



sterno delle fasce valgono i limiti previsti dalla zonizzazione comunale. Sono previsti ulteriori limiti da rispettare all'interno di ambienti particolari, qualora risulti difficile il conseguimento dei suddetti limiti sia all'interno che all'esterno delle fasce.

Si ritiene che il Decreto fornisca comunque elementi utili al pianificatore e al progettista.

Combinando tra loro: 1) prestazioni e organizzazione del servizio, 2) azione sui manufatti e sul materiale rotabile compresa la manutenzione, decisiva anche a conseguire un maggiore grado di efficienza e di sicurezza, 3) installazioni per la mitigazione specifica, è possibile una riduzione significativa dell'inquinamento acustico e del carico

di disagi che comporta per l'ambiente e per i cittadini.

Azioni a livello locale

Oltre ad un'accurata produzione normativa, gli strumenti fondamentali che la legge individua per una sensibile politica di riduzione dell'inquinamento ambientale da rumore a livello locale sono essenzialmente due:

1. la zonizzazione acustica (classificazione del territorio comunale in 6 classi in base ai livelli di rumore);

2. il piano di risanamento acustico comunale.

• Zonizzazione acustica

La classificazione in zone "acustiche" del territorio comunale è il primo passo, a livello locale, verso la tutela del terri-

torio dall'inquinamento acustico.

La zonizzazione acustica, già prevista dal DPCM 1.3.1991 e ripresa dalla più recente normativa (Legge Quadro 447/95 e relativi decreti applicativi), consiste nella classificazione in 6 zone del territorio comunale: da aree particolarmente protette (classe 1) ad aree esclusivamente industriali (classe 6), attraverso aree residenziali, commerciali, ad intensa attività umana, ecc.; ad ognuna di queste classi corrispondono dei limiti di rumore, diurno e notturno.

La zonizzazione acustica permette di limitare, ed in alcuni casi di prevenire, il deterioramento del territorio dal punto di vista dell'inquinamento acustico, come pure di tutelare zone particolarmente sensibili.

TABELLA 6

Dati relativi alle zonizzazioni acustiche eseguite a livello regionale, marzo 2000

Regione	N. Comuni	N. Risposte		N. Comuni		% Comuni zonizzati (b/a)	% Territorio regionale zonizzato
		v.a. (a)	%	zonizzati (b)	in fase di zonizzazione		
Piemonte	1.206	741	61	25	22	3	2,2
Valle d'Aosta	74	74	100	2	0	3	1,5
Lombardia	1.546	1.065	69	190	140	18	9,3
Trentino-Alto Adige	dnd	dnd	dnd	dnd	dnd	dnd	dnd
Veneto	581	437	75	34	44	8	6,9
Friuli-Venezia Giulia	219	126	57	4	10	3	0,8
Liguria	235	97	41	39	47	40	16,6
Emilia-Romagna	341	264	77	28	42	10	11,1
Toscana	287	213	74	36	36	17	10,8
Umbria	92	35	38	1	2	3	2,5
Marche	246	139	57	1	6	1	0,3
Lazio	377	42	11	6	36	14	1,9
Abruzzo	305	131	43	4	4	3	0,8
Molise	136	136	100	0	1	0	0,0
Campania	551	209	38	99	54	47	15,6
Puglia	258	172	67	8	4	5	5,1
Basilicata	131	131	100	1	1	1	0,4
Calabria	409	dnd	dnd	dnd	0	dnd	dnd
Sicilia	390	71	18	0	0	0	0,0
Sardegna	377	124	33	1	0	1	0,2
Italia	8.100	4.546	56	543	452	12	5,2

Legenda: dnd dato non disponibile.

FONTE: ANPA, 2000.



Poiché la zonizzazione rappresenta uno degli strumenti di pianificazione, di prevenzione e di risanamento dello sviluppo urbanistico, commerciale, artigianale e industriale, esso deve necessariamente essere coordinato con il Piano regolatore Generale (PRG), ad oggi strumento principe nella pianificazione dello sviluppo territoriale. Pertanto, dall'entrata in vigore di tale obbligo, è indispensabile che i Comuni rendano la zonizzazione come parte integrante e fondamentale del PRG e di qualunque variante ad esso apportata. Inoltre, questi strumenti devono essere coordinati con altri atti di regolamentazione del territorio come, per esempio, i Piani Urbani del Traffico (PUT) e, lad-

dove previsto, con il Piano dell'Energia.

- Piano di risanamento acustico

Gli interventi di risanamento acustico rappresentano il passo immediatamente successivo verso la riduzione dei livelli di inquinamento da rumore nel territorio. Essi sono conseguenti alla zonizzazione del territorio: il non rispetto dei limiti di zona comporta la necessità di definire interventi di mitigazione che nel loro complesso costituiscono il "piano di risanamento acustico".

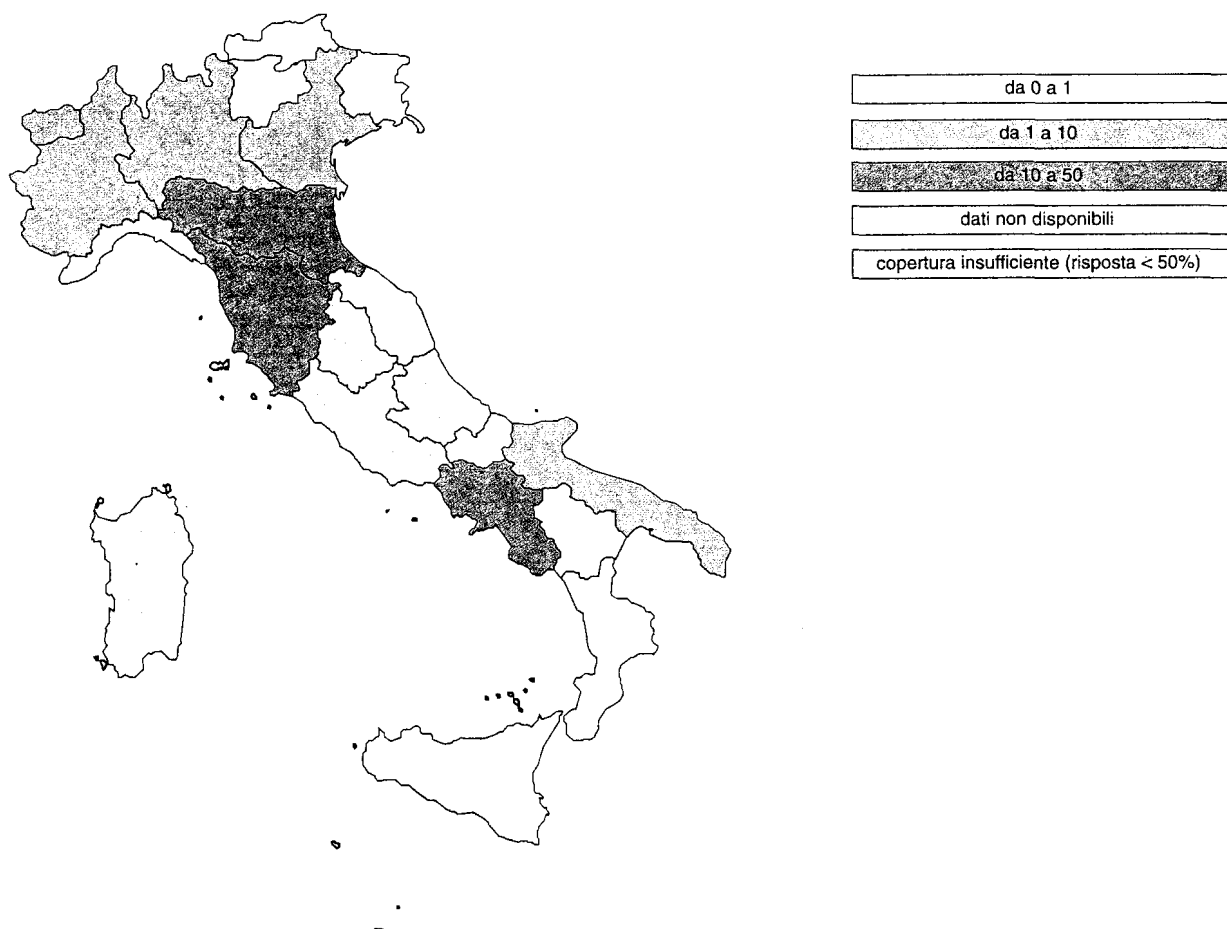
Un piano di risanamento comprenderà provvedimenti di varia natura: amministrativi (proposte ed indirizzi in sede di pianificazione territoriale), normativi e regolamentari (varianti al PRG, regolamenti comunali di diverso tipo), inter-

venti concreti di tipo tecnico (installazione di barriere, interventi sugli edifici, ecc.).

Per la complessità e la particolare rilevanza che il progetto "Piano di risanamento acustico" riveste, appare anche in questo caso indispensabile l'integrazione ed il coordinamento con tutti gli altri strumenti di gestione del territorio (PRG e Varianti, Piani Particolareggiati, PUT, ecc.). Inoltre, la definizione di un programma di bonifica acustica del territorio implica anche l'integrazione delle attività dell'Amministrazione locale con quelle di altri soggetti cui competono obblighi di risanamento: Enti gestori o proprietari di ferrovie, strade e autostrade, l'industria.

FIGURA 3

Percentuale di territorio zonizzato, 2000



FONTE: ANPA, 2000.



Per verificare lo stato di attuazione del piano di zonizzazione acustica, è stato eseguito un censimento a livello nazionale che ha previsto il coinvolgimento delle autorità regionali che a loro volta hanno provveduto ad inviare un questionario informativo a ciascun comune. I risultati del censimento risultano aggiornati a marzo 2000 (tabella 6). Dall'analisi dei risultati emerge che per tutte le regioni la percentuale di territorio zonizzato risulta molto basso. La regione che mostra la maggiore percentuale di territorio zonizzato è la Liguria con appena il 16,6%. Anche se per ciascuna regione sono in fase di zonizzazione diversi comuni, la percentuale di territorio zonizzato relati-

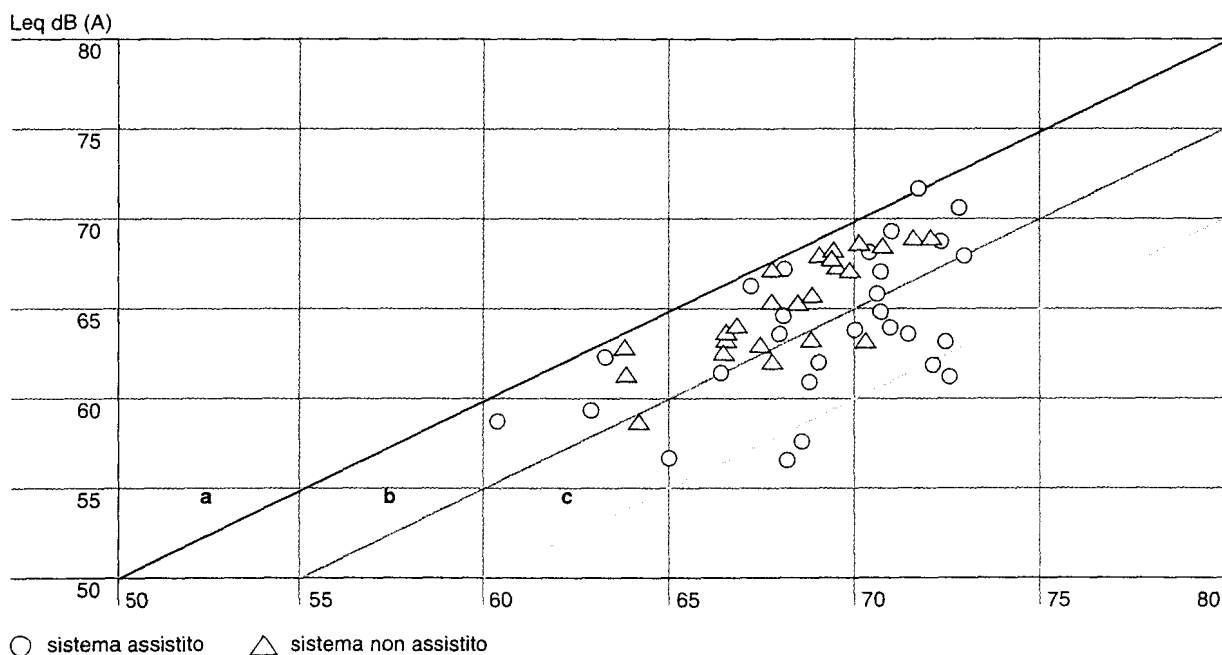
vamente a ciascuna regione si mantiene inferiore al 16%. Anche a livello nazionale la percentuale di territorio zonizzato è molto bassa con un valore pari al 5,2%.

Tale situazione testimonia il grado di attenzione delle amministrazioni locali al problema dell'inquinamento acustico e pertanto il quadro della situazione, per quanto riguarda l'attuazione del piano di zonizzazione acustica, risulta critico. Su questo ritardo ha senza dubbio pesato l'assenza di leggi regionali in attuazione della Legge 447/95, le quali sono state ad oggi emanate solamente in 4 casi (Trento p.a., Veneto, Liguria e Toscana). Mediante tali leggi le regioni devono

stabilire "i criteri in base ai quali i comuni, tenendo conto delle preesistenti destinazioni d'uso del territorio ed indicando altresì aree da destinarsi a spettacolo a carattere temporaneo, ovvero mobile, ovvero all'aperto, procedono alla classificazione del proprio territorio nelle zone previste dalle vigenti disposizioni".

Un'ulteriore causa di tale lentezza può derivare anche dalla difficoltà da parte degli amministratori comunali a seguire altri vincoli, oltre a quelli previsti dal PRG, per la pianificazione e gestione del territorio. Infatti la zonizzazione si configura come uno degli strumenti urbanistici di pianificazione, di prevenzione e di risanamento dello sviluppo

FIGURA 4 Risultati dell'iniziativa "Giornata europea: In città senza la mia auto" relativa a mercoledì 22.9.1999



- Sulla linea a si distribuiscono i punti in base ai quali non si registrano differenze tra i dati acustici del giorno feriale tipo e del test day
- Sulla linea b si distribuiscono i punti in base ai quali viene registrato un delta LeqA tra il giorno feriale tipo ed il test day pari a 5 dB
- Sulla linea c si distribuiscono i punti in base ai quali viene registrato un delta LeqA tra il giorno feriale tipo ed il test day pari a 10 dB

FONTE: ANPA, 2000.



urbanistico, commerciale, artigianale e industriale e deve essere necessariamente coordinato con il PRG.

La figura 3 rappresenta la percentuale regionale di territorio zonizzato, divisa in cinque classi, per le regioni in cui la percentuale di risposta da parte dei comuni è stata superiore al 50 %. Le classi considerate sono le seguenti:

I	< 1%	n. 7 regioni
II	1 - 5%	n. 4 regioni
III	5 - 10%	n. 3 regioni
IV	10 - 20%	n. 5 regioni
V	> 20%	n. 1 regione

Interventi di contenimento del rumore ambientale

In questa parte vengono prese in esame alcune possibilità tecniche ed organizzative che possono essere adottate per il contenimento dei livelli di rumore ambientale.

Ovviamente l'argomento non potrà essere trattato né in modo esaustivo ma si sono solo segnalate delle oppor-

tunità, alcune ancora in corso di sperimentazione, che consentono di ottenere significative mitigazioni acustiche.

• Risultati connessi con la limitazione del traffico veicolare

E' evidente che il traffico veicolare è la principale forma di disagio per il cittadino che non riesce più a disporre di un ambiente urbano vivibile e a misura d'uomo. E' anche evidente che il traffico rappresenta una delle più importanti forme di impatto ambientale per la società ed è causa di inquinamenti di varia natura fortemente dipendenti da esso: inquinamento acustico ed atmosferico.

Proprio per il peso che riveste il traffico veicolare, notevoli sono le iniziative svolte o in corso per sensibilizzare cittadini ed amministratori sulla necessità di intervenire sulle condizioni di traffico nei centri urbani al fine di migliorare la qualità dell'aria ed il clima acustico.

E' possibile ricordare la già citata manifestazione di portata europea "Giornata europea: in città senza la

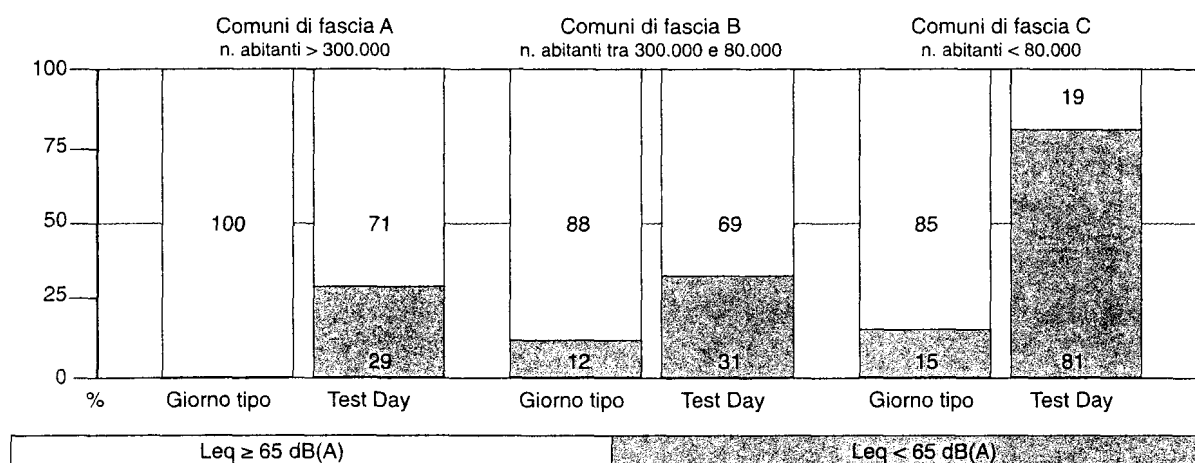
mia auto" svolta il 22 settembre 1999, ma anche le domeniche senza auto del 2000 proposte dal Ministero dell'ambiente e attualmente condotte in diverse città italiane.

In merito ai benefici ottenibili limitando la circolazione veicolare, le misurazioni effettuate nel corso della giornata europea (ma anche indagini condotte in svariate altre circostanze, che hanno permesso di confrontare i livelli di rumore in ambito urbano con e senza traffico) dimostrano che la riduzione di rumore effettiva è inferiore a quella attesa. Ciò è giustificabile con motivazioni quali il potenziamento dei trasporti pubblici, in particolare bus che, se non sono di recente fabbricazione oppure non sono regolarmente mantenuti, contribuiscono in maniera considerevole ai livelli di rumore; il regolare transito (nei giorni feriali) dei mezzi commerciali (per es. carico e scarico merci), ai quali non viene generalmente vietata la circolazione.

Interessante a tal riguardo sono i risultati dell'iniziativa "Giornata europea: In

FIGURA 5

Risultati dell'iniziativa "Giornata europea: In città senza la mia auto" relativa al 22.9.99 distinti per tipologia di Comune



FONTE: ANPA, 2000.



città senza la mia auto" relativa al 1999. In figura 4 viene mostrato un confronto tra i livelli di rumore registrati all'interno dell'area chiusa al traffico dei vari comuni nel corso del giorno feriale tipo e durante il test-day. I singoli punti, indicati in legenda con due differenti simboli, corrispondono ai risultati acustici, relativi a ciascun comune, ottenuti con le due differenti metodologie assistita e non assistita. Dall'analisi della dispersione dei punti risulta chiaro che, nel corso del test-day, i livelli di rumore registrati presso ciascun comune sono tutti inferiori a quelli ivi registrati nel corso del giorno feriale tipo. Le elaborazioni hanno evidenziato, per i sistemi non assistiti, una diminuzione del livello di rumore prevalentemente compresa nella fascia tra 0 e 5 dB(A), mentre per i sistemi assistiti tale diminuzione risulta ancora maggiore, rientrando in massima parte nella fascia compresa tra 5 e 10 dB(A).

Per un maggior approfondimento del risultato, i Comuni che hanno eseguito la campagna di misura del rumore sono stati suddivisi in tre fasce a seconda del numero di abitanti: nella fascia A sono compresi i comuni che presentano più di 300.000 abitanti, nella fascia B quelli che presentano un numero di abitanti compreso tra 80.000 e 300.000, nella fascia C quelli in cui si conta un numero abitanti inferiore a 80.000 (figura 5).

Gli istogrammi evidenziano che, per i Comuni compresi nelle fasce A e B, circa il 30% registra un livello di rumore (Leq) inferiore a 65 dB(A) nel corso del test-day, mentre per i Comuni della fascia C tale percentuale aumenta considerevolmente. Infatti, ben l'81% registra livelli di rumore inferiori a 65 dB(A). Quindi la diminuzione dei livelli di rumore, con la limitazione del traffico privato, sembra dipendere dalle dimensioni dei Comuni considerati. I Comuni della fascia C mostrano globalmente, nel giorno dell'iniziativa, livelli di rumore accettabili ($Leq < 65$ dB(A)) mentre solo una minima parte dei Comuni ricadenti in fascia A e B, mostra livelli di rumorosità accettabili. La limitazione del traffico veicolare è soltanto un possibile strumento per migliorare la qualità ambientale. Esso

deve essere comunque integrato con altre azioni individuabili ai vari livelli, locale, nazionale, comunitario: dalla pianificazione urbanistica alla viabilità e conseguente regolamentazione dei flussi di traffico, al potenziamento dell'efficacia dell'attività di controllo e repressione di modi di comportamento eccessivi, agli incentivi economici per lo svecchiamento dei mezzi di trasporto pubblici e privati, al finanziamento dell'attività di ricerca per lo sviluppo di veicoli a basse emissioni inquinanti.

In merito all'attività di ricerca, si può citare un esempio di azione che potrà contribuire nel prossimo futuro a una sensibile riduzione dei livelli di emissione sonora.

• Marmitta elettronica

E' in corso presso il Laboratorio di Acustica dell'Università di Perugia un programma di ricerca per lo studio e la realizzazione di sistemi di controllo attivo del rumore. In particolare è già stato realizzato ed è funzionante un prototipo di marmitta elettronica per motori a 4 tempi di gruppi elettrogeni a regimi di rotazione costante allo scarico dei motori.

Il progetto di ricerca si propone di realizzare due prototipi di marmitta elettronica per regimi di rotazione variabili da applicare rispettivamente ad autoveicoli (con motore a 4 tempi) e a ciclomotori (con motori a 2 tempi).

Il principio fisico su cui si basa il controllo attivo consiste nella sovrapposizione di onde progressive che, viaggiando in una stessa direzione con pari ampiezza ma sfasate di 180° , determinano l'assenza di qualsiasi oscillazione del mezzo materiale nel quale avviene la propagazione, cancellando in tal modo il rumore emesso.

• Asfalti poco rumorosi

E' noto che al crescere della velocità dei veicoli su strada aumenta la componente del rumore dovuta al rotolamento e, pertanto, tenuto conto delle progressive restrizioni imposte dalle norme comunitarie sul livello sonoro emesso dagli autoveicoli 75 dB(A) per le auto e 80 per i mezzi pesanti, che imporranno alle industrie produttrici di ridurre il rumore di origine meccanica prodotto dai veicoli, ci si deve attendere un sostanziale aumento del contributo del rotolamento (contatto pneu-

matico - sede stradale) sul livello globale emesso dai veicoli in circolazione. Negli ultimi anni in Italia si è reso, quindi, necessario procedere alla sperimentazione di asfalti le cui caratteristiche permettano di ridurre quanto più possibile la generazione di rumore dovuto al rotolamento.

L'applicazione di asfalti porosi riduce drasticamente gli effetti del ristagno d'acqua, consente il mantenimento di un'eccellente aderenza e permette di ridurre la rumorosità emessa.

Di recente sono stati condotti a Firenze alcuni test sperimentali che, mediante impiego sulla pavimentazione di una strada urbana a grande flusso di un asfalto drenante a doppio strato, hanno evidenziato ottimi risultati di attenuazione acustica fino a 3-4 dB(A). L'asfalto drenante doppio strato era costituito da uno strato sottostante ($3,5 \div 4$ cm di spessore), composto da aggregati più grossolani di natura calcarea, e da un secondo strato superiore (di norma $1,5 \div 2$ cm) costituito da inerti più piccoli e di natura basaltica. Inoltre, nel caso del doppio strato, le pratiche di pulizia dei drenanti risultano molto più efficaci in quanto solo un piccolo strato in superficie risulta ostruirsi. In caso poi di rifacimento del manto, si può rinnovare solo lo strato superficiale; le esperienze hanno infatti dimostrato che, così facendo, tutto il manto stradale ripristina intatte le proprietà originali. Infine, in materia di rumore, importanti documenti ormai di larga diffusione (Linee guida per l'elaborazione di piani comunali di risanamento acustico, prodotte dal sistema delle Agenzie ambientali) dimostrano, comunque, che soltanto con l'integrazione di più soluzioni è realmente possibile abbattere i livelli di rumore attualmente presenti nei nostri centri urbani e riportarli entro i limiti di "vivibilità" indicati dalle norme vigenti.



Le Biotecnologie e la Biosicurezza

Le biotecnologie possono essere definite come tecniche che utilizzano sistemi biologici, organismi viventi o loro parti per costruire o modificare prodotti o processi per usi specifici. Nel termine biotecnologie rientrano varie tecnologie a diversi livelli di complessità. Si passa infatti da una complessità più bassa quando si utilizzano, ad esempio, batteri esogeni non modificati, ad un grado di complessità più elevato quando si utilizzano tecniche di ingegneria genetica per la produzione di batteri con DNA modificato.

Gli organismi ottenuti tramite queste tecnologie applicate alla biologia vengono comunemente chiamati "transgenici" (gli esempi più importanti sono costituiti da piante coltivate e da microrganismi utilizzati a scopo farmaceutico). Quando parliamo di Organismi Geneticamente Modificati (OGM) intendiamo quindi gli esseri viventi il cui patrimonio genetico è stato manipolato e modificato in modo diverso da quanto si verifica normalmente in natura tramite incrocio o mediante ricombinazione genetica naturale.

Le biotecnologie devono tuttavia essere considerate nella loro totalità soprattutto per quanto riguarda l'immissione nell'ambiente di organismi "costruiti" in laboratorio e non derivanti dalla selezione naturale; è necessario, infatti, che prima della loro introduzione nell'ambiente vengano valutati attentamente tutti gli effetti che ne

possono derivare. Le verifiche sono soprattutto volte alla tutela della salute umana e dell'ambiente, in particolare degli ecosistemi e della biodiversità.

I potenziali effetti sulla salute del consumatore di cibi derivati dalle biotecnologie nonché gli effetti sulla biodiversità derivanti dal rilascio di OGM nell'ambiente sono infatti considerati una fonte di preoccupazione per l'opinione pubblica, per la comunità scientifica e per i governi.

Nello sviluppo di nuove piante geneticamente modificate destinate al consumo umano, accanto alle preoccupazioni che riguardano gli effetti diretti sulla salute umana (allergenicità, presenza di geni che conferiscono resistenza agli antibiotici, diffusione di promotori di origine virale), sono stati individuati rischi potenziali per l'ambiente, tra i quali si ricordano:

- la possibilità che il polline transgenico trasferisca il transgene (il tratto di gene che conferisce un nuovo carattere) a piante compatibili;
- la possibilità che il gene estraneo si trasferisca nell'ambiente mediante la diffusione di semi nel terreno;
- la possibilità che le piante transgeniche comportino effetti turbativi sugli habitat naturali (competizione con specie naturali) e quindi sulla biodiversità;
- la possibilità che siano indotte modificazioni sulle popolazioni di microrganismi (batteri) e della fauna del suolo. Le esperienze di valutazione del

rischio ambientale applicate ad aree tecniche collaudate (prodotti chimici ed energia nucleare, in particolare) hanno condotto allo sviluppo di un processo denominato analisi del rischio che comprende tre ambiti ben distinti:

- a) valutazione del rischio;
- b) gestione del rischio ;
- c) comunicazione del rischio.

Per valutazione del rischio si intende un processo di natura scientifica che, sulla base delle informazioni e degli studi effettuati dalle imprese, ha lo scopo di quantificare per quanto possibile gli effetti derivanti dall'esposizione di una determinata popolazione (umana, animale o vegetale) ad un agente di natura biologica, chimica o fisica. Il processo di valutazione del rischio è articolato nelle quattro fasi di identificazione del pericolo, caratterizzazione del pericolo, valutazione dell'esposizione e caratterizzazione del rischio.

Per gestione del rischio si intende la valutazione delle alternative possibili (valutazione comparativa, valutazione del rapporto costi/benefici), la definizione delle decisioni da assumere per il contenimento dei rischi e delle norme per il controllo, la prevenzione e la riduzione di eventuali rischi.

Per comunicazione del rischio si intende lo scambio continuo di informazioni e di opinioni durante il processo di analisi del rischio tra i valutatori del rischio (personale scientifico), i gestori del rischio (decisioni), la popolazione, le



industrie e gli altri attori sociali coinvolti.

La regolamentazione comunitaria del settore, fondata sui principi appena esposti, è costituita dalla Direttiva 90/219/CEE (recentemente modificata dalla Direttiva 98/81/CE), concernente l'impiego confinato di microrganismi geneticamente modificati e dalla Direttiva 90/220/CEE, concernente l'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati. Entrambe le Direttive sono state recepite nella legislazione nazionale con i Decreti Legislativi n.91 e n.92 del 3 marzo 1993.

Con l'art. 15 del DLgs 91 del 1993, in particolare, è stata istituita la Commissione Interministeriale di Coordinamento per le Biotecnologie (CIB), presieduta dal Ministero della sanità e composta da rappresentanti del Ministero della sanità, delle politiche agricole, dell'ambiente, dell'interno, del lavoro e previdenza sociale, dell'industria, commercio e artigianato, dell'Università e ricerca scientifica e tecnologica, dell'Istituto superiore di sanità e del Dipartimento della protezione civile. Il Ministero della sanità effettua il coordinamento delle attività tecnico-scientifiche e amministrative per le procedure di autorizzazione di microrganismi e organismi geneticamente modificati.

Purtroppo a differenza di quanto avviene nel campo dei contaminanti chimici e di altri rischi ambientali ben noti, il rischio legato all'impiego di OGM è caratterizzato dalla grande incertezza sui possibili effetti legati al loro rilascio ambientale con conseguente necessità di utilizzare nella maniera più ampia possibile il Principio di Precauzione (evitare di compiere azioni che non è accertato siano esenti da pericoli per la salute e per l'ambiente).

Pertanto l'attuale situazione regolatoria è considerata insoddisfacente e rende conto dell'impegno esercitato da parte italiana in sede europea nel dibattito sulla modifica della Direttiva 220/90. (Come è noto l'Italia ha continuato ad astenersi sul testo modificato fino all'ultima riunione del Comitato di Conciliazione).

Il Ministero dell'ambiente, al fine di raggiungere un livello di conoscenza

tale da permettere di affrontare l'argomento nella sua globalità, ha inoltre attivato una serie di iniziative operative per effettuare una analisi accurata dell'impatto sull'ambiente degli OGM:

- collaborazione con il Centro Internazionale per l'Ingegneria Genetica e la Biotecnologia (ICGEB) di Trieste, l'organismo delle Nazioni Unite che si occupa di ingegneria genetica e biosicurezza;

- istituzione, con decreto del Ministro dell'ambiente 13 settembre 2000, di una Commissione tecnico-scientifica per la biosicurezza

- collaborazione, in via di definizione, con il Centro Europeo Ambiente e Salute dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (divisione di Roma) per l'allestimento di un Osservatorio nazionale sugli OGM.

Iter procedurale previsto dalle Direttive 90/219/CEE e 90/220/CEE

La Direttiva 90/219/CEE, che regola l'impiego confinato di microrganismi geneticamente modificati, è stata recepita in Italia con il Decreto Legislativo 3 marzo 1993 n.91.

Questa norma è riferita alla manipolazione di microrganismi destinati, principalmente, all'uso farmaceutico e in essa vengono distinte due diverse modalità di autorizzazione:

- per gli impianti dove si svolgono le manipolazioni;

- per le operazioni che vengono svolte nell'ambito della manipolazione del DNA.

La Direttiva 90/219/CEE è stata successivamente modificata da un altro provvedimento comunitario, la Direttiva 98/81/CE, attualmente in fase di recepimento nell'ordinamento legislativo nazionale.

La Direttiva 90/220/CEE (attualmente in fase di revisione) regola l'emissione deliberata nell'ambiente di organismi geneticamente modificati ed è stata recepita in Italia con il Decreto Legislativo 3 marzo 1993 n.92.

La Direttiva si divide in tre parti. La prima (parte A) fornisce disposizioni di carattere generale, mentre le due parti successive regolano le modalità di emissione deliberata nell'ambiente

degli OGM.

L'emissione deliberata nell'ambiente di un OGM può essere:

a scopo di ricerca e sviluppo (parte B) o finalizzata alla commercializzazione (parte C).

Chiunque abbia intenzione di immettere un OGM nell'ambiente deve presentare una notifica all'autorità competente dello Stato membro interessato (per l'Italia, il Ministero della sanità che si avvale della citata Commissione Interministeriale di Coordinamento per le Biotecnologie). La notifica deve contenere un fascicolo tecnico con tutte le informazioni necessarie per valutare i rischi prevedibili, immediati e futuri che l'OGM può presentare per la salute umana e per l'ambiente.

Concluso l'iter previsto per la fase di ricerca e sviluppo (parte B) chi intenda effettuare un rilascio deliberato di OGM a scopo commerciale (parte C) deve presentare una nuova notifica alla autorità competente.

Tale notifica deve contenere una serie di informazioni tecniche dettagliate, sulla base della sperimentazione condotta ai sensi della parte B, oltre ad una relazione finale sugli eventuali rischi ambientali e sulle opportune misure di sicurezza e di intervento in caso di emergenza.

Gli allegati alla Direttiva 90/220/CEE descrivono le informazioni che devono essere fornite unitamente alle notifiche e sono suddivisi in due parti, di cui una relativa agli OGM diversi dalle piante superiori e l'altra relativa a piante superiori geneticamente modificate (gimnosperme e angiosperme). Gli allegati alla Direttiva sono stati modificati dalla Direttiva 94/15/CE, che ha introdotto il primo adeguamento al progresso tecnico della Direttiva 90/220/CEE sull'emissione deliberata nell'ambiente di OGM.

Gli Stati in cui è stata inoltrata la notifica per la richiesta di emissione deliberata a scopo commerciale (parte C) devono trasmettere l'intera documentazione all'organo competente della Comunità europea (Comitato permanente).

Tale organo, presieduto dalla Commissione Europea e formato dall'insieme delle autorità competenti dei singoli Stati membri (ai sensi dell'art. 21 della



Direttiva 90/220/CEE) esamina la documentazione e formula eventuali richieste di approfondimenti ai singoli Stati. La decisione sull'emissione deliberata a scopo commerciale viene presa a maggioranza qualificata dei votanti ed il provvedimento di autorizzazione si configura, quindi, come una decisione comunitaria.

Pur essendo stata autorizzata dalla Commissione Europea l'immissione sul mercato di 11 piante geneticamente modificate (tabella 1), in Italia non si coltivano OGM a scopo commerciale perché a tutt'oggi le specie geneticamente modificate non risultano iscritte nel Registro Nazionale delle varietà coltivabili. Pertanto le sole emissioni di OGM autorizzate sono quelle a scopo sperimentale.

A tale proposito occorre segnalare che un recente rapporto dell'ANPA, presentato a seguito di verifiche effettuate insieme al NOE sui territori sede di emissioni sperimentali autorizzate ai sensi del DLgs 92/93, riferisce di numerose e, talora, gravi inadempienze. Ciò comporta l'esigenza di procedere ad un'attenta revisione delle norme e delle procedure che regolano i controlli e la gestione dei rischi ambientali da OGM sul territorio, considerando l'insieme delle competenze nazionali e regionali, gli avanzamenti scientifici ed il ruolo delle commissioni tecniche. Per tale motivo, tra gli impegni del Ministro dell'ambiente c'è anche quello di procedere a riformulare/aggiornare procedure e linee guida ad hoc per la valutazione dei rischi da OGM (per tipo di OGM, di prodotto, di territorio, ecc.)

Dal giugno 1992 al giugno 2000 sono state concesse 251 autorizzazioni per l'emissione deliberata nell'ambiente a scopo sperimentale di piante superiori contenenti modificazioni genetiche e 16 autorizzazioni per l'impiego di microrganismi in ambiente confinato. Per l'anno 2000 sono state autorizzate 26 nuove sperimentazioni plurienali per un totale di 68 sperimentazioni, tra rinnovi e nuove richieste, ridotte a 28 in seguito alla rinuncia di alcuni notificanti.

La coltivazione delle piante geneticamente modificate è regolamentata, inoltre, dalla normativa vigente per le

colture agrarie. L'iscrizione di nuove sementi al registro varietale può essere effettuata solo dopo il superamento di prove sperimentali della durata di un biennio e coordinate dal Ministero per le politiche agricole e forestali.

Una specifica circolare del Ministero per le politiche agricole e forestali del 15 dicembre 1997, n.36659 (Protocollo tecnico finalizzato alla iscrizione di varietà geneticamente modificate nel Registro nazionale, GU 3 marzo 1998) definisce i termini per effettuare le prove per l'iscrizione delle piante geneticamente modificate in tale registro. Le prove di iscrizione possono comunque essere svolte, esclusivamente, dopo aver condotto la sperimentazione prevista dalla "parte B" del citato Decreto Legislativo 92 del 1993.

Il Decreto Legislativo 92 del 1993 indica, inoltre, le informazioni che possono essere rese pubbliche, quali:

- descrizione dell'OGM, nome e indirizzo del notificante e scopo dell'emissione;
- metodi e piani per la sorveglianza e per gli interventi di emergenza;
- valutazione degli effetti prevedibili, in particolare degli eventuali effetti perturbatori della salute umana e dell'ambiente.

La Commissione interministeriale per le biotecnologie, ai sensi dell'art. 7, comma 1, punto f) del Decreto Legislativo 92 del 1993 può infine disporre la consultazione di gruppi e del pubblico su ogni aspetto dell'emissione progettata.

Queste procedure sono destinate a modificarsi a seguito della ormai prossima approvazione della nuova Direttiva 220/90. Le modifiche su cui è stato raggiunto l'accordo anche da parte italiana sono sicuramente migliorative (l'eliminazione dei marcatori di resistenza agli antibiotici entro il 2004 per la parte C (ossia per le imprese) ed entro il 2008 per la parte B (ossia per i ricercatori); l'accessibilità al pubblico di informazioni significative dal punto di vista del rischio anche dopo l'immissione in commercio o dopo il rilascio dell'autorizzazione scritta; la fissazione della durata massima di un'autorizzazione (10 anni); l'obbligo di valutazione dei rischi legati agli effetti cumulativi, ecc.

Su altre importanti questioni l'accordo non è stato raggiunto per cui il punto politico è e rimane la riapertura, all'interno o all'esterno della direttiva stessa, di temi di più ampio respiro in particolare: 1) appropriatezza delle valutazioni di rischio previste; 2) ampiezza dell'uso del principio di precauzione anche all'interno della legislazione corrente; 3) etichettatura e informazione dei consumatori; 4) rintracciabilità e operazioni di "allerta rapida", ritiri o sospensioni; 5) responsabilità dei produttori e degli utilizzatori.

Il Protocollo sulla Biosicurezza di Cartagena

Dopo cinque anni di trattative, il 29 gennaio 2000 i governi di 130 Paesi hanno accettato di sottoscrivere, nell'ambito della Convenzione internazionale sulla Biodiversità, un accordo vincolante per proteggere la biodiversità a livello planetario dai rischi derivanti dal commercio internazionale di OGM: il Protocollo di Cartagena sulla Biosicurezza.

L'Italia, insieme ad altri 65 Paesi, ha già sottoscritto il Protocollo sulla Biosicurezza.

Il protocollo regola i movimenti transfrontalieri, e in sostanza impegna le parti contraenti sui seguenti punti:

- acquisire il consenso informato e preventivo del Paese nel quale saranno importati organismi transgenici;
- effettuare l'analisi e la valutazione del rischio relativo all'emissione nell'ambiente di tali OGM (attenendosi al principio di precauzione);
- adottare misure idonee di gestione del rischio e di controllo dei rischi accidentali di contaminazione durante il trasporto;
- effettuare un'adeguata etichettatura dei prodotti.

Il protocollo di Cartagena garantisce una procedura di informazione preventiva per l'esportazione di OGM che consente al Paese importatore di valutare le informazioni fornite (definite negli allegati al Protocollo) e di accettare o rifiutare l'introduzione nel proprio ambiente degli OGM (o di accettarne l'importazione stabilendo opportune restrizioni e condizioni). Il Protocollo prevede una procedura spe-



cifica per gli OGM destinati a costituire alimenti per l'uomo e mangimi. Lacune di natura scientifica, derivanti da insufficienti informazioni e conoscenze riguardo a possibili effetti dannosi, non dovranno comunque impedire alle Parti di adottare misure restrittive per limitare o prevenire eventuali rischi (nel rispetto del principio di precauzione).

Gli OGM destinati alla produzione di alimenti per il consumo umano o di mangimi per animali dovranno essere chiaramente identificati ed etichettati come prodotti che "possono contenere" OGM. Le Parti dovranno cooperare per lo sviluppo delle risorse umane e delle capacità di gestione della biosicurezza nei Paesi in via di sviluppo.

La Conferenza della Parti dovrà inoltre elaborare norme internazionali nel campo della responsabilità e del risarcimento del danno (assicurazioni, fidejussioni) per i casi di incidenti e danni derivanti dal trasporto di OGM.

Nel mese di dicembre 2000, a

Montpellier (Francia), si è tenuta la Conferenza del comitato Intergovernativo per il Protocollo di Cartagena (ICCP) durante la quale si è discusso, fra l'altro, della costituzione della Biosafety Clearing House (BCH), meccanismo fondamentale che dovrà garantire lo scambio di informazioni sugli OGM oggetto di commercio internazionale. La fase pilota di questo meccanismo sarà realizzata dall'OCSE e dall'International Centre for Genetic Engineering of Biotechnology di Trieste (ICGEB), istituto afferente alle Nazioni Unite cui aderiscono, oltre l'Italia, altri 61 Paesi.

I lavori dell'ICCP si sono conclusi con l'accordo per l'avvio immediato della fase pilota per la costituzione di una BCH funzionale e accessibile via internet (individuando anche alternative all'uso dei sistemi elettronici) e con l'accordo sulla definizione dei primi elementi necessari per la sua realizzazione:

- versatilità e facilità di accesso e di

comprensione;

- efficacia rispetto all'applicazione delle previsioni del Protocollo;

- presenza in via prioritaria di informazioni, atte a facilitare i processi decisionali, informazioni relative a quanto previsto nell'art.11 (procedure relative al consumo ed al trattamento di prodotti ad uso alimentare umano o animale) e un gruppo di esperti.

Il gruppo di esperti, nominato dai governi nazionali, dovrà procedere autonomamente e su richiesta delle parti ad effettuare valutazioni di rischio, divulgare le informazioni e fornire collaborazione alle strutture nazionali per rafforzarne le capacità istituzionali. In particolare, l'attività del gruppo dovrà essere orientata a soddisfare le necessità dei Paesi in via di sviluppo e dei Paesi con economie in transizione per la messa a punto di protocolli, linee guida e metodologie standardizzate per la sicurezza nella manipolazione, nel trasporto e nell'uso degli OGM.

TABELLA 1

Autorizzazioni all'immissione in commercio di OGM adottate dalla Commissione CE

Pianta (1)	Paese relatore	Decisione Commissione CE
Granoturco geneticamente modificato (<i>Zea mays</i> L.) sottoposto a una modificazione combinata che garantisce proprietà insetticide e una maggior tolleranza all'erbicida glufosinato-ammonio	Francia	97/98/CE del 23.1.97
Granoturco geneticamente modificato (<i>Zea mays</i> L. Linea Bt-11)	Regno Unito	98/292/CE del 22.4.98
Granoturco geneticamente modificato (<i>Zea mays</i> L. T25)	Francia	98/293/CE del 22.4.98
Granoturco geneticamente modificato (<i>Zea mays</i> L. Linea MON 810)	Francia	98/294/CE del 22.4.98
Semi di colza ibrida tollerante gli erbicidi (<i>Brassica napus</i> L. oleifera Metzq. MSIBn x RF1 Bn)	Regno Unito	96/158/CE del 6.2.96
Semi di colza geneticamente modificata (<i>Brassica napus</i> L. oleifera Metzq. MS1, RF1)	Regno Unito	97/392/CE del 6.6.97
Semi di colza geneticamente modificata (<i>Brassica napus</i> L. oleifera Metzq. MS1, RF2)	Francia	97/393/CE del 6.6.97
Semi di colza primaverile geneticamente modificata (<i>Brassica napus</i> L. oleifera)	Regno Unito	98/291/CE del 22.4.98
Semi di soia (<i>Glycine max</i> L.) geneticamente modificati aventi una maggiore tolleranza all'erbicida glifosato	Regno Unito	96/281/CE del 3.4.96
Cicoria maschio sterile (<i>Cichorium intybus</i> L.) geneticamente modificata con tolleranza parziale all'erbicida glufosinato-ammonio	Paesi Bassi	96/424/CE del 20.5.96
Semi di tabacco (<i>Nicotiana tabacum</i>) geneticamente modificato resistente agli erbicidi, varietà ITB 1000 OX	Francia	94/385/CE del 8.6.94

(1) Le quattro varietà di granturco autorizzate alla commercializzazione dalle decisioni della Commissione UE sono state sospese in via cautelativa dalla commercializzazione con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 4 agosto 2000.

FONTE: Elaborazione Ministero dell'ambiente su dati del Ministero della sanità, 2000.



Regolamento CE 258/97:
norme per l'immissione
sul mercato di nuovi prodotti
e nuovi ingredienti alimentari

Il Regolamento CE 258/97, che regola l'immissione sul mercato europeo di nuovi prodotti e nuovi ingredienti alimentari, riguarda anche i prodotti contenenti o costituiti da OGM.

Per i prodotti che contengono o sono costituiti da OGM, la notifica di immissione deve contenere le informazioni relative alla valutazione dei rischi prevista dalla Direttiva 90/220/CEE.

L'immissione sul mercato di un nuovo alimento deve essere preceduta da una attenta valutazione dei rischi per la salute del consumatore. Deve essere inoltre verificato che il consumatore non venga tratto in errore e che il prodotto innovativo non differisca da altri prodotti o ingredienti alimentari già in uso al punto tale da comportare svantaggi nutrizionali per il consumatore stesso. La valutazione deve considerare, pertanto, sia gli eventuali rischi derivanti dalla presenza di sostanze tossiche sia la cosiddetta sostanziale equivalenza del nuovo alimento rispetto ad alimenti tradizionali comparabili e sostitutivi.

Il responsabile dell'immissione sul mercato di un nuovo prodotto alimentare deve presentare una domanda,

corredata delle informazioni previste, all'autorità nazionale competente (In Italia, il Ministero della sanità, coadiuvato da un apposita Commissione nazionale nota come Commissione "Novel foods") e, effettuata la valutazione necessaria, la stessa autorità competente comunica le proprie osservazioni e proposte alla Commissione Europea.

Anche in questo caso, nei casi di controversia tra gli Stati membri, la Commissione Europea si avvale di un Comitato permanente per l'assunzione delle decisioni con voto a maggioranza qualificata.

Per quanto riguarda l'etichettatura degli alimenti contenenti OGM, il Regolamento CE 49/2000 e il Regolamento CE 50/2000 hanno reso obbligatoria l'esplicita indicazione in etichetta di tale contenuto, rispettivamente, per gli alimenti derivati da OGM e gli alimenti contenenti additivi derivati da OGM. Occorre però precisare che il Regolamento 49/2000, che ha fissato nell'1% la soglia minima quantitativa per l'obbligo di etichettatura degli alimenti, si riferisce esclusivamente ai prodotti contenenti un solo tipo di mais ed un solo tipo di soia, tra quelli geneticamente modificati e autorizzati a livello comunitario (e precisamente il mais autorizzato con Decisione 97/98/CE e la soia autorizzata con

Decisione 96/281/CE, tabella 1).

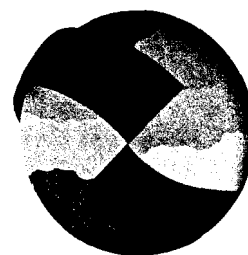
E' pertanto prevista una nuova norma comunitaria che estenda l'obbligo di etichettatura per tutti gli alimenti contenenti OGM autorizzati a livello comunitario, così come una norma comunitaria che regoli l'etichettatura dei mangimi per animali contenenti o derivati da OGM.

Recentemente, con il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 4 agosto 2000, è stata disposta la sospensione cautelativa della commercializzazione e utilizzazione di 4 varietà di mais geneticamente modificati: si tratta dei mais Bt11, MON 810, MON 809 e T25 (tabella 1).

I quattro prodotti erano stati messi in commercio secondo la procedura semplificata prevista dall'art. 3, par.4 del citato Regolamento CE 258/97, applicabile solo nei casi di "sostanziale equivalenza" sotto il profilo nutrizionale e della composizione.

L'identità dei quattro mais modificati con la controparte tradizionale e non modificata è risultata tale, solo sotto il profilo nutrizionale e non dal punto di vista della composizione del prodotto, per la presenza nei quattro tipi di mais di nuove proteine derivanti dalle modificazioni genetiche.

L'AMBIENTE E LA SALUTE



Al fine di descrivere gli effetti sulla salute associati all'esposizione ad alcuni dei principali inquinanti presenti nell'ambiente di vita, sono stati scelti alcuni comparti di esposizione ambientale di particolare importanza in Italia. La scelta è stata effettuata sulla base dei seguenti criteri:

- disponibilità di evidenze scientifiche;
- potenziale rilevanza sanitaria ed ambientale, in funzione della prevalenza e diffusione dell'esposizione ;
- disuguaglianza nella distribuzione delle esposizioni e dei rischi ad esse associati;
- percezione del rischio nella comunità.

Tali criteri hanno portato ad identificare alcuni temi prioritari per la caratterizzazione del legame tra salute e ambiente in Italia: la qualità ambientale nel contesto urbano, con particolare riferimento all'inquinamento atmosferico outdoor e alle polveri sospese; radiazioni non ionizzanti; radon nelle abitazioni; qualità e disponibilità delle risorse idriche; amianto; ambiente di lavoro. I rifiuti e le radiazioni ultraviolette sono inoltre stati trattati sinteticamente.

Problematiche connesse alla valutazione dei rischi da inquinamento ambientale

Nel corso degli ultimi decenni, particolarmente nei Paesi industrializzati, il progressivo miglioramento delle condi-

zioni generali di vita, tra cui lo stato di nutrizione e l'igiene, insieme all'introduzione delle terapie antibiotiche e dei vaccini, hanno favorito una notevole riduzione, e spesso l'eradicazione, di molte patologie infettive. Questi eventi, nel complesso, hanno contribuito all'allungamento della vita media della popolazione.

In parte come conseguenza di quest'ultimo fenomeno si è registrato un incremento nell'incidenza e nella mortalità per malattie cronico-degenerative tipiche della tarda età, quali i tumori e le malattie cardiovascolari e respiratorie. In concomitanza a questo cambiamento nel profilo di morbosità e mortalità della popolazione è andato aumentando, parallelamente alla crescita dell'urbanizzazione e dell'industrializzazione, l'inquinamento ambientale di tipo chimico-fisico. L'interesse e la necessità di comprendere se l'inquinamento ambientale possa favorire l'insorgenza delle patologie croniche ha assunto, così, una posizione di rilievo. In effetti, evidenze sempre maggiori mostrano che all'esposizione ad inquinanti presenti nell'ambiente di vita potrebbero essere attribuibili quote non trascurabili del carico di neoplasie nella popolazione. Inoltre, l'inquinamento ambientale sembra giocare un ruolo anche nell'aumentare l'incidenza di effetti sanitari di tipo acuto. Ad esempio, i risultati di molti studi epidemiologici svolti in svariati Paesi evidenziano incrementi nella mortalità giornaliera

per cause respiratorie e cardiovascolari in relazione a variazioni nei livelli atmosferici urbani di particolato.

D'altra parte, stimare in che misura l'esposizione di breve e di lungo periodo ai livelli di inquinamento misurati nell'ambiente di vita contribuisca a spiegare l'incremento nell'incidenza di effetti acuti e di malattie croniche è tra i temi più problematici e complessi che si trovano oggi ad affrontare le istituzioni di sanità pubblica dei Paesi industrializzati.

Le ragioni di tale complessità sono molteplici: le varie forme di inquinamento ambientale sono in genere di bassa intensità, molto variabili nel tempo e nello spazio ed estremamente diffuse. Queste caratteristiche incidono in vario modo sulla validità e accuratezza delle stime di esposizione e dei rischi sanitari ad esse associati. Di conseguenza, le evidenze scientifiche disponibili sono spesso caratterizzate da un elevato grado di incertezza.

La moltitudine dei diversi inquinanti di interesse sanitario cui la popolazione generale è contemporaneamente esposta nell'ambiente di vita rende, inoltre, difficile stabilire in che grado un determinato effetto sia attribuibile ad uno o più agenti o ad una loro interazione. Questa problematica nasce in realtà dal fatto che i meccanismi biologici che sono alla base delle interazioni "ambiente-salute" sono poco conosciuti, e che le patologie potenzialmente associate all'inquinamento ambien-



tale sono ad eziologia multipla.

Di seguito sono trattati alcuni temi per i quali il corpo di evidenze disponibili consente di fornire alcune stime dei rischi sanitari per la popolazione italiana (inquinamento atmosferico da polveri sospese, amianto, radiazione UV). Per altri fattori di rischio, come il radon, si dispone di dati di esposizione, ma non ancora di valutazioni d'impatto sanitario. Infine, per i campi elettromagnetici, i rifiuti e la contaminazione delle acque, non si è ancora in grado di quantificare adeguatamente né l'esposizione né le potenziali conseguenze sulla salute.

Salute in ambiente urbano

L'ambiente urbano è una entità territoriale particolarmente critica dal punto di vista della sanità pubblica soprattutto per il suo potenziale impatto sulla salute: più dei 2/3 della popolazione mondiale vive oggi negli agglomerati urbani dove, a causa delle elevate concentrazioni di attività antropiche inquinanti in uno spazio limitato, è esposta, insieme a tutti gli altri organismi animali e vegetali presenti, a miscele di agenti fisici e chimici potenzialmente dannosi.

Un posto prioritario spetta senz'altro agli inquinanti atmosferici derivanti in prevalenza dal traffico autoveicolare, ma anche dal riscaldamento domestico e dagli insediamenti industriali eventualmente presenti (soprattutto nei settori chimico e petrolchimico). L'ambiente urbano e le zone industriali infatti presentano spesso una distribuzione simile sul territorio, in quanto un'intensa industrializzazione è un elemento tipico delle periferie delle grandi città nei Paesi sviluppati. Non sono comunque da trascurare altri tipi di inquinamento come quello acustico, elettromagnetico, idrico e quello connesso allo smaltimento dei rifiuti.

Gli indicatori sanitari dell'inquinamento urbano

Considerando la rilevanza dei problemi di inquinamento urbano in termini di ubiquità, di numerosità degli individui esposti e di impatto sanitario e ambientale, diviene estremamente importante conoscere lo "stato" delle città attraver-

so l'impiego di indicatori che consentano di caratterizzarle qualitativamente, di individuare le azioni prioritarie per il risanamento, di monitorare le variazioni nel tempo e di valutare l'efficacia delle azioni intraprese.

Fra i diversi indicatori dell'inquinamento urbano, quelli relativi all'impatto sanitario sono i meno consolidati nell'ambito delle politiche di gestione, forse anche a causa delle difficoltà legate al reperimento dei dati, ma proprio per il fatto che l'uomo rappresenta il bersaglio più critico dell'inquinamento urbano è necessario conoscere e monitorare nel tempo lo stato di salute delle popolazioni residenti per poter adottare i provvedimenti necessari a tutelarle.

Dei validi indicatori sanitari possono essere rappresentati dagli effetti precoci di tipo subclinico, come ad esempio le alterazioni di parametri fisiologici, oppure dai dati di mortalità o di incidenza di condizioni morbose che si prestano bene a riflettere l'impatto dell'inquinamento ambientale sulla salute dell'uomo.

L'ENEA, nell'ambito delle attività sugli indicatori dell'ambiente urbano svolte per la Conferenza Nazionale Energia e Ambiente del 1998, ha effettuato uno studio descrittivo sulla mortalità per causa relativa agli anni 1980-1992 in tutti i Comuni italiani capoluogo di Provincia ed in quelli con popolazione maggiore di 50.000 abitanti (154 Comuni). La mortalità comunale per causa, espressa come Tasso Standardizzato di Decessi (TSD), è stata utilizzata come indicatore dello stato di salute dei residenti. Per ciascun Comune sono state prese in considerazione, oltre alla mortalità generale, 24 cause di morte per gli uomini e 25 per le donne. L'analisi della mortalità generale nella popolazione mostra che gli eccessi sono per lo più relativi alla popolazione maschile dei centri urbani Regioni Settentrionali. La mortalità per tumori totali presenta in entrambi i sessi un netto gradiente Nord-Sud anche se valori superiori alla media nazionale si riscontrano in alcuni centri urbani della costa Tirrenica. Inoltre, i tassi di mortalità tra gli uomini sono sempre notevolmente superiori a quelli delle donne. Il quadro della mortalità per tumori della trachea, bronchi e pol-

moni, risulta per entrambi i sessi, molto simile a quello descritto per i tumori totali. La mortalità per malattie respiratorie evidenzia per entrambi i sessi, al contrario di quanto avviene per i tumori polmonari, eccessi soprattutto nei Comuni delle Regioni Meridionali.

Tali elaborazioni, pur non consentendo di valutare associazioni con l'esposizione a specifici inquinanti, permettono di confrontare diverse città e di evidenziare alcune situazioni potenzialmente "critiche".

L'inquinamento atmosferico, tra le varie forme di perturbazione operate dall'uomo sull'ambiente, è quella che presenta le maggiori caratteristiche di ubiquità. Ben conosciuti problemi quali l'effetto serra e l'assottigliamento dello strato di ozono rappresentano una chiara dimostrazione delle conseguenze a livello globale dell'immissione di agenti inquinanti nell'atmosfera.

L'inquinamento atmosferico assume, come detto sopra, particolare rilevanza dal punto di vista della sanità pubblica negli agglomerati urbani, dove le principali sorgenti di emissione sono rappresentate dai processi di combustione dei motori autoveicolari a gasolio e benzina e, in minor grado, dai sistemi di riscaldamento domestico. I gas di scarico autoveicolari sono miscele complesse di sostanze chimiche volatili e di particelle solide sospese, alcune delle quali, a dosi molto più elevate di quelle desumibili dalle concentrazioni atmosferiche in ambiente urbano, sono in grado di indurre effetti cancerogeni negli animali o nell'uomo. Tra queste sostanze vi sono il benzene, la formaldeide, l'1,3-butadiene, l'acetaldeide e alcuni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), dei nitroareni e degli azaareni.

Per quanto concerne le principali conseguenze sulla salute associate all'esposizione ambientale ad inquinanti atmosferici specifici quali IPA, Benzene, NO₂, SO₂, e O₃, si rimanda alla sintesi descritta nella Scheda 1.

Le polveri sospese

Negli ultimi anni particolare attenzione viene rivolta all'impatto sulla salute dell'esposizione al particolato atmosferico in ambiente urbano. I risultati di un numerosi studi epidemiologici, replicati con elevata consistenza nei contesti



urbani dei Paesi industrializzati, evidenziano un aumento nel numero di decessi giornalieri per cause respiratorie e cardiovascolari associati ad incrementi unitari ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) di PM10 (polveri sospese di diametro < 10 micron) e, negli studi recentemente pubblicati, anche di PM 2,5 (polveri sospese di diametro $< 2,5 \mu\text{m}$).

Associazioni sono state osservate anche per altri effetti acuti quali ospedalizzazione, episodi acuti negli asmatici ed altri effetti respiratori e cardiovascolari e per effetti cronici (mortalità e patologie respiratorie).

I risultati di questi studi, insieme a quelli relativi ad altri inquinanti atmosferici, hanno avuto una importanza notevole nella revisione delle Linee Guida sulla qualità dell'aria negli Stati Uniti e in Europa. Anche l'Unione Europea ha recentemente definito direttive che fissano limiti più restrittivi per le particelle sospese, fornendo nuove indicazioni anche per il biossido di azoto e per l'ozono nella Direttiva 1999/30/CE.

Il significato delle associazioni descritte nella letteratura scientifica, tuttavia, presenta ancora diversi punti oscuri, soprattutto a causa della scarsa conoscenza dei meccanismi biologici implicati. In particolare, rimane ancora da chiarire quanto gli incrementi nella mortalità giornaliera siano attribuibili ad una anticipazione del decesso in soggetti già gravemente malati e quindi con una limitata attesa di vita, e se tale anticipazione sia di pochi giorni, mesi o anni.

La rilevanza sanitaria dell'inquinamento da particelle sospese deriva dalla complessità della sua origine e composizione. Esso è costituito da una miscela di particelle allo stato solido o liquido di composizione estremamente variabile che hanno la capacità di adsorbire sulla loro superficie diverse sostanze con proprietà tossiche quali solfati, nitrati e metalli. Il Particolato Totale Sospeso (TSP) comprende una frazione più grossolana (diametro $> 2,5 \mu\text{m}$), di origine naturale (processi di erosione del suolo), le polveri sottili e ultrasottili (diametro $< 2,5 \mu\text{m}$ e $< 0,1 \mu\text{m}$ rispettivamente), che si formano in seguito ai processi di combustione veicolare, industriale, e nella produzione energia

elettrica. Le polveri sottili ed ultrasottili grazie alla loro ridotta dimensione possono penetrare facilmente nelle parti più profonde delle vie respiratorie e sembrano essere le più rilevanti da un punto di vista biologico.

In Italia attualmente esistono per legge reti di monitoraggio per il TSP ed il PM10 (diametro $< 10 \mu\text{m}$), e soltanto recentemente si è iniziato a misurare le concentrazioni atmosferiche della frazione sottile, ma per ora soltanto a scopo di ricerca. Comunque, data l'elevata correlazione tra i diversi inquinanti presenti nell'atmosfera, il PM10 può essere impiegato come un indicatore di alcuni altri agenti inquinanti, quali ad esempio CO e NO_x, e le particelle a più piccola granulometria, che del resto lo costituiscono.

Italia

Soltanto negli anni più recenti si è iniziato a condurre, anche in Italia, studi epidemiologici di tipo analitico volti a stimare gli effetti sulla salute dell'inquinamento atmosferico urbano. Gli studi che hanno riguardato anche i livelli di particolato atmosferico, soprattutto PM10, hanno prodotto risultati in linea con quelli degli studi condotti in altri Paesi. Ad esempio, in indagini condotte a Roma, a Milano e a Torino, nell'ambito del progetto APHEA - Air Pollution and Health effects: a European Approach - un progetto di ricerca multicentrico che coinvolge 34 città in Europa, è stato possibile stimare un incremento lineare di 0,5-1% nella mortalità giornaliera per incrementi di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM10, sebbene i metodi diversi di misura dell'inquinamento da polveri rendono complesso il paragone tra le stime di effetto delle varie indagini.

Sempre nell'ambito degli effetti acuti, sono stati di recente presentati i risultati di uno studio condotto a Roma nel 1999 finalizzato a valutare l'associazione tra i livelli atmosferici di particolato (PM10 e PM2,5) e di altri inquinanti, e le alterazioni fisiopatologiche in persone affette da Bronco Pneumopatia Cronica Ostruttiva (BPCO), patologia Ischemica del Miocardio (IMA) ed Asma bronchiale. Tra i soggetti con BPCO, si è osservato che ad un aumento nelle concentrazioni ambientali di PM2,5 e di

PM10 corrisponde un peggioramento della funzionalità respiratoria. Tra i pazienti con pregresso IMA, si osservato invece un aumento della variabilità del battito cardiaco associato ad incrementi nei livelli di PM2,5. Questi risultati, sebbene preliminari e parziali, sembrano coerenti con quelli di analoghi studi recentemente pubblicati. Per quanto concerne il gruppo degli asmatici, i risultati di questo studio suggeriscono un ruolo specifico del PM10 nell'indurre un peggioramento dei parametri di funzionalità respiratoria.

Risultati rilevanti da un punto di vista di sanità pubblica, in quanto forniscono le prime stime dell'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico in Italia, provengono da un recente studio condotto dalla Divisione di Roma del Centro europeo ambiente e salute dell'OMS su richiesta del Ministero dell'ambiente. Lo studio riguarda i residenti nelle otto maggiori città italiane (Torino, Milano, Bologna, Genova, Firenze, Roma, Napoli e Palermo). La popolazione complessiva di queste città nel 1991 era di circa 8,3 milioni di abitanti, il 15% della popolazione italiana. La concentrazione media di PM10 nel periodo 1998-99 è stata calcolata, per ogni città, utilizzando i dati forniti dalle reti di monitoraggio degli inquinanti atmosferici; le concentrazioni medie annuali di PM10 risultano comprese, in questo biennio, tra $44,4$ e $53,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con una media pesata sulle popolazioni pari a $52,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La mortalità totale, i ricoveri ospedalieri e alcune condizioni di morbosità (forniti da banche dati statistiche nazionali) sono state analizzate in relazione alle concentrazioni ambientali di PM10 (tabella 1). I coefficienti delle relazioni dose-risposta sono stati desunti, attraverso procedure di meta-analisi, da studi, anche italiani, precedentemente pubblicati. Questi coefficienti sono stati utilizzati per stimare i tassi attesi per un dato livello di concentrazione di PM10 scelto a priori; i tassi attesi sono poi stati confrontati con quelli osservati per stimare la proporzione e il numero di casi per anno attribuibili a livelli di PM10 in eccesso rispetto ai due valori di riferimento usati: 20 e $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Questi due livelli corrispondono a valori realisticamente raggiungibili attra-



verso la riduzione delle emissioni. In particolare, il primo è il livello massimo consentito per i Paesi della Comunità europea a partire dal 2010 (mentre il limite da raggiungere entro il 2005 è di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Le analisi condotte sono basate su assunzioni di tipo conservativo, ed il numero di casi attribuibili ai livelli urbani di PM10 descrive probabilmente solo una parte dell'impatto totale sulla salute dell'inquinamento atmosferico (per esempio gli effetti di altri inquinanti non vengono considerati).

I risultati di questo studio, descritti nella tabella 1, mostrano che alle concentrazioni superiori a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ è attribuibile il 7% dei decessi annui, ossia 5.100 morti per anno, ai quali si aggiungono circa 7.000 ricoveri ospedalieri. In altre parole abbassando le concentrazioni medie a $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ si potrebbero evitare circa 5.000 morti all'anno nelle 8 città. Inoltre, sono stati stimati decine di migliaia di casi attribuibili di bronchite nell'infanzia e di esacerbazione dell'asma, come anche

milioni di episodi di insorgenza di sintomi respiratori e di giorni di ridotta attività.

I metodi di analisi impiegati in questo studio sono simili a quelli utilizzati in uno studio analogo condotto in Austria, Francia e Svizzera sebbene, gli autori abbiano usato il livello di $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ come valore di riferimento per il PM10, e un coefficiente di regressione più alto per la mortalità. È stato stimato che ai livelli ambientali delle polveri misurati in questi tre Paesi sono attribuibili annualmente più di 40.000 decessi (6% della mortalità generale), circa 290.000 episodi di bronchite nell'infanzia, ed un numero molto elevato di attacchi di asma e di giornate lavorative perse.

Questi risultati mostrano quanto sia elevato l'impatto sulla salute dell'inquinamento atmosferico nelle maggiori città italiane in termini di mortalità, morbosità e di ospedalizzazione. Inoltre appare evidente che vi è, nel complesso, una sostanziale similitudine tra la situazione italiana e quella

francese, svizzera e austriaca.

Tuttavia, occorre essere cauti nell'interpretare questi risultati in termini di possibili benefici sanitari risultanti dalla riduzione delle concentrazioni atmosferiche di PM10, dal momento che l'entità degli effetti registrati potrebbe essere dovuta anche ad altri inquinanti atmosferici.

In effetti, è molto probabile che il vero impatto complessivo dell'inquinamento atmosferico urbano sulla salute sia più grande di quanto stimato in questo studio anche perché le analisi sono state limitate ad alcuni effetti sanitari specifici.

Dal momento che la principale sorgente di PM10 e di altri inquinanti atmosferici nelle città italiane è la combustione dei motori dei veicoli a gasolio e a benzina e dei motocicli a due tempi, gli interventi preventivi devono essere specificamente mirati alla riduzione del volume di traffico nelle aree urbane. Interventi di questo tipo produrrebbero ulteriori benefici in termini sanitari, quali, ad esempio, una riduzione

TABELLA 1

Rischi relativi, proporzioni e numero di casi attribuibili ai livelli di PM10 in 8 città italiane, 2000

Causa	Valore di riferimento PM10: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$			Valore di riferimento PM10: $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
	rischio relativo per $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (95% IC*)	proporzione attribuibile (%) (95% IC*)	numero di casi attribuibili per anno	proporzione attribuibile (%) (95% IC*)	numero di casi attribuibili per anno
Mortalità (>30 anni, escluse cause accidentali)	1,026 (1,009-1,043)	4,7 (1,7-7,5)	3.472	7,0 (2,6-10,9)	5.108
Ricoveri ospedalieri per cause cardiovascolari	1,009 (1,006- 1,013)	1,7 (1,2- 2,5)	2.710	2,6 (1,7-3,7)	4.057
Ricoveri ospedalieri per malattie respiratorie	1,016 (1,013-1,020)	3,0 (2,5- 3,7)	1.887	4,5 (3,7-5,5)	2.803
Bronchite acuta (<15 anni)	1,306 (1,135- 1,502)	28,6 (18,4- 32,9)	31.524	36,3 (25,1- 39,7)	40.036
Esacerbazione dell'asma (<15 anni)	1,051 (1,047- 1,055)	8,7 (8,1- 9,2)	29.730	12,5 (11,7-13,3)	42.870
Esacerbazione dell'asma (≥ 15 anni)	1,004 (1,0-1,008)	0,8 (0- 1,5)	11.360	1,2 (0-2,3)	17.047
Giorni di ridotta attività (≥ 20 anni)	1,094 (1,079- 1,109)	14,3 (12,5- 15,9)	2.702.461	20,0 (17,7- 22,1)	3.776.387
Occorrenza di sintomi respiratori	1,07 (1,02-1,11)	11,3 (3,7 - 16,0)	10.409.836	16,1 (5,5- 22,2)	14.788.287

(*) IC 95%: in statistica nella stima sperimentale di una grandezza incognita, prende il nome di Intervallo di Confidenza (IC), un intervallo che con una probabilità prefissata, contiene al suo interno il valore da stimare.

FONTE: Organizzazione Mondiale della Sanità, 2000.



degli incidenti stradali, del rumore e dello stress, nonché un miglioramento della qualità di vita e dello stato di salute associato ad esempio ad uso maggiore di biciclette come mezzo di trasporto.

D'altra parte, sebbene il Ministero della sanità, nell'ultimo Piano Sanitario Nazionale, ha indicato, tra gli obiettivi da raggiungere nel triennio 1998-2000, azioni specifiche volte a contenere i livelli di inquinamento atmosferico,

i risultati dei più recenti studi condotti in Italia mostrano che la qualità dell'aria nel contesto urbano non sia ancora accettabile.

Per quanto riguarda il PM₁₀, il rispetto dei nuovi limiti di 20 µg/m³ per, imposti dall'Unione Europea, produrranno certamente effetti positivi da un punto di vista sanitario, ma la direttiva non sarà resa operativa prima del 2010.

Radiazioni non ionizzanti

Le radiazioni non ionizzanti, quali i campi elettromagnetici a radiofrequenze, 300Hz- 300 GHz, (RF) e a frequenze estremamente basse, 50-60 Hz, (ELF), sono troppo deboli in termini di energia trasmessa per rompere i legami che tengono unite le molecole biologiche e per produrre quindi la ionizzazione. Si può dunque ragionevolmente escludere che l'esposizione umana a questi

SCHEDA 1

Benzene, anidride solforosa, biossido di azoto ed altri inquinanti atmosferici

Come per le polveri sospese, numerosi studi evidenziano un'associazione tra la concentrazione giornaliera di ozono, NO₂ ed SO₂ ed incrementi nella mortalità e nei ricoveri ospedalieri nello stesso giorno o nei giorni seguenti i valori di picco per questi inquinanti.

L'impatto sulla salute dell'ozono (O₃) non è ancora stato valutato in modo esaustivo. Tuttavia, molti studi epidemiologici hanno mostrato consistentemente che esposizioni ripetute ad ozono possono causare danni permanenti all'apparato respiratorio. Anche a basse concentrazioni è associato all'insorgenza di diversi sintomi, quali dolori toracici, tosse, nausea, irritazione della gola e congestioni. Inoltre, induce un peggioramento clinico di bronchiti, di malattie cardiache, dell'enfisema e dell'asma, e riduce la capacità polmonare. Va sottolineato che i livelli di questo gas sono molto influenzati dalle condizioni atmosferiche e dalla concentrazione di altri inquinanti.

L'anidride solforosa (SO₂) è un gas che deve la sua tossicità alle sue proprietà acide: uno dei derivati più tossici del SO₂ è l'acido solforico. Gli effetti acuti della SO₂ consistono nella compromissione della funzione polmonare. In persone con asma o atopia la risposta broncocostrittiva può essere 10 volte più intensa che in soggetti sani. In Europa, nel periodo 1980-1996, le emissioni di questo gas sono state ridotte del 50% circa, raggiungendo quindi l'obiettivo di una diminuzione del 35% entro il 1994. In atmosfera l'ossido di azoto (NO) viene rapidamente trasformato in biossido di azoto (NO₂). Quest'ultimo è un irritante delle vie respiratorie e, come per l'SO₂, i soggetti asmatici sono molto più suscettibili dei soggetti sani ad una risposta di tipo broncocostrittivo. In Europa, nel periodo 1987-1996, le emissioni di questo gas sono state ridotte del 11% circa, sebbene l'obiettivo per il 2000 fosse di una diminuzione del 30%.

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) sono un'ampia classe di inquinanti ambientali. La IARC (1987) ha analizzato le evidenze sulla cancerogenicità di 43 specifici IPA, ed ha classificato il Benzo[a]Pirene (BaP) e altri due

IPA come cancerogeni probabili per l'uomo (categoria 2A), ed altri nove idrocarburi policiclici aromatici come possibili cancerogeni (categoria 2B). Il più importante e riconosciuto effetto a lungo termine dell'esposizione ad IPA è un aumento di rischio per tumore del polmone. Il BaP viene ritenuto un buon indicatore di rischio cancerogeno per la classe degli IPA presenti in aria urbana. L'OMS ha stimato che l'esposizione per tutta la vita ad una concentrazione media di 1 ng/m³ di BaP sia responsabile di un incremento di rischio pari a 9 casi di cancro polmonare ogni 100.000 persone. In Italia, la CCTN ha stimato che, ad un'esposizione media "lifetime" pari a 0,06-1,5 ng/m³ di BaP (basata su concentrazioni medie outdoor di 0,1-2 ng/m³), sarebbe attribuibile un numero di casi di tumore polmonare compreso tra 1 e 35 all'anno, per i prossimi 75 anni.

Il benzene è classificato come cancerogeno certo per l'uomo, sulla base di evidenze relative ad eccessi di leucemia associati ad esposizioni molto elevate (nell'ordine delle decine o centinaia di mg/m³) in ambiente di lavoro (IARC). I livelli di benzene tipicamente riscontrati nelle aree urbane ad elevata intensità di traffico sono però molto inferiori (nell'ordine dei µg per m³), e le potenziali conseguenze dell'esposizione umana a queste concentrazioni non sono ancora stati completamente chiarite. Sulla base dei risultati degli studi epidemiologici condotti su lavoratori esposti a benzene, è stato stimato che un numero compreso tra 4 e 29 casi di leucemia per milione di esposti sono attribuibili ad una esposizione lifetime a concentrazioni medie ambientali di benzene di 1 µg/m³. In Italia, la Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale (1995) ha stimato che da 17 a 246 casi di leucemia all'anno nei prossimi 75 anni sarebbero attribuibili all'esposizione a benzene generato dalle emissioni veicolari.

Tale valutazione si basa su stime di esposizioni medie lifetime comprese tra 14 e 29 µg/m³, che corrispondono approssimativamente a concentrazioni medie annuali tra 19 e 35 µg/m³.



agenti fisici possa essere associata ad un aumento del rischio di insorgenza di tumori attraverso meccanismi cancerogeni di tipo diretto. Comunque, data la sostanziale diversità delle caratteristiche fisiche delle diverse frequenze e della loro interazione con i tessuti biologici, è plausibile che anche gli eventuali effetti negativi sulla salute differiscano. In effetti, le evidenze attualmente disponibili sulle conseguenze sanitarie associate all'esposizione a campi generati a diverse frequenze non sono uniformi. Per queste ragioni vengono presi separatamente in considerazione i campi elettromagnetici a radiofrequenza e quelli a frequenza estremamente bassa. Nella Scheda 2 sono sinteticamente riportati gli effetti relativi all'esposizione alla radiazione ultravioletta (UV) oggetto di crescente attenzione.

Campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF)

Sorgenti tipiche di campi a RF nell'ambiente di vita sono rappresentate dagli impianti di trasmissione radiotelevisiva e per la comunicazione (telefoni cellulari e stazioni radio base).

Le uniche conseguenze dell'esposizione a RF sulla salute, che siano state finora dimostrate, riguardano effetti biologici di tipo acuto, la cui prevenzione è alla base dei limiti di esposizione attualmente in vigore. Tali limiti, stabiliti dalla Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP), un'organizzazione formalmente riconosciuta dall'OMS, sono molto superiori ai livelli di esposizione che si incontrano negli ambienti di vita.

Alcune importanti informazioni sugli effetti termici e non termici sono descritte nel rapporto dell'International EMF project dell'OMS "Campi Elettromagnetici e Salute Pubblica - Effetti sanitari dei campi a radiofrequenza".

Nonostante le attuali evidenze scientifiche indichino come improbabile che i campi RF inducano tumori o altri effetti a lungo termine, l'elevata diffusione di sorgenti a radiofrequenze, giustifica, di

per sé, la necessità di comprendere se l'esposizione a livelli inferiori ai limiti attualmente in vigore per gli effetti acuti determini, a lungo termine, conseguenze sulla salute umana. Gli studi epidemiologici sugli effetti a lungo termine dell'esposizione a radiofrequenze sono ancora insufficienti rispetto allo stesso tipo di ricerche condotte per i campi elettrici e magnetici a 50/60 Hz. Rassegne della letteratura scientifica indicano in modo consistente che gli studi finora effettuati presentano disegni d'indagine e metodi di analisi molto eterogenei, carenze nella valutazione dell'esposizione e insufficiente potenza statistica.

Per quanto concerne l'esposizione a radiofrequenze nell'ambiente di vita, soltanto pochi studi hanno valutato l'associazione tra esposizione a RF ed effetti a lungo termine. Alcune indagini hanno studiato l'incidenza di tumori tra i residenti in prossimità di ripetitori televisivi, valutando per lo più l'associazione tra tassi di leucemie o altri tumori e distanza dalle emittenti. Sebbene alcuni di questi studi mostrino aumenti di rischio per alcune patologie tra le popolazioni che vivono nei pressi della sorgente di emissione, vi sono molteplici problemi interpretativi, che suggeriscono molta cautela nell'esprimere giudizi di tipo causale. In particolare, le radiofrequenze implicate sono in realtà molto eterogenee per le caratteristiche delle sorgenti considerate e per le bande di frequenza pertinenti; nessuno degli studi ha tenuto conto di altri possibili fattori di rischio, ambientali e/o professionali, per le patologie considerate, né ha effettuato stime dell'esposizione cumulativa. Inoltre, l'esposizione viene stimata solo sulla base della distanza delle abitazioni dalle sorgenti.

Un tema di particolare interesse nel campo dell'esposizione umana a campi a RF è rappresentato dall'utilizzo dei telefoni cellulari, soprattutto in ragione della loro larga diffusione.

Le previsioni delle aziende indicano, infatti, che nel 2005 ci saranno, a livello mondiale, circa un miliardo e seicento milioni di abbonati ai servizi di telefonia cellulare. I telefoni mobili attualmente sul mercato operano a frequenze

comprese tra 800 e 1800 MHz ed emettono potenze massime comprese tra 0,2 e 0,6 Watt, che diminuiscono molto rapidamente con la distanza dal dispositivo. Sulla base di una revisione critica delle evidenze disponibili condotta recentemente dall'OMS, dalla Royal Society of Canada e da un comitato di esperti del Regno Unito (IEGMP 2000), la stessa OMS ha preparato un documento che riassume le principali problematiche sanitarie potenzialmente connesse all'esposizione ai campi RF prodotti dai telefoni mobili e dalle stazioni radio base (1). Tra i più importanti punti che emergono da questo documento, viene sottolineato che "l'evidenza scientifica attuale indica che l'esposizione a campi a radiofrequenza, quali quelli emessi dai telefoni cellulari e dalle stazioni radio base, non inducono o favoriscono, verosimilmente, il cancro". Inoltre, viene riportato che tutti gli effetti sanitari finora accertati dell'esposizione a RF sono legati in modo chiaro a fenomeni di riscaldamento dei tessuti e che i livelli di emissione delle stazioni radio base a cui il pubblico può essere esposto sono inferiori di un fattore 100 ai limiti attualmente in vigore. Per quanto concerne l'energia emessa dai telefoni cellulari, i livelli di esposizione dell'utente sono considerevolmente superiori a quelli delle stazioni radio base, ma rimangono sempre al di sotto dei limiti di esposizione fissati dalle linee guida dell'ICNIRP.

Benché il verificarsi di effetti a lungo termine da esposizione a RF nell'uomo non sia dimostrato, non è neppure possibile poter escludere effetti dannosi con un sufficiente grado di certezza. Occorre, di conseguenza, definire delle priorità di ricerca nel settore in questione, sia dal punto di vista degli effetti biologici di maggiore interesse, sia in termini di metodologie di indagine da privilegiare.

I risultati dei diversi studi sperimentali volti a valutare l'associazione tra insorgenza di tumori e l'esposizione a campi a RF sono contrastanti e nel complesso non producono evidenze di supporto per la causalità dell'associazione.

Per quanto riguarda i risultati dei pochi studi epidemiologici finora pubblicati, a

(1) OMS, 2000.