

ANALISI AMBIENTALE DI UNA AZIENDA DEL SETTORE MATERIE PLASTICHE

M. Barbanera¹, E. Moretti², C. Simoncini²

¹ CRB, Centro di Ricerca sulle Biomasse, Università degli Studi di Perugia, Via M. Iorio, 8, 06128 Perugia,

² CIRIAF, Centro Interuniversitario di Ricerca sull'Inquinamento da Agenti Fisici, Università degli Studi di Perugia, Via G. Duranti, 67, 06125 Perugia

SOMMARIO

La progettazione e l'attuazione di un Sistema di Gestione Ambientale rappresentano un passaggio fondamentale per tutte le organizzazioni, sia per assicurare il rispetto delle leggi, norme e regolamenti, sia per ricercare opportunità di miglioramento. Il presente lavoro prende in esame un impianto di estrusione di polipropilene, ubicato a Trevi (Perugia), e ne analizza i vari aspetti ed impatti ambientali, allo scopo di redigere una Analisi Ambientale Iniziale. Come prima fase è stato suddiviso il processo produttivo nelle fasi principali, al fine di individuare quelle a cui attribuire la responsabilità degli impatti ambientali e di rilevare eventuali punti critici. Successivamente, per ogni comparto ambientale (atmosfera, idrosfera, suolo, rifiuti, produzione di odori, sostanze pericolose, rumore) sono state individuate le sorgenti di impatto riscontrabili in ogni fase del processo produttivo e le prassi ambientali adottate relativamente a quell'aspetto. Infine si sono determinati gli aspetti ambientali significativi, effettuando campagne di misura delle polveri disperse in atmosfera e del rumore: uno studio più approfondito è stato dedicato al problema del rumore, grazie all'effettuazione di misure fonometriche e di simulazioni con il software SoundPlan. L'approfondita analisi svolta ha permesso di dimostrare che l'azienda è caratterizzata da ridotti impatti sull'ambiente e quindi da buone prestazioni ambientali.

INTRODUZIONE

L'Analisi Ambientale Iniziale costituisce il punto di partenza da cui sviluppare qualsiasi attività di gestione ambientale, sia essa EMAS [1] o ISO 14001 [2]. Essa consiste in una esauriente analisi iniziale dei problemi ambientali, degli effetti e dell'efficienza ambientale dell'organizzazione, in cui vengono verificati e studiati in profondità tutti gli elementi che consentono di delineare un quadro il più possibile esaustivo delle prestazioni ambientali dell'organizzazione, tenendo conto, tra le altre cose, della collocazione territoriale ed ambientale, delle caratteristiche di sensibilità del territorio, del quadro di riferimento legislativo e della capacità dell'organizzazione di gestire le problematiche ambientali connesse alle proprie attività.

Nell'ambito dell'incarico affidato dalla Società Polycar S.r.l. alla Sezione di Fisica Tecnica del CIRIAF, è stata effettuata una valutazione degli impatti ambientali collegati alle attività dell'azienda e l'individuazione dei possibili interventi di mitigazione, dedicando particolare attenzione agli aspetti di inquinamento atmosferico ed acustico, per i quali sono stati pianificati ed effettuati due monitoraggi strumentali.

FASI DELL'ANALISI AMBIENTALE INIZIALE

L'Analisi Ambientale Iniziale dovrebbe essere condotta secondo uno schema strutturato in cinque fasi.

- Inquadramento del sito.

Consiste nel delineare il contesto territoriale in cui opera l'organizzazione oggetto dell'analisi. L'inquadramento territoriale ambientale serve a definire il livello di qualità preesistente dei diversi comparti ambientali, livello a

confronto del quale verranno posti i valori che si registreranno a seguito delle attività dell'organizzazione, per valutare la presenza o meno di un impatto.

- Descrizione dell'azienda.

In questa fase vengono fornite alcune indicazioni generali quali: nome, ragione sociale, tipo di produzione ed elenco prodotti e/o servizi forniti, ubicazione degli stabilimenti e degli uffici, numero di dipendenti, fatturato, mercati di riferimento.

- Valutazione degli aspetti e degli impatti ambientali.

Attraverso il procedimento di valutazione vengono distinti gli aspetti ambientali significativi da quelli non significativi. In quest'ultima categoria ricadono sia gli aspetti il cui impatto ambientale risulta trascurabile o nullo, sia quelli il cui impatto ambientale risulta positivo. Gli aspetti ambientali significativi, invece, sono quelli che l'organizzazione deve tenere sotto controllo per migliorare le proprie prestazioni ambientali.

Nel presente studio si è deciso di impiegare due indici numerici che consentano di esprimere con un numero l'entità dell'impatto:

- *FIP*: assume valore 0 oppure 1 (se significativo) a seconda delle risposte date ad un questionario, attraverso il quale è possibile valutare l'impatto in relazione al rispetto della normativa ambientale ed ai limiti imposti da questa in base a eventuali incidenti e lamentele già verificatesi
- *IPR*: viene calcolato come il prodotto di tre fattori che indicano la gravità, la probabilità di accadimento e la rilevabilità dell'impatto ambientale associato all'aspetto ambientale, per capirne il livello di significatività e quindi la priorità di intervento.

- Proposte di intervento.
In base a quanto emerso dalle fasi precedenti occorre individuare gli interventi necessari sia a ricondurre entro i limiti eventuali valori di impatto non rientranti nei termini prescritti da normative o regolamenti vigenti, sia ad avviare l'azienda all'implementazione di un sistema di gestione ambientale delle proprie attività.
- Individuazione delle normative ambientali applicabili.

INQUADRAMENTO DEL SITO

All'interno del sito produttivo si possono distinguere due edifici principali (fig. 1). Nell'edificio 1 si trovano:

- al piano terra, l'ufficio tecnico, il laboratorio, lo spogliatoio, il magazzino, il ripostiglio, l'officina, la cabina ENEL e la cabina elettrica;
- al piano terra, dietro agli uffici, al laboratorio e all'officina, il reparto produttivo delle materie plastiche. Al suo interno sono situati: il molino, due presse per gli imballaggi e cinque linee d'estrusione, provviste ciascuna di due silos per lo stoccaggio del prodotto finito, tranne una;
- al piano terra il magazzino delle cariche minerali in cui sono presenti 5 silos del talco e del carbonato di calcio ed i filtri dell'impianto di filtraggio delle polveri;
- al primo piano, sopra al laboratorio, l'ufficio amministrativo, l'ufficio commerciale, l'ufficio del dirigente aziendale e l'archivio;
- al primo piano, sopra l'officina, l'impianto aria compressa.

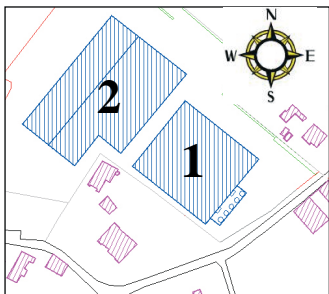


Figura 1: Pianta dell'azienda.

L'intero edificio 1 è insonorizzato, grazie ad un rivestimento di pannelli fonoassorbenti in poliuretano che crea un'intercapedine vuota con la struttura portante dell'edificio e del magazzino dei silos. Nell'edificio 2 si trova, invece, il magazzino impiegato per stoccare sia i prodotti finiti in attesa di essere spediti che le materie prime in attesa di essere lavorate.

A livello territoriale, i terreni dell'azienda sono delimitati a sud-est dalla strada provinciale n. 448, a nord-ovest da terreni agricoli e a nord-est e sud-ovest da abitazioni (che costituiscono i maggiori recettori sensibili per quanto riguarda l'impatto ambientale causato dal rumore).

FASI DEL PROCESSO PRODUTTIVO

L'azienda si occupa della produzione e

commercializzazione di compounds di PP, ottenuti per estrusione di materia prima vergine polimerica, di prodotti riciclati o di scarti industriali, tramite l'aggiunta di masterbatch (colorante) o di cariche minerali; i prodotti finali sono costituiti da granuli solidi di varie dimensioni e colori, con differenti proprietà di tipo meccanico, fisico e termico, in funzione del campo d'applicazione a cui sono destinati.

Il processo produttivo, che può essere sintetizzato nella progettazione ed estrusione in granulo di compound di PP a partire da materiale vergine o di riciclaggio, si può dividere in tre fasi fondamentali:

- approvvigionamento materie prime;
- produzione granulo estruso;
- stoccaggio e vendita prodotto finito.

Queste fasi sono a loro volta riconducibili a delle sottofasi o stadi, nei quali interagiscono tutte le parti integranti dell'azienda, che sono: ufficio amministrativo, ufficio commerciale, laboratorio, ufficio tecnico, reparto produttivo, magazzino.

ASPETTI AMBIENTALI ESAMINATI

Per ciascuna fase del ciclo produttivo sono stati individuati ed analizzati i seguenti aspetti ambientali:

- scarichi idrici;
- produzione di rifiuti;
- emissioni in atmosfera;
- contaminazione del suolo;
- sostanze pericolose;
- produzione di odori molesti;
- rumore.

Innanzitutto per i diversi comparti è stato effettuato un inquadramento del sito, in modo da definire la stato ambientale attuale.

Successivamente la significatività del relativo impatto è stata valutata per condizioni di funzionamento *normali* (presenti durante il normale ciclo produttivo), *anomale* (ad esempio situazioni quali malfunzionamenti, danni, ecc.) e di *emergenza* (ad esempio situazioni quali incidenti o calamità naturali).

Scarichi idrici

Gli scarichi idrici prodotti dalle attività dell'azienda possono essere classificati secondo le seguenti tipologie:

- acque scure: acque di scarico dei servizi sanitari;
- acque chiare: acque piovane raccolte da scoli di tetti e piazzali;
- acque di ricircolo: acque del ciclo di raffreddamento del PP.

Le acque nere provenienti dagli impianti igienici vengono immesse nel terreno mediante un sistema di sub-irrigazione, dopo una parziale depurazione in una fossa Imhoff. Il terreno di recapito, costituito da sabbia ghiaioso-limoso, permette una lenta percolazione e garantisce un adeguato filtraggio e depurazione delle acque immesse.

Le acque dei tetti non contengono nessun agente inquinante, se non le eventuali polveri disperse in atmosfera. Le acque dei piazzali, invece, pur se da esse viene separato il compound, trasportano nella fognatura anche tutte le sostanze disperse sul piazzale stesso. Comunque da analisi di cessione di metalli pesanti è stato certificato che non vi sono cessioni liquide derivanti da fenomeni atmosferici degne di nota, oltre all'evidenza che tutti i parametri considerati sono compresi

entro i limiti consentiti.

Le acque di ricircolo, infine, in condizioni di normale funzionamento sono recuperate completamente, a parte la frazione che evapora alla torre evaporativa e lungo le linee di produzione, la quale è reintegrata automaticamente tramite attingimento al pozzo. Eventuali sversamenti accidentali di tale impianto non costituiscono comunque particolare pericolo per le acque sotterranee sia per le caratteristiche del sistema di filtraggio delle SOV sia per la tipologia di terreno (limo-argilloso) al di sotto delle vasche di raccolta.

Per tale aspetto ambientale la valutazione della significatività, mediante la procedura descritta in precedenza, ha prodotto un valore dell'indice *FIP* pari a 0, da cui risulta che l'impatto non è a priorità d'intervento e quindi non significativo.

Produzione di rifiuti

La maggior parte dei rifiuti prodotti nell'azienda sono imballaggi, divisi in due scarrabili (stagni ma a cielo aperto), uno contenente carta e cartone, l'altro materiali misti, in cui vanno a finire tutti i rifiuti indifferenziati raccolti nella ditta.

Tra gli imballaggi in carta e cartone sono compresi i cartoni degli imballaggi e la carta da ufficio.

Tra gli imballaggi in materiali misti, invece, ci sono imballaggi in plastica non recuperabili all'interno dell'azienda, rottami ferrosi vari, filtri estrusori, stracci sporchi di oli, grassi e materie plastiche, rifiuti di uffici (toner, cartucce) e rifiuti generici.

Altri rifiuti sono quelli speciali derivanti dalle attività di manutenzione tipiche di qualsiasi azienda quali: oli lubrificanti e idraulici, filtri a carboni attivi, batterie esauste, macchinari e apparati obsoleti e fanghi derivanti da fossa Imhoff.

In tab. 1 è indicata la classificazione dei rifiuti prodotti dallo stabilimento e registrati nel MUD 2003.

Rispetto alle tipologie di rifiuti prodotti dall'azienda, si può notare una scarsa differenziazione delle categorie, visto che nella voce "imballaggi in materiali misti" vengono inseriti anche stracci sporchi di oli o toner e cartucce esaurite.

L'impatto maggiore deriva dalle modalità di stoccaggio dei rifiuti, che spesso non dispongono dei dispositivi di sicurezza previsti dalla normativa, come ad esempio nel caso degli oli usati.

Tabella 1: Rifiuti prodotti dall'azienda nel 2003.

Codice CER	Stato fisico	Classificazione	Quantità (kg)
150101	Solido non polverul.	Rifiuto speciale	14370
150106	Solido non polverul.	Rifiuto speciale	70720
130204	Liquido	Rifiuto speciale	1000

Si è deciso di classificare l'impatto ambientale derivante dai rifiuti come significativo, senza ricorrere al metodo di valutazione precedentemente descritto, soprattutto perché le irregolarità riscontrate in tale settore sono dovute alla scarsa conoscenza della normativa in merito e perché gli interventi in tale ambito sono comunque ritenuti prioritari da parte dell'azienda.

Emissioni in atmosfera

In condizioni di normale funzionamento sono stati

individuati cinque diversi punti di immissione diretta (tab. 2) in atmosfera:

- E1: impianto estrazione trasporto pneumatico;
- E2: sili stoccaggio talco e carbonato di calcio;
- E3: estrazione teste di granulazione;
- E4: torre di raffreddamento "limed";
- E5: torre di raffreddamento "Delchi".

In particolare si evidenzia come le possibili cause di inquinamento atmosferico siano da ricercare nelle emissioni E1, E2, E3. A tale riguardo è stata effettuata una campagna analitica volta a determinare gli inquinanti presenti all'emissione E3, in normali condizioni di funzionamento degli impianti.

Tabella 2: Quadro riassuntivo delle emissioni in atmosfera.

Punto di emiss.	Portata [Nm ³ /h]	Frequenza emissione	Tipo sostanza inquin.	Tipo impianto di abbattim.
E1	20000	365 gg/anno	Polveri	Filtro in tessuto
E2	360	5 gg/settimana	Polveri	Filtro in tessuto
E3	7200	365 gg/anno	Polveri, oligomeri	Filtro a carb. attivi
E4	72000	365 gg/anno	-	-
E5	31200	365 gg/anno	-	-

Le rilevazioni hanno prodotto i risultati riportati in tabella 3; come si vede i valori rientrano tutti entro i limiti previsti dalla normativa di riferimento.

Tabella 3: Analisi all'emissione E3.

Sost.	Vol. aspir. (Nl/s)	Conc. (mg/N m ³)	Conc. lim. (mg/Nm ³)	Flusso di massa mis. (g/h)	Flusso di massa lim. (g/h)
Polv.+ oligo.	3,5	6,5	(*)	36,9	(**)
SOV	3,6	3,6	5	20,5	36,0

(*): 50 mg/Nm³ per le polveri totali e 10 mg/Nm³ per gli oligomeri

(**): 360 g/h per le polveri totali e 72 g/h per gli oligomeri

Oltre ai dati reperiti presso l'azienda, è stata realizzata dal CIRIAF una campagna di misura delle *PTS* e del *PM₁₀*. Il campionamento si è svolto in un punto scelto sul piazzale dell'azienda (tra il reparto produttivo ed il magazzino), per un totale di 5 prelievi della durata di 24 ore ciascuno, avvalendosi della seguente strumentazione:

- *Campionatore di polveri EXPLORER.*

Il modello EXPLORER è un campionario a portata costante in grado di gestire fino a 32 prelievi in sequenza; il modello sequenziale è garantito da Moduli EV8 separato. Il campionamento di polveri totali è garantito per una settimana dalla presenza di 6 filtri collegati al gruppo EV8.

Lo strumento è anche dotato di una testa a ciclone di prelievo del *PM₁₀* per prelievo su singolo filtro, in grado di fornire un valore della concentrazione di *PM₁₀* per ogni campionamento della durata di una settimana.

- *Camera climatica.*

La camera climatica deve essere utilizzata per portare il

filtro in condizioni standard; secondo la normativa il filtro deve essere condizionato per 24 ore ad una temperatura di 20°C ed una umidità relativa del 50%.

- **Bilancia di precisione.**

La bilancia ha una precisione di ±0,01 mg e viene utilizzata per pesare i filtri prima e dopo il campionamento.

Per misurare la concentrazione di polveri totali e della frazione PM_{10} , l'aria attivamente campionata viene fatta passare attraverso un supporto filtrante avente porosità ben definita, trattenendo così tutte le particelle di diametro uguale o inferiore alla porosità stessa.

La determinazione della concentrazione avviene per via gravimetrica, ovvero per pesatura dei filtri, adeguatamente condizionati, prima e dopo l'esposizione.

In particolare il campionamento delle polveri totali e del PM_{10} è stato effettuato secondo le seguenti fasi:

1. condizionamento dei filtri: il giorno precedente all'inizio dei campionamenti, i filtri vengono condizionati in camera climatica per 24h alla temperatura di 20 °C e umidità relativa pari al 50%;
2. pesatura dei filtri: i filtri sono pesati con bilancia di precisione e sistemati in appositi contenitori per il trasporto al luogo di monitoraggio;
3. programmazione del campionamento e posizionamento dei filtri in situ;
4. avvio del campionamento;
5. al termine della misura, prelievo dei filtri e condizionamento (procedura descritta al punto 1);
6. pesatura e determinazione della concentrazione.

I risultati ottenuti (tab. 4) mettono in evidenza che i valori medi sulle 24 ore relativi alle *PTS* sono compresi tra un valore minimo di 26 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ e uno massimo pari a 88 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$,

Tabella 4: Risultati campionamento delle polveri.

N. prelievo	T media [°C]	Vol. aspirato [Nl]	Flusso medio [l/min]	Concentraz. [$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$]
1 (PTS)	14	27280,67	19,98	88
2 (PTS)	17	26581,15	19,63	26
3 (PM_{10})	17	26746,02	19,74	13
4 (PTS)	15	27242,19	19,97	37
5 (PTS)	15	28807,00	19,68	73

Essi sono inferiori sia ai limiti che ai valori guida., mentre per ciò che attiene alle medie annue, i dati a disposizione non sono sufficienti. Anche il dato relativo al PM_{10} , pari a 13 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$, è inferiore al livello di qualità del DM 25/11/94, equivalente a 40 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (calcolato rispetto alla media aritmetica annuale).

Pertanto anche in questo caso la valutazione di tale impatto ha evidenziato la sua non significatività ($FIP = 0$).

Contaminazione del suolo

In condizioni di normale funzionamento, le uniche immissioni dirette nel suolo sono le acque scure dei servizi sanitari, smaltite tramite sub-irrigazione.

Altre fonti di inquinamento del suolo sono le polveri, derivanti da tutta una serie di attività all'interno dell'azienda; esse possono essere ricondotte a: vetture dei dipendenti, automezzi in transito e sosta per il trasporto delle merci,

carrelli elevatori, carico sili contenenti gli inerti, emissioni in atmosfera (E1, E2, E3), estrusione compound e movimentazione merci.

Infine va segnalato il rischio derivante dallo stoccaggio esterno del *PP* e di alcuni rifiuti situati al limite della zona rivestita di cemento del piazzale, lungo il confine N-O, soprattutto nel caso di precipitazioni atmosferiche, vista la mancanza di un muro di contenimento lungo tale lato.

L'impatto provocato dalle acque scure è poco significativo, essendo esse di esigua portata e comunque contenenti sostanze già parzialmente degradate e facilmente smaltibili dal terreno.

Per la contaminazione del suolo dalle polveri, le zone vulnerabili sono piuttosto limitate, in quanto tutta la superficie esterna dello stabilimento è cementata, fatta eccezione per le piccole aiuole lungo i bordi S-E e N-E, delimitate da cordoli in cemento; ciò tuttavia non impedisce alle polveri di disperdersi nell'aria e raggiungere i terreni circostanti.

In ogni caso i parametri relativi alle polveri rientrano nei limiti previsti dalla normativa.

Altro problema è rappresentato dal compound che si riversa sul terreno scoperto al confine della zona cementata, sul retro del magazzino (parte sprovvista di cordolo), con alcuni chilogrammi di materiale disperso sul campo.

Complessivamente l'impatto relativo alla contaminazione del suolo presenta un valore del *FIP* pari a 1, in quanto sono stati raggiunti valori prossimi ai limiti di legge; pertanto in questo caso è stato valutato anche l'indice *IPR*, per il quale si è ricavato un valore di 144, a cui è associato un livello rilevante di significatività.

Sostanze pericolose

Le sostanze pericolose utilizzate all'interno dell'azienda sono: *PCB*, Ossido di calcio, Miscela di 5-cloro-2 metile-2H-isotiazolin-3-one e 2 metile-2H-isotiazolin-3-one e Di (2-terziariobutilperossisopropil) benzene.

I *PCB* sono contenuti nel liquido di raffreddamento di due trasformatori MT/BT.

L'ossido di calcio è utilizzato anch'esso come additivo, con proprietà asciuganti.

La miscela di 5-cloro-2 metile-2H-isotiazolin-3-one e 2 metile-2H-isotiazolin-3-one è un sanificante sterilizzante aggiunto all'acqua di ricircolo all'interno delle vasche di raffreddamento per impedire lo svilupparsi di alghe nelle vasche stesse.

Il Di (2-terziariobutilperossisopropil) benzene è utilizzato come fluidificante per il *PP*; esso è contenuto in percentuale del 40%, su una base di carbonato di calcio, all'interno del prodotto identificato come Fluidox.

I *PCB* contenuti all'interno dei trasformatori non vengono a contatto con l'ambiente esterno, per cui fino al momento dello smaltimento non ci sono problemi reali per l'ambiente.

I due additivi del *PP*, il Fluidox e l'ossido di calcio, presentano i rischi maggiori per gli operai, ma se vengono utilizzati con le dovute cautele e gli appositi dispositivi di protezione personale, non dovrebbero presentare problemi significativi.

Il Fluidox può provocare incendi, per cui va conservato in luogo adatto e lontano da sostanze che con esso possono reagire (in ogni caso all'interno dello stabilimento produttivo non viene utilizzata nessuna di quelle segnalate nei consigli di prudenza).

Tra le sostanze pericolose utilizzate il sanificante è quella che potenzialmente presenta i maggiori rischi di contaminazione a carico del suolo e delle acque sotterranee;

tuttavia esso è utilizzato esclusivamente nelle vasche di raffreddamento, facenti parte di un sistema a circuito, per cui eventuali sversamenti sono possibili solo in caso di malfunzionamenti o rotture del sistema.

Tale impatto ambientale è risultato non significativo dal momento che il *FIP* assume valore nullo.

Produzione di odori molesti

La produzione di emissioni odorigene rappresenta uno dei maggiori problemi ambientali dell'azienda; esse principalmente sono generate durante il degasaggio del compound, e sono dovute alla formazione di *SOV*, durante il riscaldamento ad alta temperatura delle materie prime necessario per la fusione. Queste sostanze vengono poi a contatto con l'acqua del circuito di raffreddamento ed in questa si disciolgono, dando origine a cattivo odore soprattutto, anche se non esclusivamente, nella zona delle torri di raffreddamento e delle vasche di ricircolo delle linee di produzione del compound.

L'impianto che tratta tali sostanze è lo stesso a carboni attivi utilizzato per l'estrazione dalle teste di granulazione, che emette in atmosfera in corrispondenza del punto E3.

I soggetti interessati dal disturbo causato dalle emissioni odorose sono i cittadini della comunità di S. Lorenzo, in particolare quelli delle abitazioni a ridosso dello stabilimento.

L'impatto non sempre ha la stessa entità, perché, pur se l'impianto è in funzione continuamente, la dispersione delle sostanze nell'aria dipende dalle condizioni atmosferiche.

In ogni caso misure che quantifichino l'entità dell'impatto non sono mai state fatte, né tramite nasi elettronici, né con analisi chimiche dell'acqua di raccolta del ciclo di raffreddamento.

Relativamente alla valutazione della significatività dell'impatto, si è determinato un valore pari a 1 dell'indice *FIP* (a causa delle lamentele da parte della popolazione correlate all'impatto stesso), mentre il calcolo dell'*IPR* (pari a 45) ha portato a classificare l'impatto come non significativo.

Rumore [4, 5]

Le attività dell'azienda sono causa di una serie di emissioni rumorose, le cui principali fonti, all'interno del reparto estrusione compound, sono rappresentate dalle cinque linee di estrusione, dagli impianti di trasporto pneumatico, dai sili di stoccaggio del *PP*, dal molino e dai carrelli elevatori. All'esterno dello stabilimento, invece, si possono segnalare l'impianto di raffreddamento e ricircolo delle acque e gli automezzi per carico e scarico delle merci.

Il rumore prodotto all'interno dello stabilimento in parte è trasmesso all'esterno dalle pareti del fabbricato, in parte esce direttamente da porte e finestre; in special modo le maggiori fonti di rumore sono le due porte laterali: una sulla parete S-O, è quasi sempre chiusa, ma è sottile (due strati di acciaio di 1mm con intercapedine in poliuretano espanso di 3 cm) e l'altra è quella sulla parete N-E, la quale è quasi sempre aperta ed è realizzata in plexiglass flessibile. Sul retro del capannone sono presenti quattro porte in acciaio, al di sopra delle quali ci sono delle finestre di vetro semirotte.

Il fabbricato è costruito in cemento dello spessore di 12 cm, ricoperto sul tetto e su tre lati (tutti tranne quello N-O) da pannelli di poliuretano espanso, atti a limitare il diffondersi del rumore all'esterno.

Per determinare l'impatto acustico dell'Azienda sono state effettuate diverse rilevazioni:

- misure di rumore in 6 punti all'interno del perimetro dello stabilimento;
- misure di rumore ambientale diurno e notturno in prossimità di due recettori sensibili;
- misure di rumore volte a caratterizzare il rumore stradale, unitamente al rilievo dei veicoli transitanti (in un giorno di chiusura dell'impianto);
- misure di rumore in 29 punti all'interno e all'esterno dello stabilimento con lo scopo di caratterizzare le sorgenti di rumore dovute all'azienda stessa.

I rilievi fonometrici sono stati eseguiti con l'impianto funzionante in condizioni di normale regime. Le misure effettuate in prossimità dei recettori sensibili, riportate in tab. 5, hanno evidenziato un superamento dei limiti massimi, soprattutto nel periodo di riferimento notturno.

Tabella 5: Risultati dei rilevamenti fonometrici in prossimità dei recettori sensibili.

Recet.	$L_{eq}(A)$ diurno dB(A)	L_C diurno dB(A)	Limite diurno dB(A)	$L_{eq}(A)$ nott. dB(A)	L_C diurno dB(A)	Limite nott. dB(A)
R1	66,4	69,4	60	58,9	61,9	50
R2	61,9	61,9		56,7	56,7	

Complessivamente tale impatto presenta un valore del *FIP* pari a 1, sia in quanto sono stati raggiunti valori prossimi ai limiti di legge sia a causa delle lamentele da parte della popolazione correlate all'impatto stesso; la relativa valutazione dell'indice *IPR* (pari a 126) ha portato a classificare tale impatto come significativo.

Pertanto si è proceduto ad un'analisi più approfondita, creando un modello di simulazione, grazie al programma SoundPLAN 6.2 [6], al fine di realizzare la mappatura acustica del sito e di stimare il livello di rumore in punti circostanti lo stabilimento non direttamente misurati. Contemporaneamente alla definizione di tutte le sorgenti interne (schematizzate come sorgenti lineari o puntiformi), si sono inserite nel geodatabase le caratteristiche del fabbricato, quali il coefficiente di assorbimento dei materiali, la presenza di porte e finestre, i muri interni, necessarie per calcolare la diffusione del suono all'interno dell'ambiente. Una volta valutato il livello di rumore interno e verificato che le differenze tra i valori risultanti dalle simulazioni e le misure nei punti interni allo stabilimento non superassero i 3 dB(A), si è ottenuta la mappa del rumore interno; successivamente sono stati definiti i livelli di emissione delle pareti, delle porte e delle finestre dell'edificio, grazie al modulo di calcolo in-out. Alle pareti in muratura e alle porte sono stati associati i valori del potere fonoisolante, alcuni presi dalla Libreria di SoundPLAN, altri da dati reperiti in Letteratura. Dopo aver calibrato il modello, mediante la validazione del campo di propagazione acustica grazie ai risultati delle misure nei punti esterni allo stabilimento, si è passati alle simulazioni finali, in cui sono state valutate, oltre alla situazione di fatto, mostrata in figura 2, alcune ipotesi di bonifica acustica.

In tab. 6 è riportato un quadro riassuntivo dei risultati ottenuti, con e senza sorgente stradale attiva, per il periodo notturno, quello più critico per il superamento dei limiti. Analizzando la situazione in presenza della strada, si evidenzia come le uniche soluzioni efficaci siano la ricopertura con baffles del tetto del capannone (Progetto 1), con un'eventuale

bonifica dell'impianto di produzione dell'aria compressa (Progetto 5).

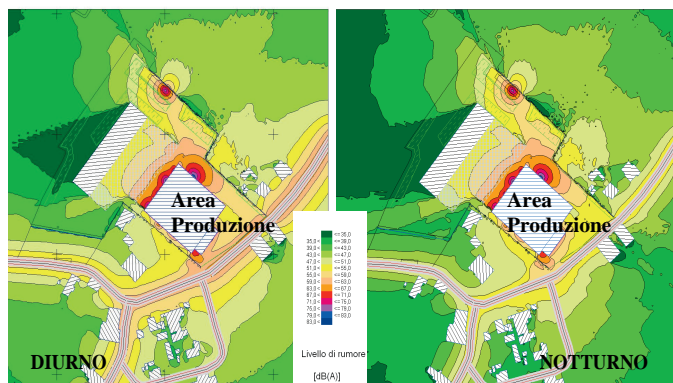


Figura 2: Mappe di rumore diurno e notturno con tutte le sorgenti attive.

Tabella 6: Sintesi dei risultati delle proposte di bonifica.

Progetto	Sorgente stradale non attiva dB(A)						
	Stato di fatto		Progetto		Attenuazione		
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	
1	Deflettori sul soffitto capannone	45,4	44,6	43,0	44,4	2,4	0,2
2	Sostituzione porta parete sud-est			45,4	44,5	0,0	0,1
3	Chiusura tetto sili stoccaggio			45,2	44,3	0,2	0,3
4	Bonifica impianto aria compressa			45,4	43,3	0,0	1,3
5	1 + 4			43,0	43,3	2,4	1,3
6	2 + 3 + 4			45,2	42,8	0,2	1,8

Progetto	Sorgente stradale attiva dB(A)						
	Stato di fatto		Progetto		Attenuazione		
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	
1	Deflettori soffitto	58,1	56,0	57,3	55,1	0,8	0,9
2	Sostituzione porta			58,1	55,9	0,0	0,1
3	Chiusura tetto sili			58,1	55,9	0,0	0,1
4	Bonifica impianto			58,1	55,9	0,0	0,1
5	1 + 4			57,3	55,0	0,8	1,0
6	2 + 3 + 4			58,1	55,9	0,0	0,1

CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha riguardato la realizzazione dell'analisi ambientale iniziale di un'azienda umbra per l'estrusione del PP, in prospettiva della certificazione ambientale ai sensi della ISO 14001 e/o del Regolamento EMAS. Tutti gli aspetti ambientali esaminati sono risultati gestiti in maniera opportuna con il rispetto di tutte le normative di settore.

Da uno studio della significatività degli aspetti ambientali e al fine di completare le informazioni necessarie ad una esaustiva analisi ambientale, sono stati pianificati e realizzati due monitoraggi strumentali, per approfondire valutazioni in merito agli aspetti dell'inquinamento atmosferico e acustico. Il monitoraggio delle polveri totali e del PM₁₀ effettuato nel

piazzale esterno dello stabilimento ha evidenziato la conformità ai limiti vigenti.

L'impatto acustico dell'impianto di estrusione del compound sulla zona circostante è stato valutato ai sensi della normativa vigente, con lo scopo di evidenziare il contributo delle diverse sorgenti interne allo stabilimento sul rumore ambientale. Laddove si sono riscontrati i maggiori superamenti dei valori limite di immissione in prossimità dei recettori sensibili, essi erano da imputare non tanto alle attività dell'azienda, quanto piuttosto alla presenza della strada provinciale che attraversa l'abitato dove essa è ubicata.

Per un'analisi approfondita del clima acustico dell'area di studio si è poi impiegato il programma previsionale SoundPLAN 6.2, il quale ha permesso di ottenere una mappatura acustica del sito e di stimare il livello di rumore in punti circostanti lo stabilimento non direttamente misurati.

Il software ha consentito inoltre, dopo aver definito lo stato di fatto della situazione acustica della zona, la verifica di alcune proposte di intervento. Tra tutte le soluzioni proposte, l'unica efficace è risultata anche la più difficile da realizzare, ovvero la copertura del soffitto interno del capannone con deflettori, che presenta però evidenti problemi di carattere economico, legati alla difficoltà dell'installazione e al costo elevato.

L'analisi dei comparti ambientali considerati ha pertanto messo in evidenza che l'impianto risulta essere caratterizzato da ridotti impatti e che i vertici aziendali sono particolarmente attenti alle inerenti problematiche.

BIBLIOGRAFIA

1. Regolamento CE n.761/2001 sull'adesione volontaria delle organizzazioni ad un sistema comunitario di ecogestione ed audit (EMAS), 2001.
2. UNI EN ISO 14001, Sistemi di gestione ambientale. Requisiti e guida per l'uso, 1996.
3. D.M. 02/04/2005 n. 60, Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 Aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio, G.U. 13 aprile 2002, n. 87 - S.O. n. 77.
4. F. Asdrubali, C. Buratti, F. Rossi, Un nuovo modello di previsione del rumore emesso da pareti piane, Atti del XXVII Convegno Nazionale AIA 1999.
5. Cerniglia, Studio della bonifica acustica di una linea di estrusione, Antinquinamento, anno VI, N. 1, marzo 1999.
6. Braunstein + Berndt GmbH "User's Manual", 2002.

LISTA DEI SIMBOLI

- FIP = Fattore di Impatto Primario;
 IPR = Indice di Priorità di Rischio;
 L_C = Livello di rumore corretto;
 L_{eq}(A) = Livello di rumore equivalente ponderato A;
 PCB = Policlorobifenili;
 PM₁₀ = Particolato con diametro aerodinamico medio inferiore a 10 micron;
 PP = Polipropilene;
 PTS = Polveri Totali Sospese;
 SOV = Sostanze Organiche Volatili.