ISES ITALIA

FIRE

GRUPPO SOGES

ENEA

Uso razionale dell' energia negli ospedali

La climatizzazione degli ospedali

THERMIE

Quale energia per gli ospedali ?

Il progetto per la promozione degli "Usi Razionali dell'Energia negli Ospedali Italiani" con il supporto del programma JOULE-THERMIE (azione THERMIE tipo B STR-946-96-IT), si articola essenzialmente in quattro fasi: la produzione di 6 brochure che evidenziano progetti ed esperienze comunitari di successo; la realizzazione di tre Convegni (Bari, Palermo, Milano) di informazione e diffusione del know-how europeo; un periodo di assistenza agli operatori in qualità di collegamento tra loro e la Commissione Europea e altre fonti di informazioni riguardanti tecnologie energetiche, formazione e finanziamenti; una giornata di studio, conclusiva dell'attività destinata alla valutazione dei risultati del lavoro svolto ed alla individuazione di strategie da adottarsi per interventi futuri.

Considerazioni generali

La funzione di un edificio ospedaliero è quella di permettere ai pazienti di recuperare buone condizioni di salute, evitando nel contempo che essi contraggano nuove patologie.

Quest'ultimo rischio è esaltato sia dalla particolare concentrazione di soggetti portanti patologie, sia dalle condizioni debilitate dei pazienti stessi.

In quest'ottica gli impianti di climatizzazione debbono assolvere a numerose funzioni, tra cui:

- il mantenimento di condizioni di comfort termoigrometrico e di qualità dell'aria;

ma anche:

- la rimozione e/o la diluizione degli inquinanti e dei contaminanti biologici pericolosi per la salute dei pazienti e degli operatori (microrganismi, virus, eventuali sostanze chimiche quali gas medicali o radioattive in particolari locali);
- il controllo dei flussi d'aria tra spazi diversi (ad esempio non deve essere permessa la fuoriuscita incontrollata di aria dai reparti infettivi) ed all'interno dei singoli spazi (ad esempio in una sala operatoria il paziente non deve essere investito da flussi d'aria che abbiano prima lambito potenziali sorgenti di batteri, quali la stessa equipe chirurgica).

Le condizioni termoigrometriche stesse possono essere importanti nel trattamento delle patologie. In genere un'umidità relativa (UR) troppo bassa favorisce l'insorgere di nuove infezioni, specialmente alle vie respiratorie, ma i valori corretti dell'UR vanno comunque fissati in funzione delle diverse patologie. Analoghe considerazioni valgono per la temperatura. Ad esempio, la guarigione dei pazienti ustionati è favorita da temperatura e UR elevate (l'ASHRAE suggerisce 32 °C e 95% in alcuni casi), mentre pazienti affetti da artriti reumatiche necessitano di temperatura elevata ma UR bassa; pazienti con patologie cardiache possono invece richiedere basse temperature qualora la normale dissipazione del calore endogeno sia ostacolata da una circolazione sanguigna alterata e analoghi requisiti possono presentarsi per pazienti operati al cervello in caso di rischi di ipertermia.

In definitiva, un impianto di climatizzazione di un ospedale deve garantire:

- il controllo della temperatura e dell'UR in modo flessibile e diverso da area ad area: assumono pertanto importanza la tipologia impiantistica e la regolazione;
- opportuni ricambi d'aria "pulita" ed il controllo dei flussi dell'aria stessa tra locali diversi ed all'interno dei singoli locali: assumono pertanto importanza le differenze di pressione tra i locali, la filtrazione e le configurazioni di immissione/estrazione dell'aria.

Inoltre, va tenuto conto che una progettazione disattenta può generare consumi energetici molto elevati. Occorre quindi operare scelte consapevoli riguardo a:

- generazione dell'energia termica necessaria per il riscaldamento e per gli eventuali gruppi frigoriferi ad assorbimento e di quella meccanica necessaria per il raffrescamento con gruppi a compressione; quest'ultimo aspetto va studiato congiuntamente con i fabbisogni elettrici degli altri impianti presenti; la contemporaneità di fabbisogni termici e meccanici/elettrici può suggerire in molti casi l'adozione di sistemi di cogenerazione;
- recuperi energetici, in particolar modo sull'aria di ricambio: le considerevoli portate suggeriscono l'adozione di recuperatori, i quali peraltro devono garantire l'assenza di contaminazione dell'aria di rinnovo da parte di quella estratta.

Riferimenti normativi

In Italia non esiste un corpus legislativo/normativo direttamente cogente in materia di climatizzazione di ospedali, bensì si hanno solo una vecchia

Circolare Ministeriale ed alcune norme UNI di carattere generale. In definitiva i provvedimenti italiani ai quali riferirsi sono i seguenti:

- Circolare Ministeriale LL.PP. n° 13011/22.11.1974 "Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere. Proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione".
- Norma UNI 10339 "Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura".
- Norma UNI 8199 "Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione".

Nella limitatezza dei riferimenti normativi italiani, risulta comunque opportuno guardare anche alle principali fonti straniere. Tra di esse si possono ricordare la normativa tedesca DIN e le normative/raccomandazioni americane ASHRAE. Quanto sotto riportato tiene conto appunto di tali riferimenti, oltre ovviamente di quelli italiani sopra elencati.

REQUISITI AMBIENTALI

I parametri da controllare con l'impianto di climatizzazione di un ospedale sono i seguenti: temperatura, umidità relativa (UR), concentrazioni di inquinanti quali carica batterica, gas medicali, ecc., livello sonoro.

Peraltro, il controllo diretto delle concentrazioni, specialmente dei contaminanti biologici, è difficile a causa della pratica impossibilità di effettuare misure in continuo di tali concentrazioni. Pertanto il controllo deve avvenire in modo indiretto tramite la fissazione di altri parametri, quali: portata di ventilazione con annesse indicazioni sulla ammissibilità di ricircoli, filtrazione dell'aria, condizioni di pressione dei locali, configurazioni di immissione e ripresa dell'aria.

Indicazioni base tratte dalla normativa italiana

La Circ. Min. 13011/74 riporta solo le seguenti indicazioni, molto semplificate, su temperatura, UR e portata di ventilazione, distinguendo tra degenze ed altri locali:

- temperatura:
  -20 ± 1 °C per le degenze; nessuna indicazione per gli altri locali
- umidità relativa:
  -40 ± 5 % per le degenze; nessuna indicazione per gli altri locali
- ventilazione:
  -2÷3 ric/h per le degenze
  - 6 ric/h per i reparti diagnostica e speciali (sale operatorie, rianimazione, ecc.)
  - 12 ric/h per i reparti di isolamento (infettivi)
  - 10 ric/h per i servizi
  - 30 m^3/(h persona) per i soggiorni

Per i reparti speciali, di diagnostica ed infettivi è escluso ogni ricircolo, mentre per le degenze ciò non è detto esplicitamente, anche se poi la pratica applicazione della Circolare ha evidenziato un orientamento in tal senso anche per le degenze. Viene inoltre richiesto che la ventilazione sia forzata e con opportuni filtraggi dell'aria: ciò porterebbe ad escludere del tutto la possibilità di adottare una ventilazione naturale nelle nuove realizzazioni ospedaliere.

Indicazioni complementari a quelle riportate nella Circ. Min. 13011/74 si trovano nella norma UNI 10339 riguardo alle portate di aria esterna ed alla relativa filtrazione, nonché alle velocità dell'aria all'interno dei locali. Tali indicazioni sono riportate nelle tabelle 1, 2 e 3.

Per quanto riguarda i requisiti acustici, la norma UNI 8199 riporta generalmente come dato di riferimento per il livello di rumore di fondo in ambienti ospedalieri ad utilizzazione notturna 25÷30 dB(A). Ciò corrisponde ad un limite di accettabilità del livello sonoro con impianti in funzione di 32÷34 dB(A).

Indicazioni integrative

Come si può notare, il corpus normativo italiano in tema di climatizzazione di ospedali è estremamente carente, spe-

Tabella 1 - Portate minime di aria esterna (UNI 10339)

Categorie di locali	Portata di aria esterna [10-3 m3/(h persona)]
Degenze, corsie, camere sterili e terapie fisiche	11
Sale mediche / soggiorni	8.5
Camere per infettivi, sale operatorie / sale parto	in funzione delle specifiche esigenze delle singole applicazioni
Servizi	estrazioni

cialmente per quel che riguarda la differenziazione delle condizioni termoigrometriche da un reparto all'altro e per quel che riguarda l'effettivo controllo dell'inquinamento dell'aria, tematica che viene risolta con sbrigative richieste di filtrazione e con esclusioni, forse eccessivamente severe, di ricircoli.

Risulta pertanto opportuno riferirsi alla letteratura scientifica ed alle principali normative straniere, tra le quali si ribadisce l'importanza di quelle tedesche (in particolare la DIN 1946/87) e di quelle americane (in particolare gli ASHRAE Standards e quanto riportato negli ASHRAE Handbooks).

Requisiti termoigrometrici

L'indicazione della Circ. Min. 13011/74 (20 °C, UR = 40%, valida solo per le degenze) non può essere applicata a tutti gli spazi.

Il valore di 20 °C può essere assunto come un "minimo", ma in molti reparti sono necessarie temperature superiori, fino a 24÷26 °C ed anche oltre in alcuni casi particolari. Inoltre, almeno per le degenze, si può ammettere una differenziazione, non eccessiva, tra le diverse stagioni. Indicazioni più precise sono derivabili sia dalle pubblicazioni ASHRAE che dalle norme DIN. Anche il valore di UR pari al 40% è accettabile per le degenze in inverno, ma da un lato è eccessivamente basso per le degenze d'estate ed inoltre non è proponibile per molti reparti speciali quali quelli destinati al trattamento intensivo degli ustionati; inoltre una tolleranza del 5% appare troppo restrittiva. In definitiva, salvo casi particolari, l'UR potrebbe variare tra il 40% ed il 60%.

Per quanto riguarda la velocità dell'aria ci si può riferire alla norma UNI 10339, ma è necessario verificarne la congruenza con i ricambi d'aria, almeno per le sale operatorie ed i reparti speciali.

Requisiti di purezza dell'aria

I valori di ricambio d'aria della Circ. Min. 13011/74 (dei quali le prescrizioni della UNI 10339 costituiscono di fatto un sottoinsieme) vanno integrati con indicazioni sulle condizioni di pressione relativa da mantenere nei vari locali (neutra, sottopressione, sovrapressione). A tal proposito l'ASHRAE fornisce suggerimenti molto articolati: un riassunto è riportato in tabella 4.

Inoltre, secondo vari autori i ricambi previsti della Circ. Min. 13011/74 non sono sempre sufficienti, specialmente per le sale operatorie. Essi devono pertanto essere interpretati come dei minimi, che devono essere verificati caso per caso. Informazioni complete a questo proposito sono derivabili dall'ASHRAE o dalle norme DIN.

Tabella 2 - Classi di filtri ed efficienza di filtrazione (UNI 10339)

Categorie di locali	Classe di filtri (*)	Efficienza di filtrazione (*)
Degenze, corsie, visite mediche, soggiorni, terapie fisiche	6 ÷ 8	M + A
Camere sterili e infettivi, maternità, anestesia, radiazioni	10 ÷ 11	M + A + AS
Prematuri, sale operatorie	11 ÷ 12	M + A + AS

(*) per il significato di classe ed efficienza di filtrazione di un filtro vedere norma UNI 10339, paragrafo 9.1.2, prospetto V

Soluzioni impiantistiche

Le soluzioni impiantistiche adottabili devono essere innanzitutto in grado di soddisfare i requisiti descritti in precedenza. Inoltre non devono costituire fat-

Tabella 3 - Velocità ammissibili dell'aria all'interno dei locali (UNI 10339)

Categorie di locali	Velocità dell'aria [m/s] riscaldamento	raffrescamento
Degenze, corsie, camere sterili ed infettive, visite mediche, soggiorni, maternità, anestesia, radiazioni, prematuri, sale operatorie	0,05 ÷ 0,10	0,05 ÷ 0,15
Terapie fisiche	0,10 ÷ 0,20	0,15 ÷ 0,25

tori di rischio per la contaminazione dell'aria. In quest'ottica tutti i componenti devono essere ispezionabili, facilmente pulibili, i filtri devono essere agevolmente sostituibili, ecc. Su queste basi sono sconsigliabili i ventilconvettori la cui conformazione può favorire l'annidamento e la proliferazione di microrganismi in ambiente. Tutte le altre tipologie impiantistiche possono essere adottate a patto di osservare le seguenti prescrizioni:

- la Circ. Min. 13011/74 prevede esplicitamente la ventilazione forzata, sia per i reparti speciali e le camere operatorie, che per le degenze; in quest'ultimo caso l'indicazione risulta in contrasto con altri provvedimenti stranieri (ad esempio la norma DIN 1946/87) che ammettono la ventilazione naturale per le degenze: in ogni caso si deve concludere che nelle nuove realizzazioni ospedaliere italiane deve essere prevista sempre la ventilazione forzata;
- avendo escluso l'adozione di ventilconvettori, in molte zone di un ospedale l'impianto non può che essere a tutt'aria; inoltre, essendo vietato il ricircolo, si tratta di tutt'aria esterna;
- in alcune zone, quali le degenze normali, e per località con clima non troppo caldo in estate, si può adottare anche una tipologia ad aria primaria e superfici radianti da utilizzare sia per il riscaldamento che per un, seppur limitato, raffrescamento; a tal proposito sono preferibili i pannelli radianti a soffitto (soluzioni ottimale) o a pavimento rispetto ai radiatori i quali, se vengono adottati, devono essere a piastra liscia per evitare superfici corrugate di difficile pulizia.

Per quanto riguarda il trattamento dell'aria occorre tener presente che:

- l'umidificazione deve avvenire preferibilmente a vapore e non ad acqua;
- riguardo ai filtri, quelli a media efficienza (M) vanno installati prima delle macchine di trattamento dell'aria, quelli ad alta efficienza (A) a valle di queste e gli eventuali ad altissima efficienza/assoluti (AS) il più possibile in prossimità delle sezioni di immissione dell'aria in ambiente; inoltre devono essere previsti filtri AS sui canali di ripresa dell'aria dai reparti infettivi, dagli ambienti con presenza di sostanze fortemente radioattive, ecc.;

Tabella 4 - Requisiti di pressione relativa agli ambienti circostanti (ASHRAE)

Categorie di locali	Condizioni di pressione
Sale operatorie, traumatologia, parto, nursery, terapia intensiva	+
Camere di degenza normale	±
Servizi	–
Reparti di isolamento	– (infettivi) + (immunodepressi)
Laboratori	– (in genere) + (casi particolari)
Visite mediche	±
Locali medicazione	+
Sterilizzazione, lavanderia	–

+ = sovrapressione; – = sottopressione; ± = controllo non necessario

- è sempre opportuno prevedere una "zonizzazione", in modo da permettere quella flessibilità di funzionamento che i diversi requisiti ambientali delle diverse zone impongono;
- il trattamento dell'aria può essere centralizzato per alcune zone (ad esempio le degenze) i cui locali presentano requisiti uniformi di climatizzazione, sempre a patto che non si abbiano diversi profili di carichi termici dovuti, ad esempio, a diverse esposizioni; per sale operatorie, reparti speciali, ecc., invece, è preferibile avere una flessibilità ancora più spinta e dunque adottare impianti multizona o con post-riscaldamento locale o a doppio condotto o simili.

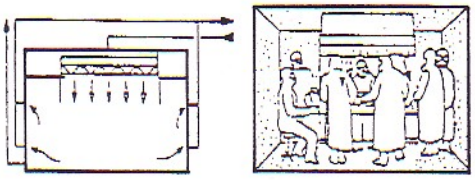
Da progettare attentamente è anche la distribuzione dell'aria in ambiente ed il controllo dei flussi d'aria tra gli ambienti. A tal proposito le indicazioni da rispettare sono le seguenti:

- devono innanzitutto essere realizzate le condizioni di pressione relativa evidenziate in precedenza per le diverse categorie di locali: operativamente, condizioni di sovrapressione si realizzano con una portata di aria di mandata superiore a quella di ripresa e viceversa per quanto riguarda le condizioni di sottopressione; affinché poi le condizioni di pressione si mantengano nella realtà, è necessario avere una buona separazione tra spazi diversi: una porta aperta rende di fatto quasi impossibile mantenere diverse pressioni nei due locali comunicanti;
- per quanto riguarda la distribuzione dell'aria all'interno degli ambienti, si devono distinguere le degenze normali dai reparti speciali e dalle sale operatorie; per le prime valgono le tradizionali indicazioni di buona progettazione per un impianto di climatizzazione; per gli altri spazi, invece, l'analisi, più sofisticata, deve essere volta a minimizzare i rischi di infezione per i pazienti: esempi di configurazioni di immissione e ripresa dell'aria in sale operatorie sono riportati nelle figure 1, 2 e 3; si fa notare, in particolare, la distribuzione a flusso laminare, la quale è la soluzione estrema per rimuovere gli inquinanti e realizza un lavaggio a pistone del locale: ovviamente va impiegata solo in casi particolari (pazienti particolarmente immunodepressi, interventi speciali come ad esempio alcuni trapianti) in quanto costituisce un impegno impiantistico molto pesante (ampie superfici di immissione dell'aria, velocità almeno di 0,4 m/s e conseguenti portate molto elevate, ecc.)

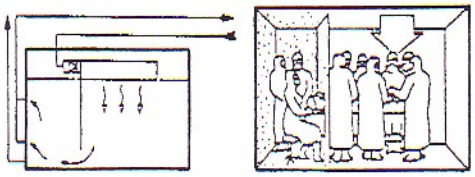
Infine, si segnala che la notevole articolazione degli impianti di climatizzazione, le necessità di flessibilità e la contemporanea presenza negli edifici ospedalieri di molti altri impianti consiglia fortemente l'adozione di sistemi di supervisione.

CLIMATIZZAZIONE LIMITATA AL RISCALDAMENTO

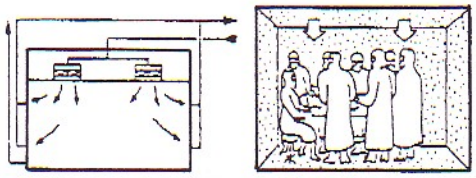
Visto quanto detto in precedenza, nelle nuove realizzazioni ospedaliere, e sicuramente per spazi quali le camere



Distribuzione a flusso laminare



Distribuzione diffusa dell'aria con separazione di zone



Distribuzione diffusa dell'aria senza separazione di zona

Fig. 1 - Esempi di differeznti principi di distribuzione dell'aria nelle sale operatorie.

operatorie e simili, non è accettabile adottare unicamente un impianto di riscaldamento tradizionale accoppiato ad una ventilazione naturale degli ambienti. Peraltro questa è la configurazione presente in molte strutture esistenti, specialmente per quanto riguarda le degenze. In tal caso le indicazioni da tener presente sono quelle già riportate al paragrafo 4, al quale si rimanda, per quel che riguarda i componenti degli impianti di climatizzazione volti al riscaldamento. In sintesi si ribadisce che è sconsigliabile l'adozione di ventilconvettori, sono accettabili i radiatori purché a piastra liscia e sono preferibili i pannelli radianti a soffitto.

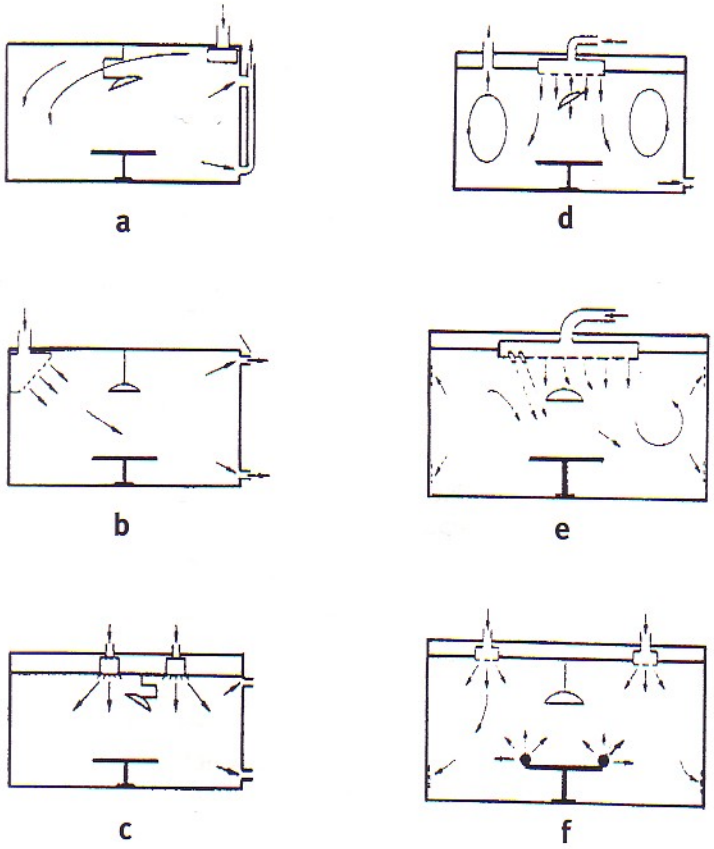
Contenimento dei consumi energetici

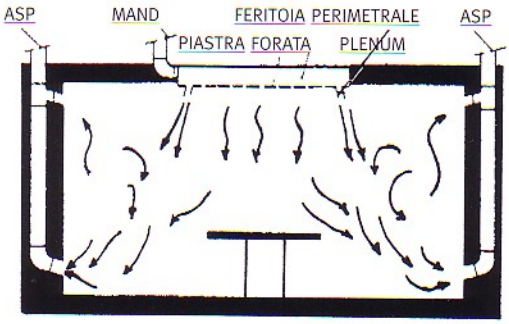
Sussistono molti accorgimenti per contenere i consumi ed i costi energetici per la climatizzazione degli ospedali. Qui si evidenziano solo due aspetti che risultano spesso i più importanti.

Gli elevati ricambi d'aria che devono essere garantiti, unitamente alla usuale esclusione dei ricircoli, fanno sì che i potenziali consumi per ventilazione risultino estremamente elevati. Per la maggior parte del territorio italiano è pertanto consigliabile l'adozione di recuperatori di calore, i quali possono garantire un abbattimento di oltre i 2/3 dei consumi per ventilazione. La scelta di tali recuperatori, peraltro, deve essere attenta ed eventualmente accoppiata con l'adozione di filtri, onde evitare i rischi di contaminazione dell'aria di rinnovo da parte di quella di espulsione. La seconda tipologia di intervento volto alla riduzione dei consumi è a livello di generazione. Spesso negli ospedali si hanno contemporaneamente carichi termici ed elettrici: in tal caso si può pensare a sistemi di cogenerazione. Inoltre spesso si hanno contemporaneamente necessità di riscaldamento e di raffrescamento: in tal caso i consumi possono essere contenuti tramite l'adozione di macchine funzionanti contemporaneamente da pompe di calore e da macchine frigorifere, eventualmente dotate degli opportuni sistemi di inversione di funzionamento.

Fig. 2 - Differenti sistemi di immissione dell'aria nelle sale operatorie:
a) da bocchetta lineare in parete laterale;
b) da plenum d'angolo;
c) da diffusori a soffitto;
d) da cappa con lamiera forata sopra il letto operatorio;
e) da cappa con getti direttori;
f) da diffusori a soffitto e tubo circolare perforato nel campo operatorio.

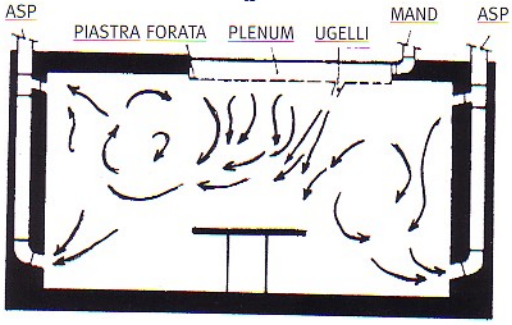
Fig. 3 - Esempi di sistemi di distribuzione dell'aria in sala operatoria:
a) con flusso delimitato da barriere d'aria perimetrali;
b) con ugelli di supporto del flusso d'aria.

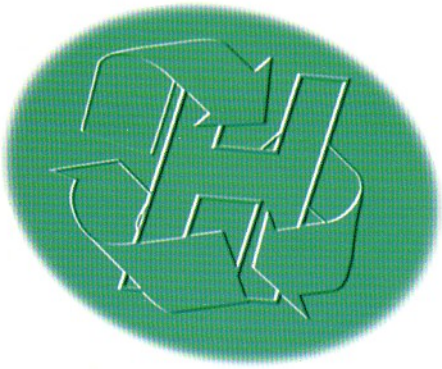




a

b





GRUPPO
SOGES

GRUPPO SOGES
Corso Turati, 49 - 10128 Torino
Tel. 011/3190833 - Fax 011/3190292
e-mail: sogint@tin.it

di: Paolo Oliaro