile si usa un portafiltri a doppio cono privo di ciclone separatore.

I limiti TLV-TWA riportati per il materiale particolato totale e la frazione respirabile sono rispettivamente 10,00 e 3,00 mg/m³.

Silice libera cristallina

Il campione di polvere, precedentemente discusso, è stato sottoposto ad analisi gravimetrica e diffrattometrica a raggi x per la determinazione della silice libera cristallina_[16]. Incaricato dell'analisi è stato il laboratorio del CNR di Pisa.

La composizione mineralogica della polvere, presente nei cantieri della strada dei marmi e deposita nei filtri, è essenzialmente calcite con la presenza di piccole quantità di quarzo, biossido di silice appunto (SiO₂). E' quindi fondamentale tenere sotto controllo il suo valore. Ricordiamo che il limite TLV-TWA fissato è di 0,05 mg/m³.

Gas e vapori nocivi

Il monitoraggio dei gas e vapori nocivi è stato effettuato monitorando le varie figure professionali durante lo svolgimento delle mansioni quotidiane.

Per il monitoraggio sono stati utilizzati apparecchi di prelievo ed analisi automatica. I tempi di prelievo sono stati congrui per la rappresentazione significativa del lavoro svolto. Questi apparecchi forniscono la lettura del parametro rilevato in continuo, i risultati pertanto sono stati elaborati secondo i dettami dell'analisi statistica (valor medio, deviazione standard, massimi e minimi).

I gas analizzati sono riportati in seguito con indicato accanto il limite TLV-TWA di riferimento.

- ◆ Anidride carbonica (CO₂); TLV-TWA 9000 mg/m³
- ◆ Ossido di carbonio (CO); TLV-TWA 29,00 mg/m³
- ◆ Ossido di azoto (NO); TLV-TWA 31,00 mg/m³

In alcuni casi sono state fatte anche misurazioni con l'esplosimetro a cella elettrochimica, per rilevare la presenza di metano. Il metano tende a formare delle sacche di gas nelle parti alte o negli incavi delle gallerie diventando pericolo in caso di contatto con fiamme.

Idrocarburi policiclici aromatici

Il criterio di campionamento seguito, in analogia con i prelievi di polveri, si basa sul prelievo degli IPA mediante l'utilizzo di filtri a micropori in fibra di vetro. I filtri sono stati precedentemente sottoposti ad un procedimento di estrazione con solvente per eliminare sostanze interferenti.

La metodica, ampiamente discussa in letteratura, consente il campionamento significativo degli IPA derivanti da processi di combustione dei motori. Il prelievo dell'aria viene condotto con le solite pompe aspiranti utilizzate per le polveri.

Il campione raccolto viene successivamente sottoposto ad analisi chimica secondo le specifiche di analisi per gli IPA.

I risultati sono espressi come valore totale di IPA e come singoli quantitativi degli IPA più rappresentativi.

La durata del campionamento, analogamente a quanto fatto per le polveri, è risultata compresa fra 4 ore ed 8 ore.

Rumore e vibrazioni

Per quanto riguarda la rumorosità sono state condotte campagne di prelievi allo scopo di rappresentare le condizioni di rischio connesse alle varie lavorazioni. Pertanto sono state analizzate le singole lavorazioni isolate fra loro e nel contesto del normale ciclo di lavoro.

I rilievi sono stati condotti secondo i dettami del Decreto Legislativo 10 aprile 2006, n.195 utilizzando personale competente ed apposita strumentazione^[21].

Riferiamo unicamente che sono stati valutati i valori limite di esposizione per le singole lavorazioni ed i criteri di utilizzo dei dispositivi di protezione individuale.

La strumentazione adoperata, tarata secondo le specifiche di legge, consentiva la determinazione dei livelli sonori con definizione delle dosi di esposizione, analisi spettrografica del rumore con ricerca di toni puri e determinazione dei picchi di rumore.

MISURE A TUTELA DELL'AMBIENTE

Essendo un argomento di non stretta pertinenza per questa tesi riporteremo solamente una breve trattazione sui criteri di gestione adoperati e sui piani di controllo previsti ed attuati.

Rifiuti tecnologici e terre di scavo

La realizzazione di un'opera di estensione e complessità come la strada dei marmi necessita della realizzazione di adeguate aree di cantiere in cui ubicare tutte le attività logistiche ed, in particolare, un adeguato studio per il reperimento e la realizzazione di aree di stoccaggio idonee a raccogliere e movimentare rilevanti quantità di materiali provenienti dagli scavi.

E' opportuno sottolineare che questi materiali di scavo sono da considerare potenzialmente inquinati dalle lavorazioni di escavazione e devono, pertanto, essere campionati e controllati analiticamente. Ne consegue che l'area di stoccaggio deve essere opportunamente conformata per consentire, da un lato la omogeneizzazione del materiale per la formazione del campione medio da sottoporre ad analisi, dall'altro per consentire il contenimento delle acque pluviali e di percolazione e lo stoccaggio separato delle varie partite di materiali.

Una volta caratterizzati i cumuli saranno destinati allo smaltimento secondo la vigente normativa.

Acque di lavorazione

In un'opera di scavo di così grande rilevanza particolare cura deve essere destinata alla regimentazione delle acque provenienti dalle lavorazioni. Sulla base di un attento studio sulle modalità di svolgimento del lavoro, si è visto che le acque possono provenire dalla raccolta e regimentazione delle acque sotterranee intercettate nel corso degli scavi, dal lavaggio delle ruote degli automezzi destinati al trasporto degli inerti e delle materie prime necessarie all'opera.

Nel presente piano di lavori, malgrado le indicazioni legislative, non è stato possibile misurare le acque scaricate.

Tutte le acque raccolte sono destinate ad un impianto di trattamento costituito da una vasca rettangolare in calcestruzzo della capacità di 15 m³, suddivisa in tre settori per la separazione dei materiali in sospensione. Il refluo viene trasferito per caduta in una vasca di disoleazione prodotta dalla ditta Depur Padana Acque della capacità di 3,7 m³. Le acque depurate verranno poi inviate al corpo recettore mediante canalizzazione munita di pozzetto per la presa campioni. L'impianto è conformato in modo tale da consentire il riciclo delle acque in caso di bisogno.

Impatto sul traffico

Particolare cura è stata data, nel piano di impatto ambientale, alle problematiche inerenti i problemi legati al forte incremento di traffico dovuto ai mezzi di movimentazione dei materiali di scavo. Ciò ha portato ad una sostanziale modifica della percorribilità di alcuni tratti di strade urbane ed extra urbane per limitare al minimo i disagi creati.

Rumore e vibrazioni

Nello studio sulla valutazione di impatto ambientale particolare attenzione è stata dedicata al problema delle emissioni sonore provocate dalle lavorazioni di scavo e movimentazione dei materiali.

Lo studio di impatto acustico ha previsto una prima valutazione della rumorosità prodotta dalle lavorazioni, in riferimento, secondo normativa, ai recettori (case di civile abitazione) individuati come prossimi alle aree di scavo, utilizzando modelli teorici di calcolo e prevedendo un monitoraggio periodico in alcuni punti significativi individuati. Ciò consente di verificare la validità delle misure di contenimento adottate e l'eventuale adozione di ulteriori misure.

Parametri monitorati per la tutela dell'ambiente

Acque di scarico

Sono stati effettuati prelievi delle acque preventivamente alle operazioni di scarico nel corpo recettore.

La frequenza dei controlli è semestrale ed avviene tramite campionamenti effettuati dalla ditta appaltatrici e i campioni vengono poi inviati ad un laboratorio analisi per le misurazioni previste.

I parametri monitorati, in conformità alle caratteristiche delle possibili fonti di inquinamento, hanno riguardato:

- Ph
- torbidità
- solidi sedimentabili e sospesi
- olii

Il campionamento è stato fatto immediatamente prima del corpo recettore, con un contenitore della capacità di 5 litri, avendo cura di rappresentare, per quanto possibile l'intero scarico.

I campioni, in laboratorio, sono stati sottoposti ad analisi chimica secondo i metodi ufficiali di analisi "IRSA CNR"

Rumore e vibrazioni

I criteri di protezione iniziali hanno previsto il seguente piano di monitoraggio.

Controlli per 24 ore, fino a termine dei lavori di scavo, della rumorosità esterna su 5 punti critici individuati al fine di determinare il clima acustico di zona.

Per ogni punto di misura è stata prevista la determinazione di:

- Livello di rumore residuo giornaliero con studio della variabilità statistica
- Livello di rumore residuo notturno con studio della variabilità statistica
- Presenza di componenti tonali ed analisi dello spettro
- Presenza di componenti impulsive

Le determinazioni sono state eseguite previa installazione di microfoni da esterno collegati ad appropriati apparecchi di rilevamento fonometrico.

Tutta l'apparecchiatura era conforme alle direttive di legge e tarata secondo le specifiche.

Rifiuti

Le terre di scavo vengono trattate come non rifiuto. Per garantirne la reperibilità, la ditta tiene dei formulari di trasporto interni, in modo da poter controllare tutto il percorso seguito dal materiale di scarico.

Il volume stimato delle terre di scavo è di 1.300.000 m³. Una parte verrà inviata a ditte specifiche, che si occupano di operazioni di recupero: calcestruzzo o prodotti stabilizzati. Una parte verrà riutilizzata per riempimenti e viadotti specifici della strada dei marmi stessa. Un'ultima parte dovrebbe essere utilizzata per il ripristino ambientale di aree di cava dismessa, ma gli accordi in merito devono ancora essere stillati.

Per quanto riguarda le analisi, ogni 10.000 m³ scavati viene prelevato un campione di terreno ed inviato ad un laboratorio analisi. Il campione viene sottoposto ad analisi completa con ricerca specifica di tutti i metalli pesanti, idrocarburi in genere, IPA e PCB.

Gli altri rifiuti provenienti da operazioni di manutenzione mezzi o da lavorazioni sono:

- ◆ Oli minerali e sintetici esausti
- ◆ Accumulatori al piombo
- ◆ Filtri di vario tipo
- ◆ Carta e stracci sporchi di olio e idrocarburi

- ◆ Rottami ferrosi
- ◆ Eventuali scarti di resina, come residui di operazioni di consolidamento fronte di scavo
- ◆ Rifiuti da impianto trattamento acque

Per tutti questi rifiuti sono previste delle aree di stoccaggio coperte con contenitori specifici per ogni tipo di rifiuto ed ogni tre mesi viene chiamata la ditta per lo smaltimento autorizzato.

Occasionalmente, in caso di demolizione di fabbricati espropriati, è stato trovato dell'amianto che si è provveduto a smantellare e smaltire secondo le norme di legge.

Tutti i rifiuti vengono riportati su di un apposito registro, vidimato dall'ufficio del registro territoriale, al fine della predisposizione del modello unico di dichiarazione ambientale, da effettuarsi entro il mese di aprile di ogni anno.

METODICHE ANALITICHE

La maggior parte dei parametri monitorati prevede l'utilizzo di apparecchiature analitiche che riportano direttamente i risultati ottenuti.

Le metodiche analitiche eseguite in laboratorio sono quelle per la determinazione delle polveri, della silice libera cristallina e degli IPA.

Per la determinazione della silice libera cristallina ci si è avvalsi della consulenza del laboratorio del CNR di Pisa, per cui non mi è stato possibile collaborare alle metodiche analitiche.

Per la determinazione della polverosità totale la metodica prevede di misurare il peso del filtro prima e dopo il campionamento con calcolo matematico dei mg di polvere presente.

L'analisi che ho avuto la possibilità di seguire personalmente, partecipando in prima persona alla sua esecuzione, è stata la determinazione degli IPA sul particolato totale mediante gascromatografia. La metodica seguita è stata la NIOSH 5506. Il metodo può essere utilizzato sia per i campionamenti personali sia per i campionamenti in postazioni fisse e si applica per volumi massimi di campionamento di 400 litri.

I filtri impiegati per l'analisi degli IPA sono a micropori in fibra di vetro. Questi, prima del campionamento, sono condizionati per circa tre ore in una cappa alle seguenti condizioni: $U_{mRe}=50\%$ $T=20^{\circ}\text{C}$ circa. In seguito i filtri vengono pesati su di una bilancia analitica e montati su gli appositi portafiltri. A questo punto possono essere utilizzati per il campionamento.

Alla fine del campionamento i filtri vengono prelevati e conservati al riparo dalla luce avvolgendoli in fogli di alluminio, per il trasporto al laboratorio. Una volta in laboratorio vengono subito posti in frigorifero a 0°C ed analizzati entro quattro giorni dal campionamento.

Si procede quindi alla pesata dei filtri nelle stesse condizioni del pre-campionamento. La concentrazione delle polveri è ottenuta come differenza di peso dei filtri dopo e prima del campionamento in riferimento al volume d'aria campionato.

A questo punto i filtri vengono sottoposti ad estrazione. I raggi UV possono degradare gli IPA per cui, durante la manipolazione, è opportuno utilizzare luce gialla o lampade ad incandescenza, in alternativa i campioni vanno protetti con opportuni schermi anti UV.

Per l'estrazione i filtri vengono piegati in più parti ed inseriti in vials a cui viene aggiunto 5,0 ml di solvente, cicloesano. Le vials vengono tappati e tenuti in bagno ad ultrasuoni per 15-20 minuti. Per quantità maggiori di particolato si può ricorrere all'estrazione in Soxhlet.

L'estratto viene filtrato su un filtro a siringa da 0,45 μm e portato quasi a secchezza. Viene poi ripreso e portato a volume di 1,0 ml di toluene ed infine filtrato ancora su filtro a siringa. Per evitare perdite di componenti volatili bisogna sempre stare attenti che il campione non raggiunga completa secchezza.

Per una corretta determinazione bisogna sempre eseguire delle curve di calibrazione, utilizzando degli standard di IPA, e determinare i coefficienti di recupero dai filtri.

Contemporaneamente alla preparazione dei campioni viene preparato anche un *bianco*, che segua il campione durante la lavorazione, che servirà poi da riferimento.

Per ottenere la curva di calibrazione, una soluzione standard di IPA, quindi a concentrazioni note, va diluita in palloncini graduati al fine di ottenere differenti concentrazioni dei singoli IPA. Si ricava

così una curva di calibrazione comprensiva dei vari tempi di ritenzione utile per le determinazioni successive.

Per la determinazione dei coefficienti di recupero, invece, usando una microsiringa si aggiungono 0,001 ml di soluzione degli IPA standard su quattro filtri bianchi ai livelli di concentrazione utilizzati per la curva di calibrazione. Si lascia evaporare il solvente per 8 ore tendendo i filtri al buio. Si estraggono poi i filtri bianchi come i filtri del campione. Dall'analisi degli estratti si costruisce una curva del recupero quantità trovata/quantità nominale in funzione alle quantità trovate.

E' opportuno verificare la validità della curva di calibrazione e di quella di recupero ogni volta che arriva un nuovo lotto di filtri per la determinazione degli IPA. Una volta ottenute le curve di recupero e quella di calibrazione si può procedere con l'analisi dei campioni.

I campioni, una volta estratti, sono pronti per l'analisi gascromatografica.

L'apparecchio utilizzato è un gascromatografo DANI 1000 con colonna capillare ZB5ms di lunghezza 30 metri e uno spessore film di 0,25 μ m. Il limite di temperatura per la colonna è di 320/340°C.

Il programma prevede 100°C in 2 minuti, fino a 280°C a 10° al minuto per 20 minuti e poi a 290°C a 10°C al minuto per 10 minuti.

Il gas di trasporto è l'elio il cui flusso è impostato a 1,3 ml/min e il gas ausiliare è l'azoto con un flusso di 17 ml/min .

Il detector utilizzato è un FID, rivelatore a ionizzazione di fiamma, la cui temperatura impostata è 270°C. L'iniettore è di tipo PTV e viene utilizzato un rapporto di split di 1:10, la pressione è di 1,59 bar, il volume iniettato è di 1 µl e il flusso è di 1,3 ml/min.

Una prima aliquota di campione preparato viene iniettata e si dà inizio al programma. Si prosegue all'iniezione di tutti i campioni con almeno tre iniezioni per ogni campione in modo da verificare che i dati siano riproducibili. Fra un campione e l'altro viene fatta un'iniezione di solvente in modo da pulire la colonna per eliminare eventuali tracce di IPA provenienti dal campione precedente.

Una volta ottenuti i cromatogrammi si passa all'individuazione degli IPA e alle determinazioni analitiche.

Il programma fornisce i tempi di ritenzione e l'area dei picchi dati da ciascun composto presente in ogni cromatogramma. Essendo filtri di polveri di ambienti di lavoro, è possibile trovare picchi di vari composti.

A questo scopo si utilizza la curva di calibrazione, precedentemente preparata, in modo da individuare gli IPA sulla base dei tempi di ritenzione.

Una volta individuati si riporta l'area dei singoli picchi. In caso le aree dei picchi siano superiori al range di calibrazione, le soluzioni vanno diluite con il solvente e l'analisi ripetuta.

La concentrazione dei singoli IPA in aria viene espressa in mg/m^3 e il calcolo per la determinazione è il seguente:

$$C \text{ mg}/\text{m}^3 = \frac{W_f^i - B^i}{V_{\text{totale}}}$$

W_f^i peso in μg dell'i-esimo IPA corretto per il valore del rispettivo coefficiente di recupero

B^i peso in μg dell'i-esimo IPA nel bianco

V_{totale} in litri di aria campionata

A questo punto si ripetono i calcoli per tutti gli IPA individuati e per tutti i campioni analizzati e si riportano i risultati sul foglio di lavoro. E' buona norma, in caso di superamento dei valori TLV-TWA avvertire immediatamente il committente, vista la pericolosità dell'esposizione agli IPA.

L'elenco degli IPA ricercati, in base alle disposizioni di legge, è

il seguente:

Naftalene;

Acenaftilene;

Acenaftene;

Fluorene;

Fenantrene;

Antracene;

Fluorantene;

Pirene;

Crisene;

Benzo(a)antracene;

Benzo(b)fluorantene;

Benzo(k)fluorantene;

Benzo(a)pirene;

Indeno(1,2,3-c,d)pirene;

Dibenzo(a,h)antracene;

Dibenzo(g,h,i)perilene.

Risultati dei controlli effettuati

Nel rispetto dell'incarico assegnato alla struttura incaricata dei controlli, sono state analizzate le varie condizioni di lavoro al fine di determinare i livelli di esposizione ai singoli fattori nocivi secondo quanto previsto dalla vigente normativa.

Le metodiche di campionamento e analisi sono state eseguite direttamente dal candidato dietro la attiva vigilanza e supervisione della direzione del laboratorio.

La campagna di prelievi è stata effettuata dal 26 febbraio al 16 dicembre. La durata dei campionamenti è stata stabilita dalle singole procedure, con una media di otto ore a campionamento. I punti di campionamento e le mansioni analizzate sono state quelle previste dal piano di lavoro.

Nelle tabelle allegate si riportano i risultati ottenuti dall'elaborazione dei campioni analizzati durante lo svolgimento di questa tesi.

Polveri

Per il campionamento delle polveri sono stati utilizzati dei filtri da 25 mm in nitrato di cellulosa.

I filtri sono stati preventivamente condizionati in stufa a 110°C per due ore. Successivamente sono stati pesati, in modo da poter fare la tara, e inseriti nella sonda IOM tramite pinzette in acciaio inossidabile. La portata d'aria prevista è di 2,1 litro al minuto.

Al fine di posizionare il campionatore nella zona più vicina possibile all'apparato respiratorio dell'operatore, è stato fermato, con apposito fermaglio, sul colletto della camicia, in posizione ortogonale rispetto alla persona.

Terminato il campionamento, il filtro è stato estratto e messo in apposita scatola in plastica per il trasporto in laboratorio.

I filtri per la determinazione della silice cristallina vengono inviati presso il laboratorio del CNR di Pisa assieme a tre filtri non usati in modo da poter effettuare il bianco.

I filtri per la determinazione della polverosità totale, della frazione respirabile e degli IPA vengono consegnati personalmente al laboratorio C.B.A. di Forte dei Marmi.

Nel caso di campionamenti su postazione fissa, la sonda di campionamento, in acciaio inossidabile, è stata fissata su cavalletto a 1,60 metri dal calpestio.

In questo caso i filtri adoperati avevano un diametro di 50 mm per una portata d'aria di 20 litri al minuto.

La sonda viene posizionata con apertura rivolta verso il pavimento in modo da evitare che raccolga detriti.

Il prelievo d'aria, sia nel caso di postazione fissa che su operatore, ha avuto una durata minima di quattro ore.

La tabella riporta i risultati dei prelievi effettuati con, in evidenza, i valori in cui sono stati superati i limiti TLV-TWA che si ricorda essere di 10,00 mg/m³ per il materiale particolato totale; 3,00 mg/m³ per la frazione respirabile; 0,025 mg/m³ per la silice libera cristallina e 0,20 mg/m³ per gli IPA.

L'unità di misura utilizzata per esprimere i risultati è il mg/m³. Nel caso un parametro non sia stato misurato, viene indicata la sigla n.r.

Data campionamento	Punto di campionamento	Polverosità totale	Frazione respirabile	Silice libera cristallina	IPA
26 febbraio	Postazione fissa	5,45	n.r.	4,0±1,0	n.r.
	Addetto alla pala caricatrice	n.r.	14.75	n.r.	0,0021
	Addetto al martello cingolato	n.r.	8.64	n.r.	0,012
3 marzo	Postazione fissa	19,21	3,20	<0,01	0,002
30 marzo	Addetto al martello cingolato	n.r.	1,66	n.r.	<0,5
	Addetto alla pala caricatrice	n.r.	2,06	n.r.	<0,5

Data campionamento	Punto di campionamento	Polverosità totale	Frazione respirabile	Silice libera cristallina	IPA
27 ottobre	Addetto al martello cingolato	n.r.	4,38	n.r.	<0,001
	Addetto alla pala caricatrice	n.r.	5.63	n.r.	<0,001
	Postazione fissa	13,80	n.r.	0,897 ± 1.5%	n.r.
11 novembre	Addetto al martello cingolato	n.r.	3.27	n.r.	<0,001
	Addetto alla pala caricatrice	n.r.	2,33	n.r.	<0,001
16 dicembre	Addetto alla pala caricatrice	n.r.	7,09	n.r.	<0,001

Gas e vapori nocivi

Per il campionamento dei gas e dei vapori nocivi si utilizza un analizzatore a celle elettrochimiche dotato di una pompa interna per il prelievo dell'aria.

Per rendere più facile il campionamento, l'apparecchiatura è racchiusa in una sorta di borsa a tracollo. L'analizzatore viene tenuto a tracollo dal lavoratore e un tubicino di silicone viene fissato al suo colletto. Le misurazioni vengono inviate direttamente all'hard disk.

L'analizzatore riferisce una lettura al minuto. La durata del campionamento è stata minimo di quattro ore.

Per la misurazione viene scelto l'operatore che lavora nelle condizioni più sfavorevoli.

Nella tabella seguente vengono riportati i risultati ottenuti. I due valori, entrambi espressi in ppm, indicano rispettivamente: il valore medio e il valore massimo rilevato. Anche in questo caso sono in evidenza i valori che superano i limiti imposti. I limiti TLV-TWA per l'ossido di carbonio è 29,00 ppm; 31,00 ppm è il limite fissato per l'ossido di azoto.

I valori dell'anidride carbonica vengono dati in percentuale. Per la sola anidride carbonica viene riportato anche un terzo dato che si riferisce al

valore minimo rilevato. Per l'anidride carbonica il limite TLV-TWA previsto è di 9000 ppm, 0,90 %.

Nel caso un parametro non sia stato misurato, viene indicata la sigla n.r.

Data campionamento	CO ₂	CO	NO	Numero campioni di cui superiore al limite
26 febbraio	0,07 0,12	6,50 12,85	2,65 5,50	0 su 458
17 marzo	0,16 0,29	19,00 43,57	10,35 21,75	118 su 480
26 marzo	0,10 0,17 0,03	9,06 17,25	6,24 12,12	0 su 480
27 ottobre	0,05 0,18 0,03	3,66 39,57	1,80 13,73	1 su 2106

Data campionamento	CO ₂	CO	NO	Numero campioni di cui superiore al limite
11 novembre	0,11 0,33 0,03	9,34 25,00	6,41 13,14	0 su 458
16 dicembre	0,07 0,14 0,03	4,93 13,28	2,80 7,39	0 su 458

Microclima

La misurazione avviene tramite una stazione di misura fissa dotata delle seguenti sonde: un anemometro a filo caldo per la misurazione della velocità dell'aria, tre termometri, uno a bulbo umido e a ventilazione naturale, per la misurazione dell'umidità relativa, uno a bulbo umido e a ventilazione forzata e uno a bulbo secco e a ventilazione forzata.

La strumentazione viene montata su di un cavalletto a 1,50 metri da terra e collegata ad un datalogger per l'acquisizione dei dati.

I risultati riportati si riferiscono ai valori medi, da intendersi come la media aritmetica di tutti i valori registrati durante il campionamento.

Lo strumento dà una lettura dei parametri ogni minuto, ma le prime sei o sette letture non vengono considerate poiché l'apparecchio ha bisogno di condizionarsi prima di poter essere attendibile.

L'unità di misura utilizzata è il °C per la temperatura del bulbo umido ventilato e di quello secco ventilato. L'umidità relativa viene espressa in % e la velocità dell'aria è data in m/sec.

Data campionamento	Temperatura bulbo umido ventilato	Temperatura bulbo secco ventilato	Umidità relativa	Velocità dell'aria
3 marzo	9,50	11,90	74,14	0,08
12 marzo	15,81	20,50	61,64	0,08
17 marzo	14,50	19,30	65,32	0,07
25 marzo	17,79	22,14	65,50	0,186
27 ottobre	8,30	12,50	72,14	0,10
11 novembre	8,05	11,50	70,22	0,12

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti e presentati in questa tesi hanno riguardato la campagna di monitoraggio effettuata nel periodo fra il 26 febbraio e il 16 dicembre. Le procedure eseguite per i campionamenti si sono dimostrate adeguate ed hanno fornito risultati affidabili.

I dati ottenuti dal monitoraggio delle polveri hanno riportato 13 casi di superamento dei limiti TLV-TWA su 52 misurazioni effettuate.

Il superamento dei valori limite, per quel che riguarda i campionamenti su postazione fissa, ha riguardato per 3 volte la polverosità totale e per 2 volte il limite della silice cristallina.

Per quanto concerne i campionamenti sul personale, il valore limite per la frazione respirabile della polvere è stato superato 3 volte sia per l'addetto al martello cingolato che per l'addetto alla pala caricatrice.

La presenza di IPA è stata rilevata superiore ai limiti solo in piccole quantità in due campioni.

L'analisi dei gas e vapori nocivi ha rilevato il rispetto dei parametri fissati per la maggioranza dei campioni.

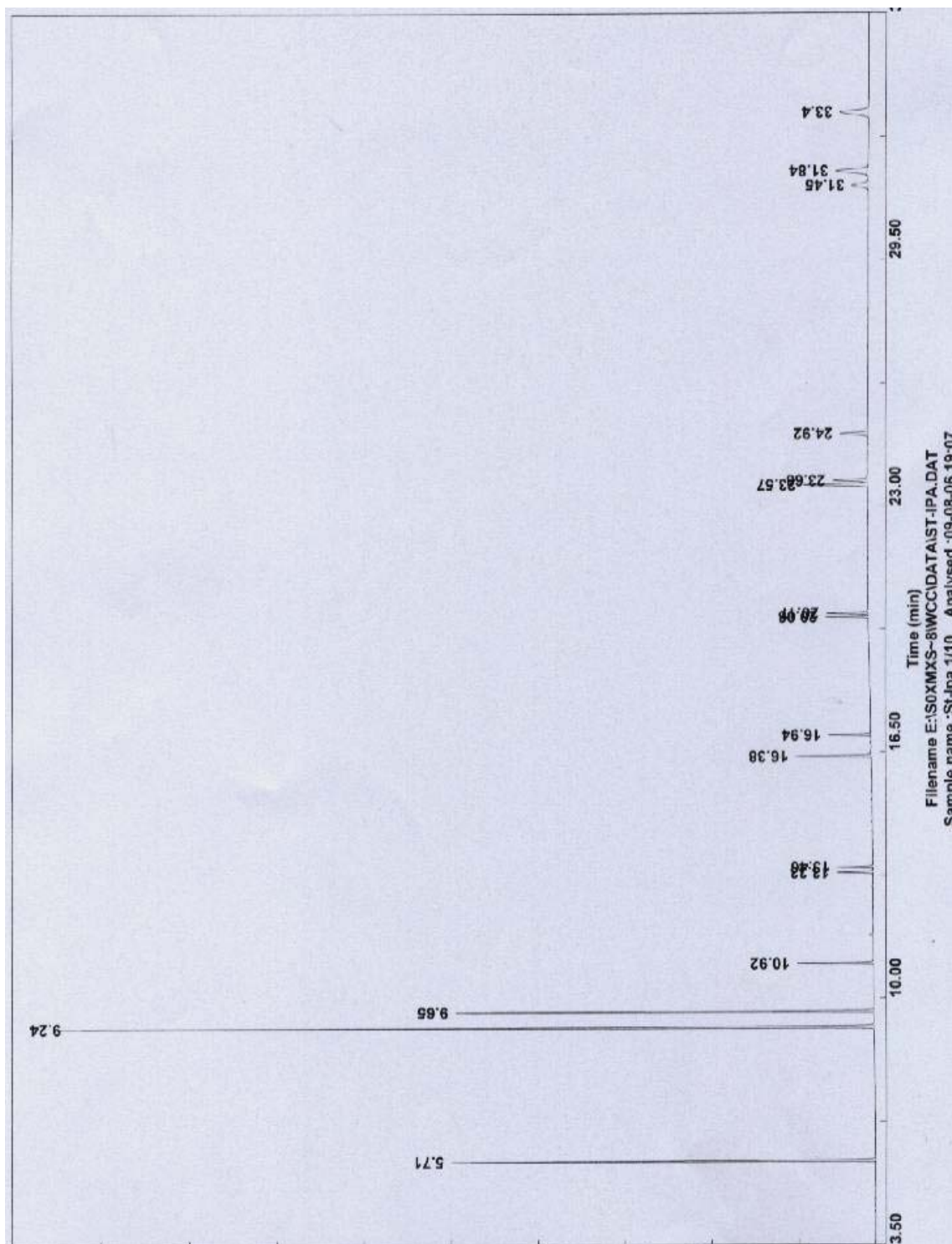
L'unico gas i cui parametri sono risultati fuori dai limiti è stato l'ossido di carbonio, i cui campionamenti hanno superato i valori in due occasioni. Nella prima non sono risultati idonei 118 campionamenti su 480,

mentre nella seconda occasione i campionamenti effettuati sono stati 2106 e solo 1 non è rientrato nei limiti.

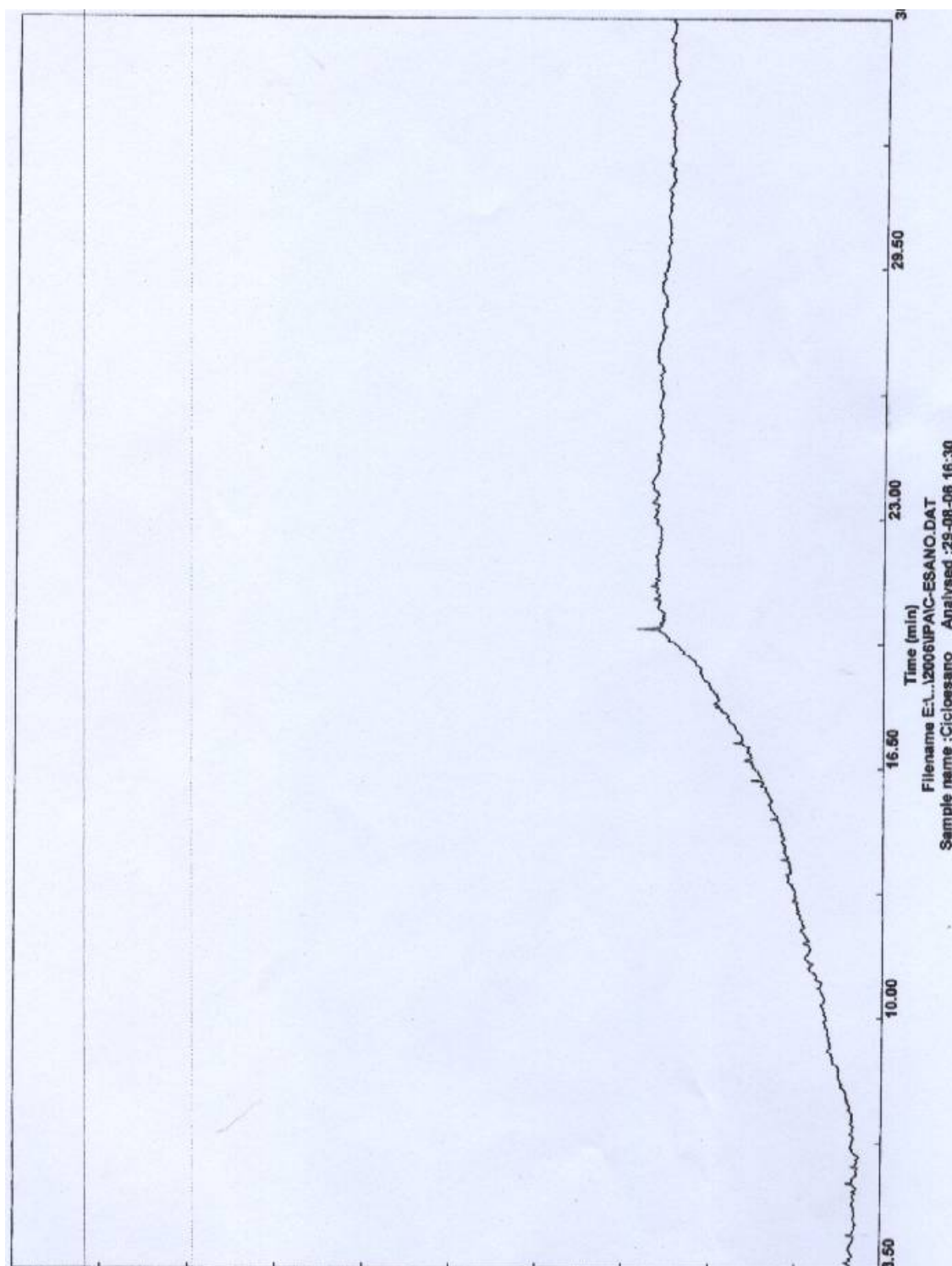
L'analisi del microclima ha portato in evidenza il rispetto di tutte le condizioni richieste per un idoneo ambiente di lavoro.

Nei casi di superamento dei limiti suddetti, si è provveduto ad avvisare tempestivamente la ditta appaltatrice. Questa ha provveduto alla momentanea sospensione dei lavori, ove necessario, ad avvertire gli operai interessati e all'immediato ripristino delle condizioni richieste dalle normative vigenti.

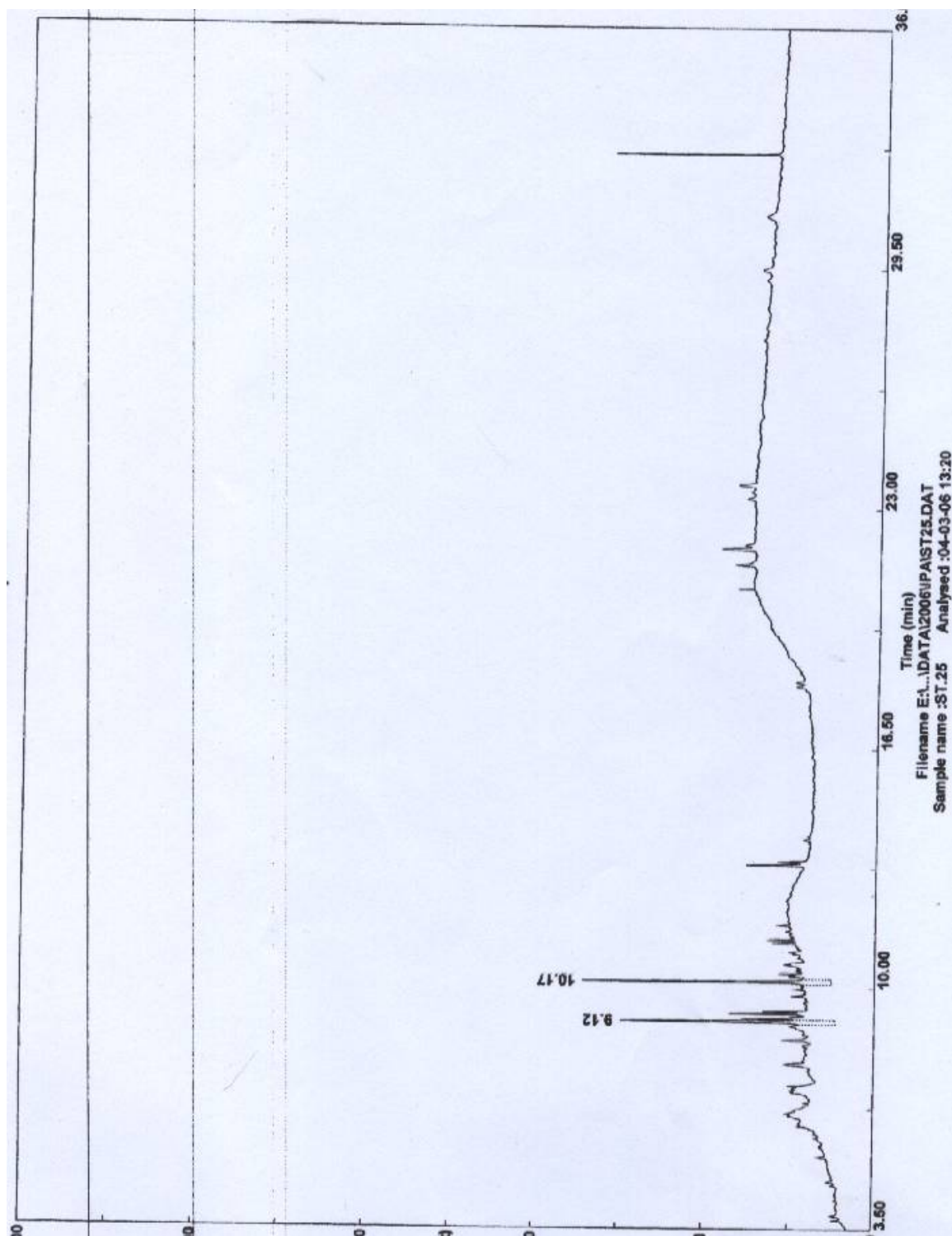
APPENDICE



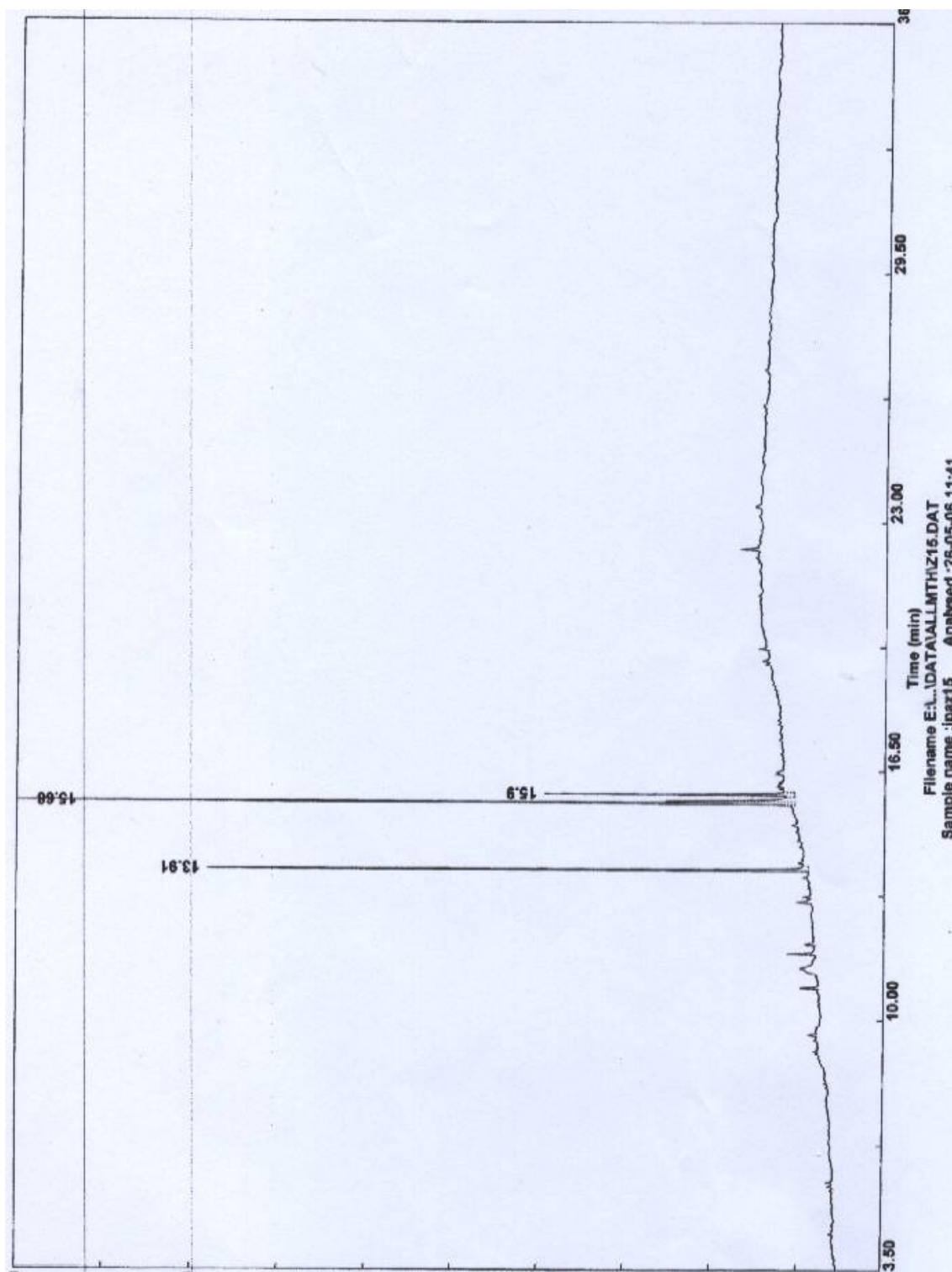
Il cromatogramma si riferisce ad uno standard per gli IPA. I tempi di ritenzione dei vari IPA sono i seguenti: Naftalene 5.,71; Acenaftilene 9.24; Acenaftene 9.65; Fluorene 10.92; Fenantrene 13.22; Antracene 13.46; Fluorantene 16.38; Pirene 16.94; Benzo(a)antracene 20.08; Crisene 20.17; Benzo(b)fluorantene 23.57; Benzo(k)fluorantene 23.66; Benzo(a)pirene 24.92; Indeno(1,2,3-c,d)pirene 31.45; Dibenzo(a,h)antracene 31.84; Benzo(g,h,i)perilene 33.4.



Il cromatogramma si riferisce ad un filtro utilizzato per il campionamento delle polveri, in cui non sono stati individuati IPA.



Il cromatogramma si riferisce ad un filtro per il campionamento delle polveri in cui sono stati individuati degli IPA. Da un attento esame del cromatogramma, si evince che gli IPA presenti sono l'Acenaftilene a 9.12 e il Fluorene a 10.17.



Il cromatogramma si riferisce ad un filtro per il campionamento delle polveri in cui sono stati individuati degli IPA. Da un attento esame del cromatogramma, si evince che gli IPA presenti sono l'Antracene a 13.91, il Fluorantene a 15.68 e il Pirene a 15.9.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- 1) AIDII. Giornale degli Igienisti Industriali Valori Limite di Soglia, Pime editrice, 2005

- 2) Alessio L., Apostoli P. et al., Tossicologia e prevenzione dei rischi da esposizione professionale a idrocarburi policiclici aromatici. (I) Linee guida per la prevenzione dei rischi da esposizione professionale a idrocarburi policiclici aromatici. G. Ital. Med. Lav. Erg. Vol. 19 no. 4, 1997

- 3) Apostoli P., Minioa C., Alessio L., Atti Convegno Nazionale Idrocarburi policiclici aromatici negli ambienti di vita e di lavoro, Gargnano, 1996

- 4) Broussard G., Bramanti O., Marchesi F.M., Cavallaio P., Tecnica analitica di monitoraggio ambientale di idrocarburi policiclici aromatici (I.P.A.). Symposia I congressi della fondazione Maugeri, vol. 2, 2000

- 5) Cook J.W., Hewett C.L. & Hieger I., The isolation of a cancer-producing hydrocarbon from coal tar, Chem.Soc., 1933

- 6) Dust, Sampling in mines. Geneva, International labour office, 1972
- 7) Frolidi R. Lezioni di tossicologia forense. Giappicchelli editore, 2004
- 8) Galli C.L., Corsini E., Marinovich M. Tossicologia. Piccini nuova libreria s.p.a., 2004
- 9) Hodgson E. Tossicologia moderna. Edises
- 10) Laurenzi U., Rigosi F. La salute possibile Manuale di prevenzione in fabbrica. Franco Angeli libri s.r.l., 1985
- 11) Menichini E., Verso la definizione di uno standard di qualità per gli IPA in atmosfera. Atti del Convegno: Inquinamento atmosferico da idrocarburi policiclici aromatici (IPA) nelle città italiane, La Spezia 1992
- 12) Menichini E., Rossi L., Idrocarburi policiclici aromatici : basi scientifiche per la proposta di linee guida. Rapporto ISTISAN 92/4

- 13) Menechini E., Tancredi F., Osservazioni sul dosaggio di alcuni composti policiclici aromatici nell'applicazione delle "linee guida per le emissioni industriali" (DM 12/7/1990). *Inquinamento* no.6, 1994
- 14) Minoia C., Perbellini L., Monitoraggio ambientale e biologico dell'esposizione professionale a xenobiotici: idrocarburi policiclici aromatici, Ed. Morgan, vol.2, 2000
- 15) Nano G.M., Belliardo F., Bicchi C. Quaderni di chimica tossicologica n.2 aspetti di chimica tossicologica industriale. Centro scientifico torinese, 1983
- 16) Polesello A., Rifrattometri a raggi x (XRD) e spettrometri a fluorescenza di raggi x (XRF), Laboratorio 2000, 1995
- 17) Skoog D.A., Leary J.J., Chimica analitica strumentale, Edises, 1995

CENNI LEGISLATIVI, NORME ED ATTI IN VIGORE

- 18) Decreto del Presidente della Giunta Regionale toscana del 09-02-2007
n. 4: Regolamento di attuazione dell'articolo 11, comma 5, della legge regionale 3 gennaio 2005, n. 1 (Norme per il governo del territorio) in materia di valutazione integrata. (B.U.R. Toscana n. 2 del 14-2-2007);
- 19) Decreto 27 novembre 2006: Ministero dello Sviluppo Economico.
Quarto elenco riepilogativo di norme armonizzate concernente l'attuazione della direttiva n. 89/686/CEE, relativa ai dispositivi di protezione individuale. (GU n. 282 del 4-12-2006- Suppl. Ordinario n.229);
- 20) Deliberazione 18 ottobre 2006: Senato della Repubblica. Istituzione di una Commissione parlamentare di inchiesta sul fenomeno degli infortuni sul lavoro con particolare riguardo alle cosiddette «morti bianche». (GU n. 248 del 24-10-2006);
- 21) Decreto legislativo 10 aprile 2006, n. 195: Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore). (GU n. 124 del 30-5-2006);

- 22)Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 187: Attuazione della direttiva 2002/44/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti da vibrazioni meccaniche. (GU n. 220 del 21-9-2005; Ripubblicato, con note, su G.U. n. 232 del 5-10-2005);
- 23)Decreto 10 marzo 2005: Ministero dell'Interno. Classi di reazione al fuoco per i prodotti da costruzione da impiegarsi nelle opere per le quali e' prescritto il requisito della sicurezza in caso d'incendio. (GU n. 73 del 30-3-2005);
- 24)Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 25 febbraio 2005: Linee Guida per la predisposizione del piano d'emergenza esterna di cui all'articolo 20, comma 4, del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334. (GU n. 62 del 16-3-2005- Suppl. Ordinario n.40);
- 25)Decreto 1 aprile 2004 Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale. (GU n. 84 del 9-4-2004);

- 26)Decreto 26 febbraio 2004: Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali. Definizione di una prima lista di valori limite indicativi di esposizione professionale agli agenti chimici. (GU n. 58 del 10-3-2004);
- 27)Legge 16 gennaio 2004, n. 5. Testo del decreto-legge 14 novembre 2003, n. 315 (in Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 268 del 18 novembre 2003), coordinato con la legge di conversione 16 gennaio 2004, n. 5, recante: "Disposizioni urgenti in tema di composizione delle commissioni per la valutazione di impatto ambientale e di procedimenti autorizzatori per le infrastrutture di comunicazione elettronica.". (GU n. 13 del 17-1-2004);
- 28)Decreto 15 luglio 2003, n.388: Regolamento recante disposizioni sul pronto soccorso aziendale, in attuazione dell'articolo 15, comma 3, del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, e successive modificazioni. (GU n. 27 del 3-2-2004);

- 29)Decreto Legislativo 8 luglio 2003, n. 235: Attuazione della direttiva 2001/45/CE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori. (GU n. 198 del 27-8-2003);
- 30)Decreto del Presidente della Repubblica 3 luglio 2003, n. 222: Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell'articolo 31, comma 1, della legge 11 febbraio 1994, n. 109. (GU n. 193 del 21-8-2003);
- 31)Decreto Legislativo 23 giugno 2003, n.195: Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, per l'individuazione delle capacita' e dei requisiti professionali richiesti agli addetti ed ai responsabili dei servizi di prevenzione e protezione dei lavoratori, a norma dell'articolo 21 della legge 1° marzo 2002, n. 39. (GU n. 174 del 29-7-2003);
- 32)Decreto Legislativo 2 febbraio 2002, n. 25: Attuazione della direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori

contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro. (GU n. 57 del 8-3-2002) (modifica il decreto legislativo n. 626/94);

33)D.M. 2 maggio 2001: Criteri per l'individuazione e l'uso dei dispositivi di protezione individuale (DPI) (Gazzetta Ufficiale n. 209 dell' 8 settembre 2001);

34)D. Lgs. 19 aprile 2001, n.202: Disposizioni correttive del d. lgs. 23 febbraio 2000, n.38, in materia di assicurazione contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali. (G.U. n. 124 del 30/05/2001);

35)Legge del 20/12/2000 n. 79: Legge regionale 3 novembre 1998, n. 79 (Norme per l'applicazione della valutazione d'impatto ambientale) - Abrogazione del comma 1 dell'art. 27. B.U.R.T. n. 39 del 29 dicembre 2000;

36)Circolare 16 giugno 2000, n.40: Partecipazione del RLS alla gestione della sicurezza;

- 37)D. Lgs. 26 novembre 1999, n.532: Disposizioni in materia di lavoro notturno, a norma dell'articolo 17, comma 2, della legge 5 febbraio 1999, n. 25. G.U. del 21/01/2000 n. 16;
- 38)Decreto legislativo 19 Novembre 1999, n. 528: Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n. 494, recante attuazione della direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili. (G.U. del 18 gennaio 2000, n. 13);
- 39)D.P.C.M. 3 settembre 1999: Atto di indirizzo e coordinamento che modifica ed integra il precedente atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione dell'impatto ambientale.(Gazz. Uff., 27 dicembre, n. 302). (D.P.C.M. abrogato a decorrere dall'entrata in vigore della parte seconda del D. Lgs. 152/2006. Detto termine, già prorogato al 31 gennaio 2007 ai sensi dell'art. 52 del citato D.Lgs n. 152/2006, come modificato dal D.L. 173/2006, convertito, con modifiche, in L. n.228/2006, è stato ulteriormente prorogato al 31 luglio 2007 dal D. L. n. 300/2006,

convertito in L. n. 17/2007; nella G.U.R.I. n. 113 del 17.5.2007 è stato pubblicato il D.P.C.M. 7 marzo 2007, che modificato il testo dell'articolo 3, nella parte relativa agli impianti di recupero di rifiuti sottoposti a procedure semplificate);

40)D.P.R. 2 settembre 1999, n. 348: Regolamento recante norme tecniche concernenti gli studi di impatto ambientale per talune categorie di opere. (G.U.R.I. 12 ottobre 1999, n. 240);

41)D. Lgs. 4 agosto 1999, n.359: Attuazione della direttiva 95/63/CE che modifica la direttiva 89/655/CEE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e salute per l'uso di attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori. G.U. del 19/10/1999, n. 246;

42)Legge del 03/12/1998 n. 79: Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale. B.U.R.T. n.37 del 12 novembre 1998;

43)Legge Regionale 3 novembre 1998 n. 79: Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale (G.U. n.37 del 12-11-1998);

- 44)Decreto Ministeriale del 10/03/1998: Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro. Ministro dell'Interno - Ministro del Lavoro e Previdenza Sociale (Gazz. Uff. Suppl. Ordin. del 07/04/1998, n. 81);
- 45)Direttiva del Consiglio 97/11/CE del 3 marzo 1997 che modifica la direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione di impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (G.U.C.E n. L. 73 del 14 marzo 1997);
- 46)D.M. 17 gennaio 1997: Elenco di norme armonizzate concernente l'attuazione della direttiva 89/686/CEE relativa ai dispositivi di protezione individuale;
- 47)Decreto Ministeriale del 16 gennaio 1997: Ministro del Lavoro e Previdenza Sociale - Individuazione dei contenuti minimi della formazione dei lavoratori, dei rappresentanti per la sicurezza e dei datori di lavoro che possono svolgere direttamente i compiti propri del responsabile del servizio di prevenzione e protezione. G.U. n. 27 del 03/02/1997;

- 48) Decreto legislativo 2 gennaio 1997, n. 10: Attuazione delle direttive 93/68/CEE, 93/95/CEE e 96/58/CE relative ai dispositivi di protezione individuale. (Gazz. Uff., 30 gennaio, n. 24);
- 49) Decreto Legislativo 14 agosto 1996, n. 494: Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili. (G.U. n. 223 del 23.09.1996 - S.O. n. 156);
- 50) Decreto Legislativo 19 marzo 1996, n. 242: Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro. Gazzetta Uff. Suppl. Ordin. n. 104 del 06/05/1996;
- 51) Legge 26 ottobre 1995 n. 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico (Gazzetta Ufficiale N. 254 del 30 Ottobre 1995);

52) Legge Regione Toscana 18 aprile 1995, N.68: Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale (B.U.R.T. 28-4-95);

53) Decreto Legislativo 19 settembre 1994, n. 626: Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE, 93/88/CEE, 95/63/CE, 97/42/CE, 98/24/CE, 99/38/CE, 99/92/CE, 2001/45/CE, 2003/10/CE e 2003/18/CE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro. (Testo coordinato ed aggiornato al D.M. 26 febbraio 2004, recante: "Definizione di una prima lista di valori limite indicativi di esposizione professionale agli agenti chimici.", pubblicato su GU n. 58 del 10-3-2004; al d. lgs. 23 giugno 2003, n. 195: "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, per l'individuazione delle capacità e dei requisiti professionali richiesti agli addetti ed ai responsabili dei servizi di prevenzione e protezione dei lavoratori, a norma dell'articolo 21 della legge 1° marzo 2002, n. 39.", pubblicato su G.U. n. 174 del 27-7- 2003; al D. L.vo 12 giugno 2003, n.233, recante: "Attuazione della direttiva 1999/92/CE relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori esposti al rischio di

atmosfere esplosive.", pubblicato su GU n. 197 del 26-8-2003; al D. Lgs. 8 luglio 2003, n.235, recante: "Attuazione della direttiva 2001/45/CE relativa ai requisiti minimi di sicurezza e di salute per l'uso delle attrezzature di lavoro da parte dei lavoratori." pubblicato su GU n. 198 del 27-8-2003; alla L. 18 aprile 2005, n. 62, recante: "Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunita' europee. Legge comunitaria 2004." pubblicata su GU n. 96 del 27-4-2005 - S.O. n.76; al decreto legislativo 10 aprile 2006, n. 195, recante: "Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore)", pubblicato nella G.U. n. 124 del 30-5-2006; al decreto legislativo 25 luglio 2006, n. 257, recante: "Attuazione della direttiva 2003/18/CE relativa alla protezione dei lavoratori dai rischi derivanti dall'esposizione all'amianto durante il lavoro", pubblicato nella G.U. n. 211 dell'11-9-2006);

54)D.P.R. 18 aprile 1994 n. 441: Regolamento concernente l'organizzazione, il funzionamento e la disciplina delle attività relative ai compiti dell'ISPESL, in attuazione dell'articolo 2, comma 2, del D.Lgs. 30/6/1993, n. 268;

- 55) D.L.vo 25 gennaio 1992 n. 77: Attuazione della direttiva 88/364/CEE in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi di esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro;
- 56) Decreto Legislativo 15 agosto 1991, n. 277: Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 82/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n. 88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1990, n. 212. (Il Capo II e gli allegati I, II, III, IV e VIII del decreto legislativo 15 agosto 1991, n. 277 sono abrogati dal D. L.vo 2002 n. 25; le disposizioni di cui al capo IV sono abrogate dal D.L.vo 195/2006 a decorrere dal 14 giugno 2006);
- 57) D.P.C.M. 1/3/91: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno (G.U. n. 57 del 8/3/91);
- 58) Direttiva del Consiglio 85/337/CEE del 27 giugno 1985 concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati (G.U.C.E n. L. 175 del 5 luglio 1985);

- 59)Decreto Presidente Consiglio Ministri 27 dicembre 1988: Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 10 agosto 1988, n. 377 (G.U. 5 gennaio 1989, n. 4);
- 60)DPR 20.03.56 n. 320: Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro in sotterraneo;
- 61)Decreto del Presidente della Repubblica 19 marzo 1956, n. 303
Norme generali per l'igiene del lavoro. (Gazzetta Ufficiale n. 105 del 30/4/1956);
- 62)Decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1955, n. 547: Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro. (Il testo vigente è quello con le modifiche apportate dal D.Lgs 626/94 e succ. mod. e dal D.Lgs 242/96);