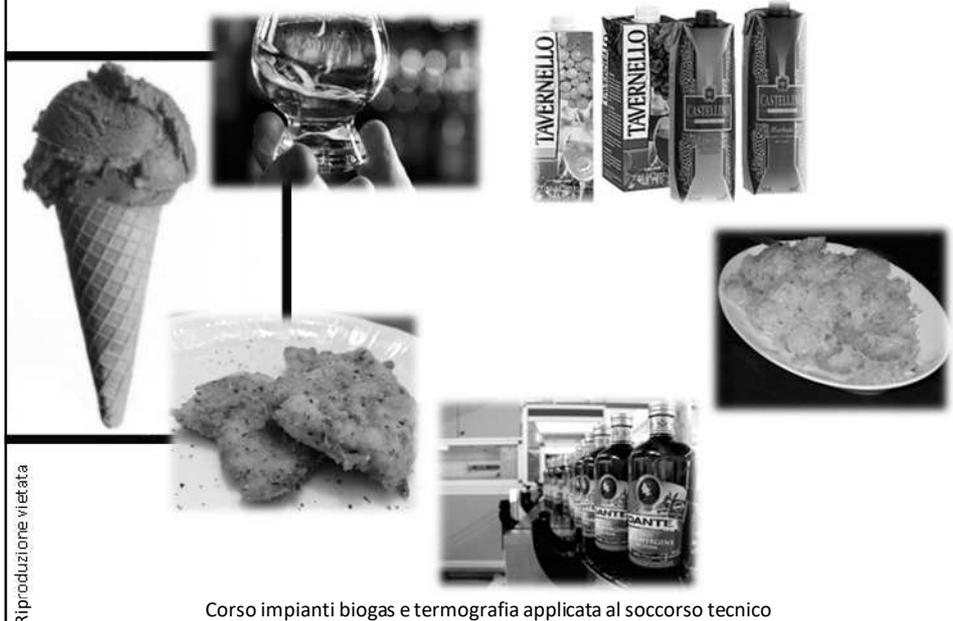


Quando pensiamo a impianti di biogas...



Il gelato al cioccolato



è ottimo come antidepressivo...

È anche così calorico da poter riscaldare una casa.

La R&R Ice Cream, produce gelato da vendere ai supermercati.

Cosa fare degli scarti non commestibili, composti da zucchero, grassi e proteine?

Inizialmente venivano gettati, ora sono processati in un vicino impianto che produce biogas. Il gas viene poi immesso nella rete nazionale per poter essere utilizzato negli uffici e nelle abitazioni per riscaldare e cucinare. Il composto solido rimanente viene utilizzato come fertilizzante.

Ripr:

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

La centrale elettrica scozzese alimentata a whisky



Riproduzio

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

In Alsazia energia dai crauti



Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

ECONOMIE CIRCOLARI

Riproduzione

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Sainsbury's Connock store is powered entirely by food waste stores.

At the end of the day, if a product on the shelf is not bought, we mark it down to a lower price for customers.

Any food waste that suitable for charitable donations is collected by charity partners who come to the store to get it.

If it's not ok for humans, certain products including bread go to make animal feed. Some stores also send fruit to feed the animals at safari parks.

Sainsbury's DEPOT Biffa

Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Altri esempi virtuosi

In Emilia, Caviro, famosa realtà vinicola, dal maggio 2010 utilizza un impianto che funziona con gli scarti derivanti dalla stessa produzione del vino (Faenza).



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Altri esempi virtuosi

Nello stabilimento Amadori di Mosciano Sant'Angelo (Teramo) è stato installato un impianto di cogenerazione Ecomax® 6 BIO, alimentato dal biogas ottenuto dalla digestione anaerobica di grassi, proteine e residui di panatura, contenenti olio e pane residuo provenienti dalle friggitrici. Nello stabilimento di Cesena invece è stato installato un impianto di cogenerazione Ecomax®11 BIO, che utilizza il biogas prodotto grazie allo sfruttamento dei reflui derivanti dalle lavorazioni di macellazione.



Riproduzi

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Altri esempi virtuosi

In Campania (Benevento), gli Oleifici Mataluni dal 2013 sono capofila del Progetto VALO-RE, per convertire i reflui oleari in energia.



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Quando pensiamo a impianti di biogas...



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

**Potenziali metanigeni delle diverse matrici avviabili a digestione anaerobica
(Fonte: CRPA)**

MATERIALI	m³ biogas/t SV(*)
Deiezioni animali (suini, bovini, avi-cunicoli)	200 - 500
Residui colturali (paglia, colletti barbabietole, ecc.)	350 - 400
Scarti organici agroindustria (siero, scarti vegetali, lieviti, fanghi e reflui di distillerie, birrerie e cantine, ecc.)	400 - 800
Scarti organici macellazione (grassi, contenuto stomacale ed intestinale, sangue, fanghi di flottazione, ecc.)	550 - 1000
Fanghi di depurazione	250 - 350
Frazione organica rifiuti urbani	400 - 600
Colture energetiche (mais, sorgo, zuccherino, erba, ecc.)	550 - 750

(*) solidi volatili: frazione della sostanza secca costituita da sostanza organica.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Quando pensiamo a impianti di biogas...



Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

ESEMPI VIRTUOSI (lug. 2016)

**COOPERATIVA LA SPERANZA DI CANDIOLO (Torino)
PREMIATA A BIRMINGHAM TRA I MIGLIORI IMPIANTI A BIOGAS**



Abbattimento dell'impatto ambientale delle produzioni tradizionali, carne e latte, trattando le deiezioni animali di oltre 1500 bovini per generare elettricità, calore e biofertilizzante. Creazione di valore aggiunto per il territorio circostante, non solo in termini economici, ma anche sociali: infatti il calore ceduto dall'impianto viene utilizzato per riscaldare anche il vicino Istituto per la ricerca e la cura del cancro di Candiole.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Italia seconda in Europa per impianti a biogas

Terza a livello mondiale, dopo Germania e Cina

Abbiamo circa 1.300 impianti di biogas installati con una produzione di circa 8 miliardi di kWh/anno (fonte Terna 2015).

Fotovoltaico 550.000 impianti con circa 23 miliardi di kWh/anno

Consumi annuali Italia 315 miliardi di kWh/anno -> 40% rinnovabili con eolico e idroelettrico (in calo)

Un impianto a biogas di media grandezza necessita in media di una superficie di coltivazione di mais di 200 ha e deve essere costantemente alimentato.

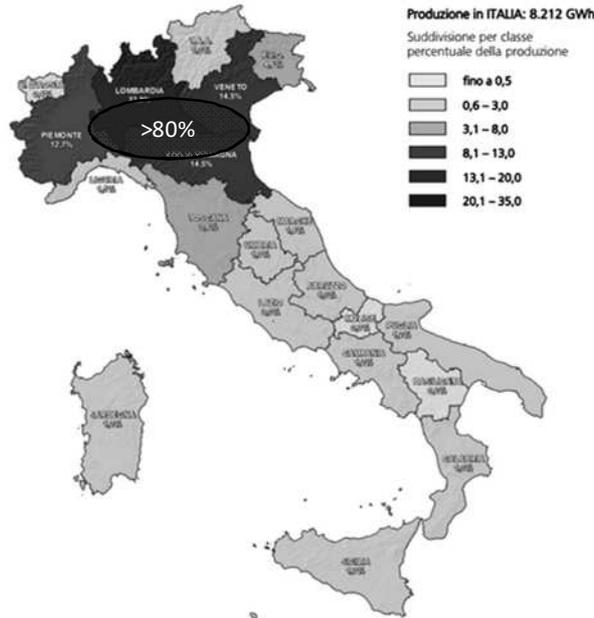
Un impianto ftv di 1 MW necessita di 2,5 ha di terreno.

Entro il 2030 in Italia dovrebbero contarsi circa 2.300 impianti di biogas agro-zootecnici grazie anche allo sviluppo del biometano. Non si avrà un raddoppio della produzione in quanto i nuovi impianti saranno più piccoli (vedremo più avanti)...

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

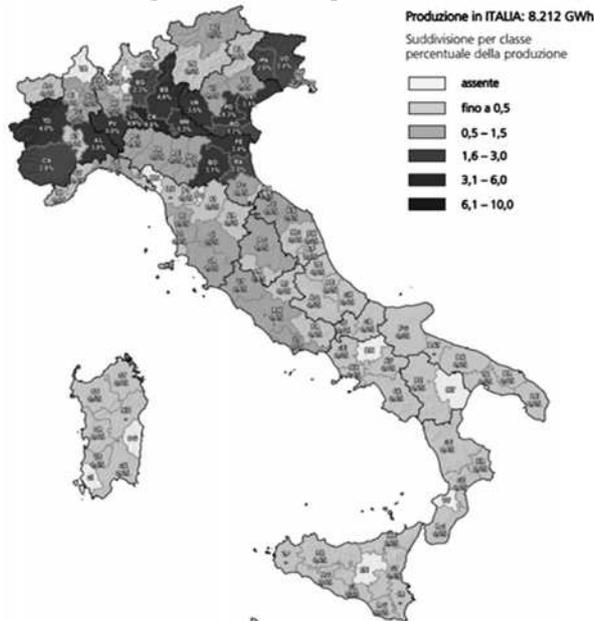
Produzione biogas 2015 (fonte GSE 14/3/2017)



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Produzione biogas 2015 (fonte GSE 14/3/2017)



Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Provincia di Cremona anno 2012 (144 impianti)



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Decreto Ministeriale 23 giugno 2016 per l'incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili, diversi dal fotovoltaico, entrati in esercizio dal 1° gennaio 2013

Gli incentivi possono essere richiesti per impianti nuovi, integralmente ricostruiti, riattivati, oggetto di interventi di potenziamento o di rifacimento

Di particolare importanza, soprattutto per gli impianti biogas di potenza fino a 100 kW (soglia ammessa nel decreto per accesso diretto o tramite registro per potenze superiori), è sapere che sarà possibile presentare richiesta di accesso diretto agli incentivi fino al 31 dicembre 2017 o, in ogni caso, decorsi 30 giorni dalla data dell'eventuale raggiungimento di un costo indicativo massimo di 5,8 miliardi di euro l'anno, comunicato con delibera AEEGSI sulla base dei dati forniti dal GSE (Contatore FER).

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

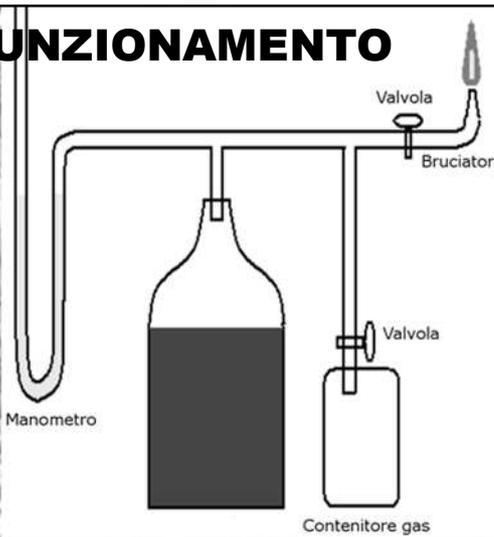
PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO





Riproduzione vietata

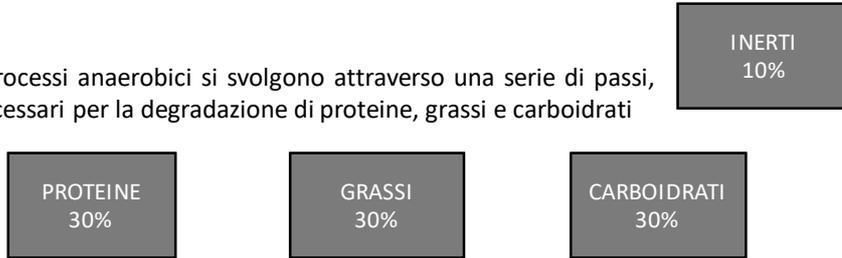
Presenza di ossigeno ed equilibrio tra gli elementi chimici della materia coinvolta nella trasformazione

La produzione di biogas è influenzata dalle caratteristiche del processo, dalla temperatura e dalle caratteristiche del refluo e della biomassa

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

I processi anaerobici si svolgono attraverso una serie di passi, necessari per la degradazione di proteine, grassi e carboidrati



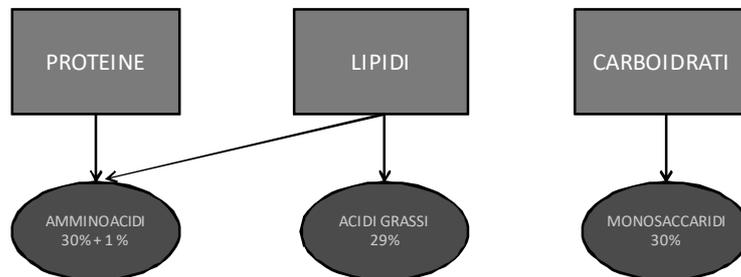
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

1) Idrolisi

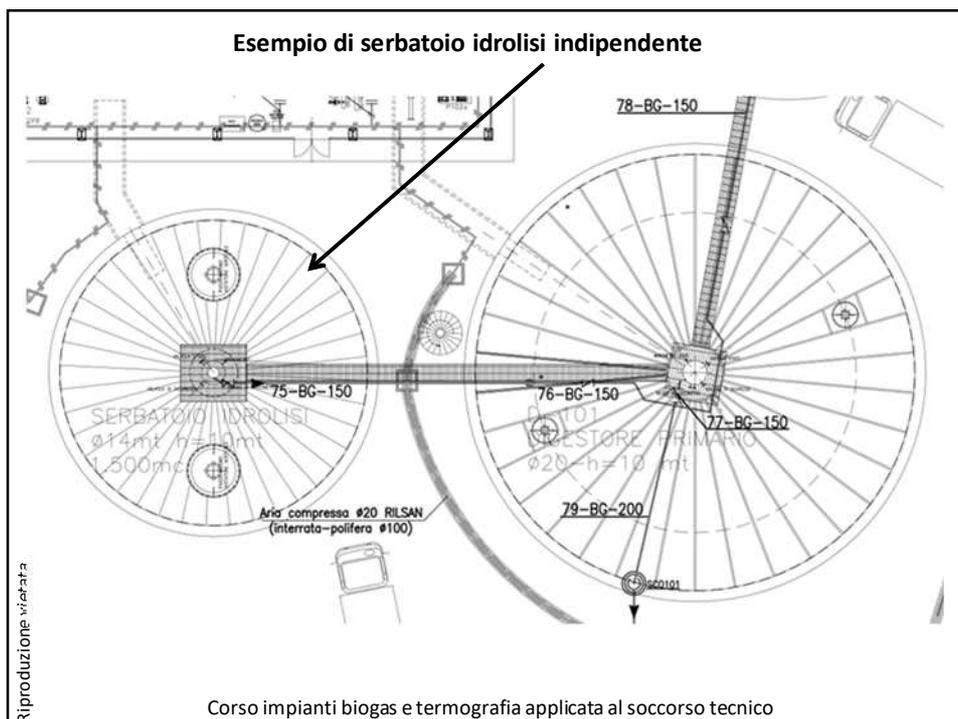
- I batteri idrolitici producono esoenzimi (proteasi, peptidasi, lipasi, etc.) che attaccano le molecole organiche complesse (polimeri quali proteine, lipidi e carboidrati) trasformandole in amminoacidi, acidi grassi a catena lunga, monomeri (monosaccaridi), peptidi e glicerina.



Questo processo comporta la liquefazione delle matrici organiche in quanto è abbinato alla produzione metabolica di acqua (hydrolisi).

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

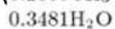
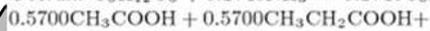
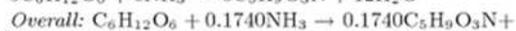
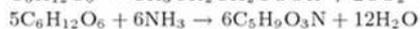
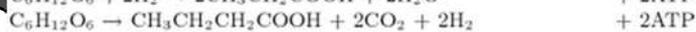
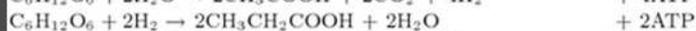
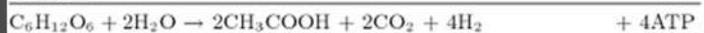


PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

2) Acidogenesi

- I prodotti dell'idrolisi vengono trasformati da specifici batteri in acidi volatili semplici (acetato, butirrato, propionato) ed alcoli.

Acidogens



Acido Acetico

- Acido Butirrico
- Acido Propionico
- Acido Valerico

Riproduzione vietata

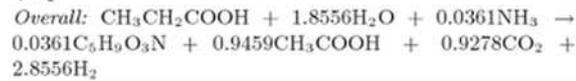
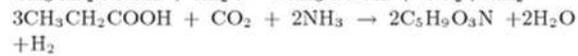
Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

3) Acetogenesi

- I prodotti dell'acidogenesi vengono utilizzati dagli acetobatteri per produrre acido acetico.

PI *Propionic acid bacteria*



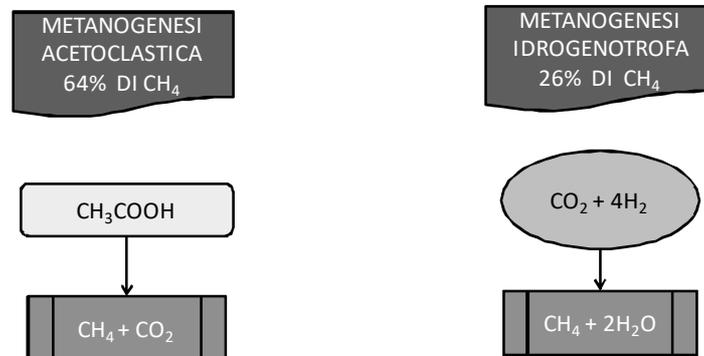
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

4) Metanogenesi

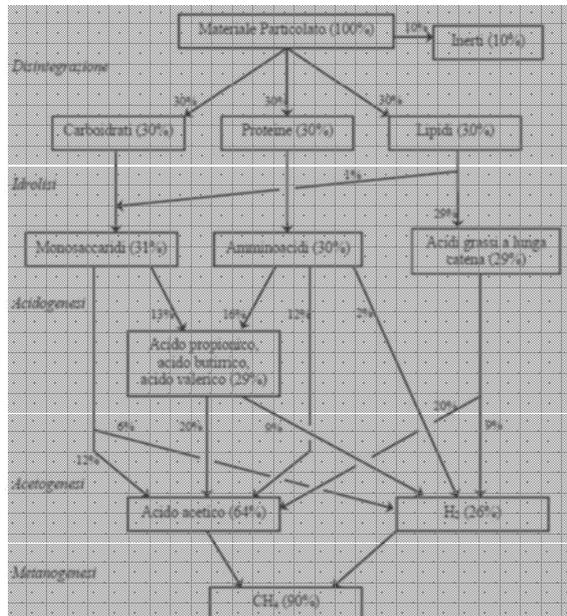
- L'acido acetico CH_3COOH viene trasformato dai batteri metanogeni in metano CH_4
- I sottoprodotti della genesi dell'acido acetico vengono trasformati in metano da specifici ceppi batterici



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

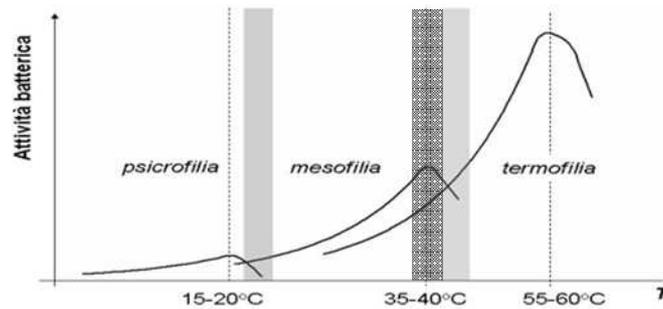


Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Tutte le fasi avvengono contemporaneamente senza distinzione spaziale all'interno dei digestori, in una fase liquida caratterizzata da condizioni ambientali costanti



- Mesofilia -> temperatura: 38-43 °C
- pH 6,8-7,8: l'acidogenesi e l'acetogenesi sono favorite da pH acidi, dell'ordine di 5-5,5 mentre il pH sale a 6,5 e 7,5 nella fase metanigena (adeguata attività dei batteri metanigeni)

Processo umido -> sostanza secca 5-8% (previsione)

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Sottoprodotti della digestione anaerobica (oltre al biogas)

Digestato acidogenico (frazione solida o palabile 10-15%)

E' un materiale organico stabile composto prevalentemente da lignina e cellulosa, ma anche da una varietà di componenti minerali e da una matrice di cellule batteriche morte. Questo digestato somiglia al compost domestico.

Digestato metanogenico (frazione liquida o chiarificata 85-90%)

Può rappresentare un fertilizzante eccellente e ricco di nutrienti. Se il materiale digerito contiene basse quantità di sostanze tossiche quali i metalli pesanti o composti organici di sintesi quali i fitofarmaci o i bifenili policlorurati, la digestione è in grado di concentrare significativamente tali sostanze nella fase liquida. In questi casi sono necessari ulteriori trattamenti appropriati.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Tattamento biogas

Il biogas prodotto durante il processo di fermentazione è una miscela di vari gas. La concentrazione varia in relazione al tipo di fermentazione, al materiale fermentato e alla qualità del processo di fermentazione.

	In media
metano	50-75 %
anidride carbonica	25-50 %
vapore	3,1 %
azoto	1 %
ossigeno	0,3 %
idrogeno	< 1 %
ammoniaca	0,00006 %
acido solfidrico	0,05 %

Il biogas, prodotto e raccolto nel digestore, prima di alimentare il cogeneratore deve essere migliorato qualitativamente. Il processo di depurazione consta di due fasi: la desolfurazione e la deumidificazione.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

L'idrogeno solforato (H_2S) nel biogas
 $[C,H,O,N,S] + H_2O \rightarrow CH_4 + NH_3 + H_2S + CO_2$

Con la formazione di biogas si sviluppa anche idrogeno solforato nocivo

Gli impianti che utilizzano materie prime rinnovabili registrano di solito concentrazioni che vanno da 500 a 3000 ppm. In particolare substrati ricchi di proteine e di grassi comportano concentrazioni più elevate di H_2S nel biogas.

L'idrogeno solforato inibisce la formazione di metano

Ha un'azione tossica sui sensibili batteri metanogeni inoltre viene consumato idrogeno (H_2) che poi risulta mancare quando si forma il metano (CH_4). La resa del metano diminuisce notevolmente.

L'idrogeno solforato danneggia l'impianto

Dall'idrogeno solforato si forma acido solforico. Alcuni componenti (per esempio l'albero agitatore) vengono danneggiati e si consumano più rapidamente.

Nell'impianto si verificano inoltre delle corrosioni. In media vengono corrosi dai 3 ai 6 mm all'anno. Se il tenore di idrogeno solforato nel locale gas è tra i 450 e i 500 ppm, si consuma fino a 1 cm di calcestruzzo all'anno.

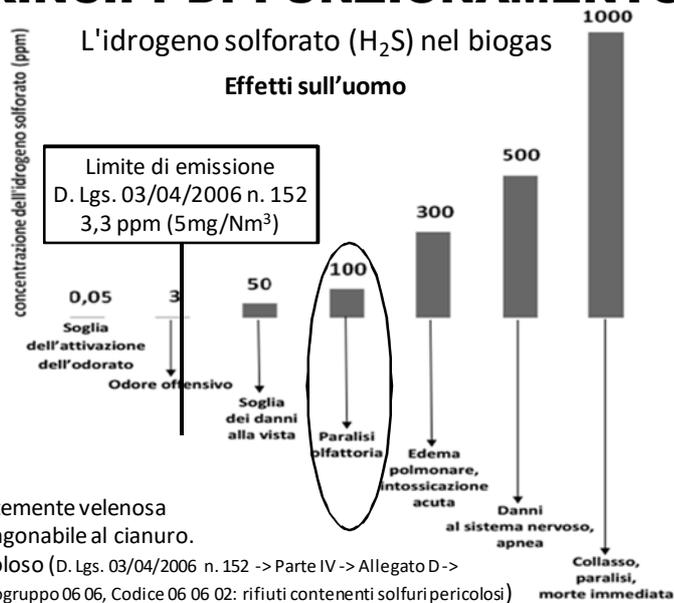
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

L'idrogeno solforato (H_2S) nel biogas

Effetti sull'uomo



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Depurazione acido solfidrico

La desolforazione del biogas avviene tramite l'adduzione controllata di piccole quantità d'aria ambientale ai fermentatori. L'attività dei batteri solfurei (sulfobakter oxydans) trasforma l'acido solfidrico e l'ossigeno contenuto nell'aria in zolfo e acqua. Lo zolfo si separa dal biogas in forma di uno strato giallastro e viene asportato insieme al liquido fermentato.

Il biogas è esplosivo quando 5% - 15% di metano e 85% - 95% di aria

La quantità d'aria aggiunta è talmente piccola da evitare la creazione di un gas esplosivo

Una valvola d'arresto chiude i tubi dell'aria nel caso in cui la soffiante dovesse avere un malfunzionamento

Un'ulteriore pulizia avviene mediante il passaggio attraverso filtri a carboni attivi

Con un dosaggio appropriato si può raggiungere una quota di desolforazione dell'80%, che corrisponde ad un contenuto effettivo di zolfo di 0,01% (valore prescritto dalla legge 0,1%)

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Limiti di esplosività (%)

Il limite di esplosione viene considerato in un range che va da un minimo ad un massimo di percentuale di combustibile in aria (o più raramente in altri comburenti)

in italiano

limite inferiore di esplosività (L.I.E.) e limite superiore di esplosività (L.S.E.)

in inglese

lower explosive limit (L.E.L.) e upper explosive limit (U.E.L.).

Per concentrazioni nell'aria al di sotto della L.E.L., non vi è abbastanza combustibile per esplodere.

Per concentrazioni superiori alla U.E.L., il combustibile ha reso l'atmosfera satura (troppa poca aria), pertanto non vi è sufficiente ossigeno (comburente) per l'esplosione.

Per il metano: L.E.L. = 5 % e U.E.L. = 15%

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Limiti di esplosività (%)



La concentrazione di gas è comunemente espressa come percentuale (%), parti per milione per volume (**ppm**) o parti per miliardo per volume (**ppb**).

Dal punto di vista matematico queste sono espressioni senza unità poiché esse non indicano un'unità di volume o di peso ma semplicemente **esprimono il rapporto di gas in relazione alla quantità di aria.**

1ppm $1/1.000.000=0,000001 \rightarrow 0,0001\%$
10.000ppm $10K/1M=0,01 \rightarrow 1\%$

Allarme 1: 10%LEL
= 10% del 5% $\rightarrow 0,5\% \rightarrow 5.000 \text{ ppm}$

Allarme 2: 20%LEL
= 20% del 5% $\rightarrow 1\% \rightarrow 10.000 \text{ ppm}$

100%LEL
 $\geq 100\%$ del 5% $\rightarrow 5\% \rightarrow 50.000 \text{ ppm}$

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Condensazione

A causa della temperatura di processo e dell'ambiente umido della sua produzione, il biogas grezzo ha un alto contenuto di umidità

Negli impianti di cogenerazione realizzati con motori endotermici è molto importante che il combustibile derivante dalla discarica, dall'allevamento o dagli scarti biologici, venga deumidificato prima di essere inviato al motore (perché... umidità nel motore)

- gruppo frigorifero, che deve essere dimensionato adeguatamente, per poter funzionare con soluzioni incongelabili aventi temperature prossime agli 0°C
- scambiatore di calore avente la funzione di raffreddare il gas e di deumidificarlo

Attraverso il gruppo frigo, il biogas viene raffreddato fino a una temperatura di 7-8 °C

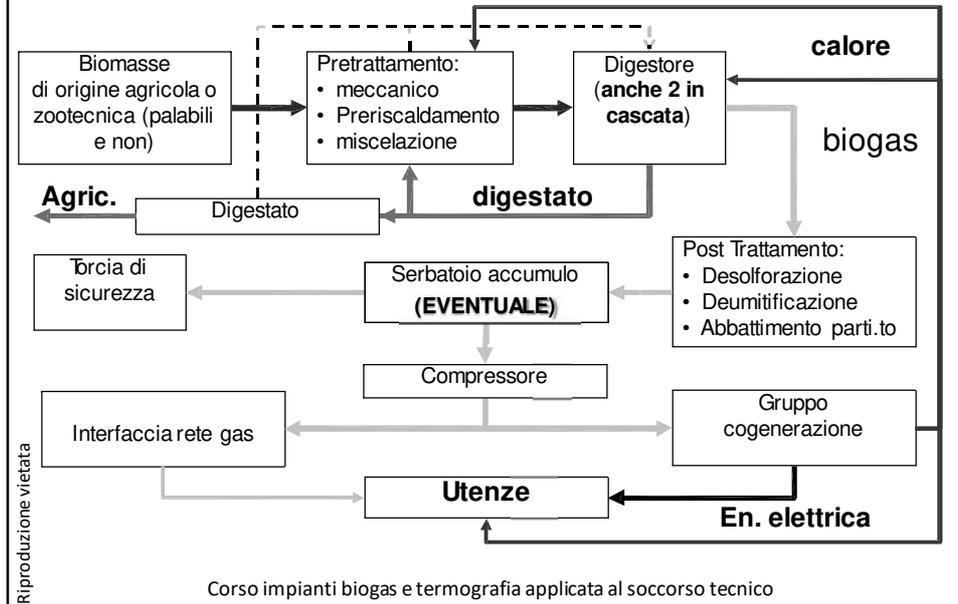
Per effetto del raffreddamento l'umidità condensa in un condensatore che la raccoglie nel pozzo di condensa dal quale tramite una pompa viene pompata nella prevasca, dove viene aggiunta al resto delle biomasse in alimentazione



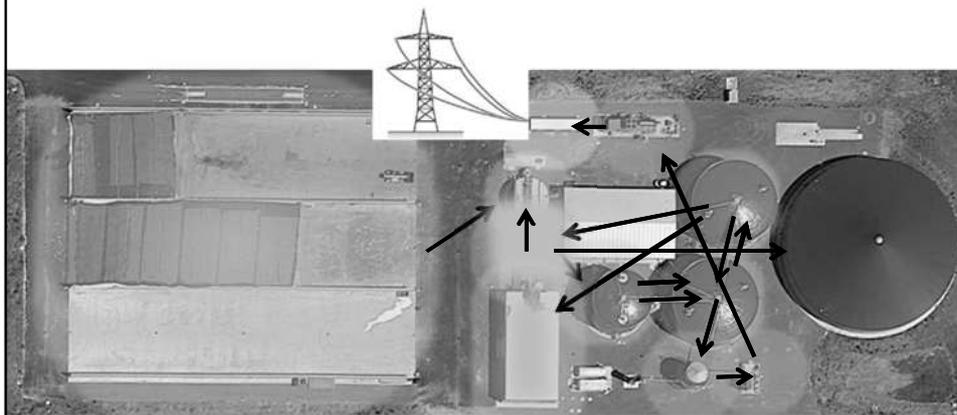
Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione Vietata

SCHEMA IMPIANTISTICO



PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

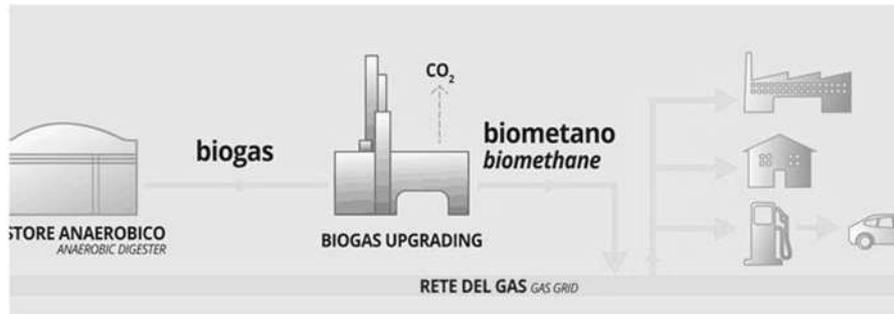


Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Impianti di upgrading



Per ottenere biometano avente i requisiti di qualità richiesti rispetto all'uso finale (autotrazione/iniezione in rete) è necessario rimuovere dal biogas, attraverso processi depurativi di tipo chimico-fisico:

- l'anidride carbonica;
- le componenti minori o in traccia, quali H₂O, O₂, CO, H₂S, N₂, polveri, microrganismi, ecc.

Decreto biometano, prevista l'approvazione entro l'estate 2017

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

IL CONCETTO DI PERICOLO

Rif. Testo Unico – D.Lgs 81/08

Proprietà o qualità intrinseca di un determinato fattore
avente il potenziale di causare danni.

1. Che cos'è un FATTORE?

Macchina, sostanza, ecc...

2. Danni a chi, cosa?

Persone, animali, macchine o ambiente...

Esempio:

FATTORE (o fattore di rischio): metano

PERICOLO: incendio, esplosione in ambiente confinato →
MORTE OPERATORI, DISTRUZIONE IMPIANTO

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Contesto produttivo di riferimento nella ricerca dei pericoli

1. Produzione e stoccaggio delle biomasse
2. Processo di digestione anaerobica
3. Trattamento del biogas
4. Produzione dell'energia elettrica
5. Utilizzo della biomassa digerata



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Pericoli altri gas (CO₂, H₂S, ...)

- **Asfissia** (diretta e chimica):

- IDLH: ←

- Ossigeno < 19.5% v/v
- Idrogeno solforato > 100 ppm
- Ammoniaca > 300 ppm
- Anidride carbonica > 40.000 ppm

- Ambienti confinati (pozzetti, silos, vasche, ...)

Immediately Dangerous to Life or Health
Massima concentrazione di sostanza tossica a cui può essere esposta per 30' una persona in buona salute, senza subire effetti irreversibili sulla propria salute o senza che gli effetti dell'esposizione non impediscano la fuga

- **Emissioni odorose** (composti zolfo) e di **gas serra** (CO, CO₂) in atmosfera:

- Squarci nei teli
- Malfunzionamento impianto cogenerazione e torcia

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Pericoli altri gas (CO₂, H₂S, ...)

Corrosione metalli e calcestruzzo

- Il problema della corrosione, legata alla presenza nel biogas di idrogeno solforato (H₂S), si presenta frequentemente
- Se ossidato, esso può formare acido solforico (H₂SO₄) che è in grado di corrodere acciaio e calcestruzzo all'interno del reattore e nel dispositivo collettore del gas oltre che danneggiare il cogeneratore
- Il biogas deve subire un trattamento (desolforazione) prima di essere inviato al combustore
- H₂S aggressivo sulle parti meccaniche del cogeneratore
- In ogni caso il reattore deve essere costruito in materiale non corrodibile
- La corrosione può avvenire anche in fase liquida, a causa della CO₂ disciolta che è in grado di corrodere il calcestruzzo

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Pericoli digestato

- **Pericoli correlati:**
 - Sversamenti accidentali su terreno, acque superficiali
 - Inquinamento acque superficiali (morte pesci)
 - Inquinamento acque di falda (pozzi)
 - Inquinamento chimico e biologico (utilizzo agronomico)
- **Cause:**
 - Incrostazioni a tubi e valvole (precipitati di fosfato ammonico magnesiaci a causa di cambiamenti pH con CO₂ + solidi sospesi)
 - Malfunzionamento pompe (mancanza alimentazione elettrica) o sensori (es. livellostato)
 - Collasso pareti vasche, perdite (cattiva progettazione, sottodimensionamento, terremoto)
 - Eventi atmosferici
 - Impiego matrici contaminate

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Altri pericoli

- Umidità nel biogas e presenza acqua nel fango/digestato
 - Agevola corrosione
 - Rottura tubi durante periodo invernale
 - Minor efficienza cogeneratore
- Annegamento
- Cadute
- Shock elettrico (locale cogenerazione, trasformatore, PLC)
- Ustioni (superfici con $T > 70^{\circ}\text{C}$)
- Rumore e vibrazioni

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

IL CONCETTO DI RISCHIO

Rif. Testo Unico – D.Lgs 81/08

Probabilità di raggiungimento del livello potenziale di danno nelle condizioni di impiego o di esposizione ad un determinato fattore o agente oppure alla loro combinazione.

Osservazioni:

Non esiste Rischio = 0!

Per avere Rischio = 0 è necessario eliminare il relativo fattore di rischio (es. macchina o sostanza).

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

IL CONCETTO DI RISCHIO

La presenza di un pericolo può avere conseguenze pratiche molto diverse in funzione di due variabili:

- il fatto che il pericolo si concretizzi in un evento indesiderato o meno (**probabilità di accadimento** dell'evento indesiderato, **P**)
- l'entità del danno causato dall'evento indesiderato stesso (**magnitudo** dell'evento indesiderato, **M**)

Il concetto di rischio sintetizza in un solo parametro P e M :

$$R = f(P, M)$$

$$R = P \times M$$

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

20-8-2015

Supplemento ordinario n. 51 alla GAZZETTA UFFICIALE

Serie generale - n. 192

METODI

Capitolo M.1 Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

M.1.2 Fasi della metodologia

1. La metodologia di progettazione prestazionale si compone di due fasi:

a. prima fase: *analisi preliminare*:

Sono formalizzati i passaggi che conducono ad individuare le condizioni più rappresentative del rischio al quale l'attività è esposta e quali sono le *soglie di prestazione* cui riferirsi in relazione agli obiettivi di sicurezza da perseguire;

b. seconda fase: *analisi quantitativa*:

Impiegando modelli di calcolo, si esegue l'analisi quali-quantitativa degli effetti dell'incendio in relazione agli obiettivi assunti, confrontando i risultati ottenuti con le *soglie di prestazione* già individuate e definendo il progetto da sottoporre a definitiva approvazione.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

20-8-2015

M.2.1

Premessa

1. Il presente capitolo descrive la procedura di *identificazione, selezione e quantificazione degli scenari di incendio di progetto* che sono impiegati nell'analisi quantitativa da parte del *professionista antincendio* che si avvale dell'ingegneria della sicurezza antincendio e fornisce altresì indicazioni per eseguire la verifica del raggiungimento degli obiettivi di sicurezza antincendio per le attività.
2. Gli *scenari d'incendio* rappresentano la descrizione dettagliata degli eventi che possono ragionevolmente verificarsi in relazione a tre aspetti fondamentali:
 - a. caratteristiche dell'incendio;
 - b. caratteristiche dell'attività;
 - c. caratteristiche degli occupanti.
3. La documentazione della procedura di *identificazione, selezione e quantificazione degli scenari di incendio di progetto* deve essere conforme alle indicazioni di questo documento, per consentire la valutazione del progetto da parte delle competenti strutture dei Vigili del fuoco.
4. Tale procedura consiste nei seguenti passi:
 - a. *identificazione* dei possibili *scenari d'incendio* che possono svilupparsi nell'attività, da cui dipende l'esito dell'intera valutazione secondo il metodo prestazionale;
 - b. *selezione* degli *scenari d'incendio di progetto* tra tutti i possibili scenari d'incendio identificati;
 - c. *descrizione quantitativa* degli scenari d'incendio di progetto selezionati.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

20-8-2015

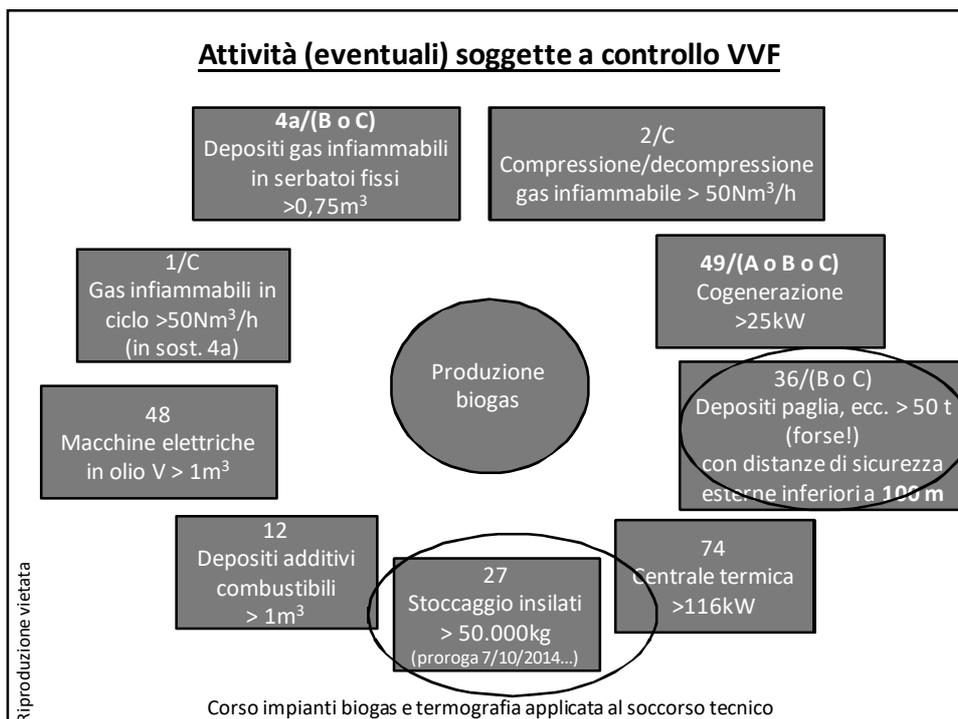
Supplemento ordinario n. 51 alla GAZZETTA UFFICIALE
Serie generale - n. 192

Art. 2 - Campo di applicazione

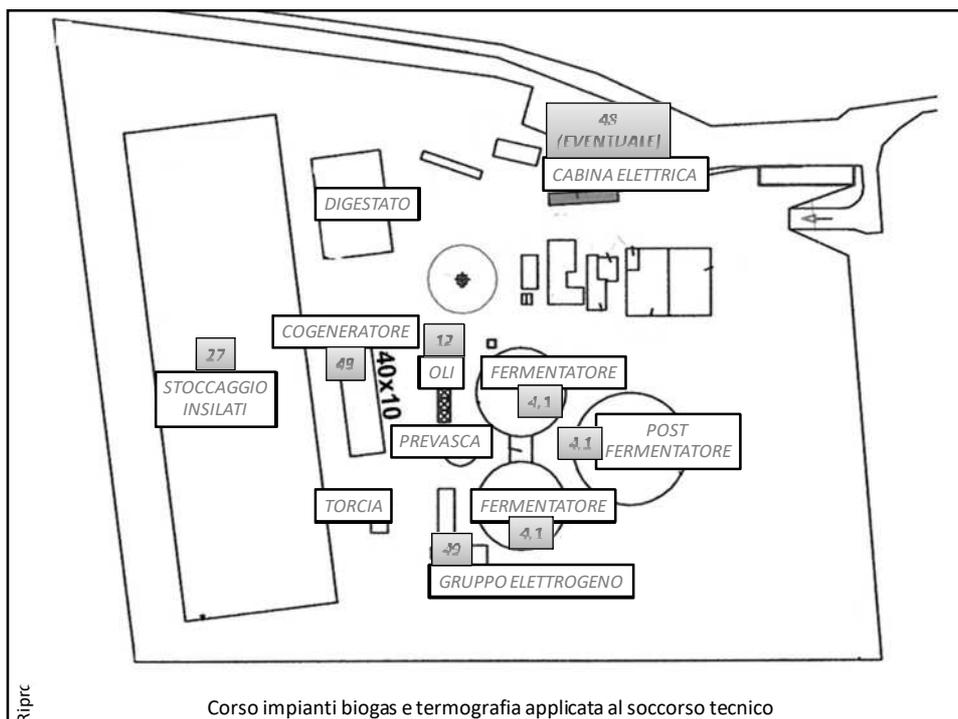
1. Le norme tecniche di cui all'articolo 1 si possono applicare alla progettazione, alla realizzazione e all'esercizio delle attività di cui all'allegato I del decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151, individuate con i numeri: 9; 14; **da 27 a 40**; da 42 a 47 ; da 50 a 54; 56; 57; 63; 64;70; 75, limitatamente ai depositi di mezzi rotabili e ai locali adibiti al ricovero di natanti e aeromobili; 76.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



- Le attività soggette a controllo VVF, comprese nell'Allegato I al DPR 151/2011, che è possibile riscontrare in impianti alimentati a biogas e biomasse sono le seguenti:
- attività 49 Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva superiore a 25 kW;
 - attività 1 Stabilimenti ed impianti ove si producono e/o impiegano gas infiammabili e/o comburenti con quantità globali in ciclo superiori a 25 Nm³/h;
 - attività 2 Impianti di compressione o di decompressione dei gas infiammabili e/o comburenti con potenzialità superiore a 50 Nm³/h, con esclusione dei sistemi di riduzione del gas naturale inseriti nelle reti di distribuzione con pressione di esercizio non superiore a 0,5 MPa;
 - attività 4 Depositi di gas infiammabili in serbatoi fissi: a) compressi per capacità geometrica complessiva superiore o uguale a 0,75 m³;
 - attività 12 Depositi e/o rivendite di liquidi infiammabili e/o combustibili e/o oli lubrificanti, diatermici, di qualsiasi derivazione, di capacità geometrica complessiva superiore a 1 m³;
 - attività 36 Depositi di legnami da costruzione e da lavorazione, di legna da ardere, di paglia, di fieno, di canne, di fascine, di carbone vegetale e minerale, di carbonella, di sughero e di altri prodotti affini con quantitativi in massa superiori a 50.000 kg con esclusione dei depositi all'aperto con distanze di sicurezza esterne superiori a 100 m;
 - attività 74 Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW
 - Attività 27 : Mulini per cereali ed altre macinazioni con potenzialità giornaliera superiore a 20.000 kg; Depositi di cereali e di altre macinazioni con quantitativi in massa superiori a 50.000 kg
- Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Gli standard di Risk management e l'ISO 31000

RISK MANAGEMENT

Obiettivo:

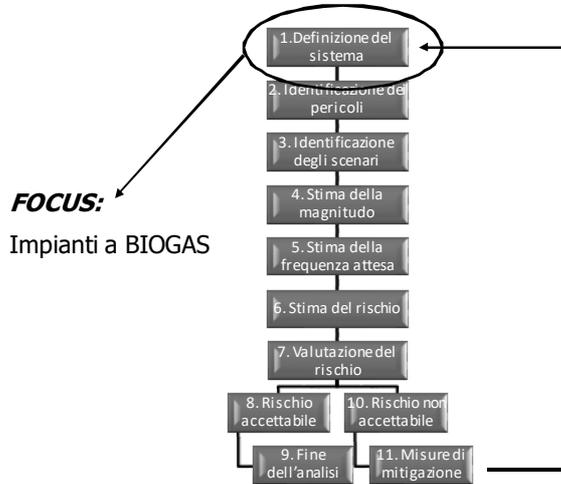
promuovere, a tutti i livelli, l'attività di gestione del rischio, facendo crescere la responsabilizzazione di tutto il personale riguardo specifiche politiche di presidio di rischio.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Gli standard di Risk management e l'ISO 31000

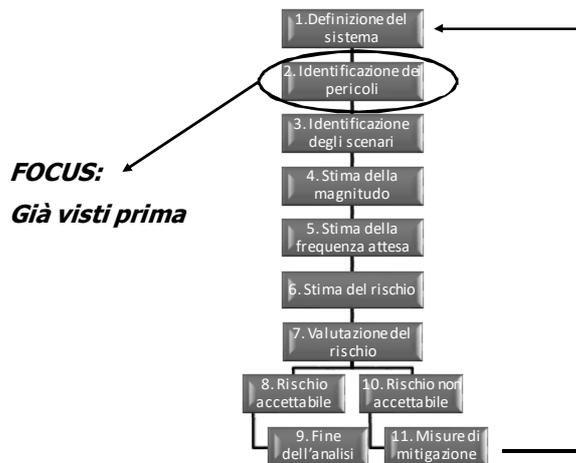
RISK MANAGEMENT



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

RISK MANAGEMENT



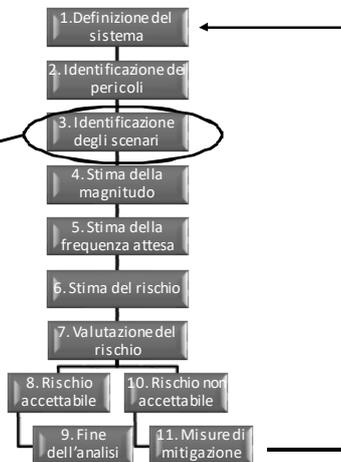
Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

RISK MANAGEMENT

FOCUS:
**Tecniche di
identificazione**

- Analisi storica
- Checklist
- What...if?
- HAZOP



Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Tecniche di identificazione **ANALISI STORICA**

- consiste nella **ricerca di tutti gli eventi indesiderati** che sono avvenuti in insediamenti industriali analoghi a quello in esame (banche dati)
- rappresenta un'**importante** fonte di informazione **per eventi indesiderati ad alta frequenza** (sono disponibili basi di dati significative)
- **non può esaurire l'identificazione dei pericoli**: il fatto che un evento incidentale non sia mai avvenuto non significa né che non possa succedere domani, né che il rischio a esso associato sia minore di quello associato a eventi avvenuti nel passato.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Tecniche di identificazione **CHECKLIST**

Le liste di controllo sono un ***elenco di verifiche*** da effettuare, normalmente basate sulle raccomandazioni di standard di buona tecnica e su esperienze pregresse, al fine di essere certi di non dimenticarsi nulla...

Punto	Domanda	Sì	No	Non so	Commenti
07.01	È richiesta la presenza di dispositivi di protezione contro le sovrappressioni (valvole di sicurezza o dischi di rottura)				
07.01.01	I dispositivi sono installati correttamente				
07.01.02	Il materiale di costruzione resiste alla corrosione nelle condizioni di esercizio				
07.01.03	Il dispositivo di scarico è progettato correttamente (area di scarico, posizionamento, tipologia)				
07.02	Tutte le apparecchiature sono correttamente etichettate				
...	...				

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Tecniche di identificazione **CHECKLIST**

Vantaggio

limitate risorse richieste per l'analisi, sia in termini di tempo sia di qualità e quantità di risorse umane necessarie

Limitazione

semplicità dei sistemi che possono essere analizzati; sistemi troppo complessi richiederebbero liste così dettagliate e complicate da renderne praticamente impossibile l'uso.

Tre passi sequenziali:

- ***selezione di una lista*** di controllo adeguata al sistema da analizzare
- ***compilazione della lista*** di controllo da parte dell'analista ricavando le informazioni necessarie da una visita sul posto, da discussioni con operatori, progettisti, gestori e da documentazione cartacea
- ***documentazione*** dei risultati

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Tecniche di identificazione WHAT-IF

- Personale con esperienza si pone, durante un “brainstorming”, una serie di domande che iniziano con “*What if...?*”
“Cosa succede se ...?”
- Ciascuna *domanda* rappresenta un *potenziale malfunzionamento* (o un errore umano) del sistema
- La *risposta* del sistema e/o degli operatori viene analizzata per *valutare i problemi di sicurezza* che ne possono conseguire
- Se esistono problemi di sicurezza, si valuta l’adeguatezza dei sistemi di sicurezza esistenti in funzione della probabilità e della severità dello scenario incidentale, identificando anche eventuali modifiche del sistema

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Tecniche di identificazione WHAT-IF

Vantaggi:

- molto semplice (quindi molto usata)
- applicabile a una grande varietà di situazioni
- applicabile in ogni fase della vita dell’impianto
- utile per l’analisi dei cambiamenti

Limitazioni:

- poco strutturata
- il risultato dipende molto dall’esperienza dell’analista

What If...?	Consequence	Protection	Comments/Actions
Loss of Gas Box Exhaust	Potential release of HPM	Exhaust flow switch interlock circuit, which is hardware-based and shuts down all HPM valves. However, exhaust IL was not provided on the tool.	Non-Compliance Level B: ABC to provide NRTL approved tamper-proof photoelectric exhaust monitor. See Paragraph 5.1
Loss of vacuum/exhaust and N ₂ (process/backside/purge) still	Overpressurize Chamber with process chemistry inside. Potential safety...	None	Non-Compliance Level B: ...

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Tecniche di identificazione

HAZOP

HAZard and OPerability analysis

- E' una tecnica **orientata al processo**
- Consiste in un'analisi multidisciplinare, condotta in gruppo, basata su parole guida applicate sistematicamente a tutti i parametri di processo per evidenziare i pericoli e le problematiche di operabilità dell'impianto
- Si basa sull'analisi di schemi d'impianto (P&ID - Piping and Instrumentation Diagram)
 - strumentazione di controllo, con relativa identificazione
 - apparecchiature meccaniche, con relativa identificazione
 - tutte le valvole del processo, con relativa identificazione
 - tubazioni (piping), con indicate le dimensioni e relativa identificazione
 - spurghi, drenaggi, linee per campionamento, raccorderia
 - direzione dei flussi di massa
 - interconnessioni tra sistemi
- Tutte le linee di processo e le apparecchiature di processo (**node**) sono analizzate singolarmente
- L'HAZOP è una delle tecniche più conosciute e largamente adottate, anche dagli *Enti di Normazione Internazionali*

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Tecniche di identificazione

HAZOP

Le domande poste dal leader si basano sull'uso sistematico di parole guida

PAROLE CHIAVE

- ✓ No, niente (negazione)
- ✓ Di più (incremento quantitativo)
- ✓ Di meno (riduzione quantitativa)
- ✓ Parte di (riduzione qualitativa)
- ✓ Al contrario – inverso (opposto)
- ✓ Invece di (sostituzione)

Le domande mirano a sollecitare la discussione del gruppo sui modi in cui il funzionamento dell'impianto o di una sua parte potrebbe discostarsi dagli intenti dei progettisti

PARAMETRO di PROCESSO

- ✓ Temperatura
- ✓ Flusso
- ✓ Pressione
- ✓ Composizione
- ✓ Corrente
- ✓ Velocità
- ✓ Ecc.

Da Ripetere per ogni **NODO** del P&ID

IDENTIFICAZIONE

- ✓ Deviazione
- ✓ Cause
- ✓ Conseguenze
- ✓ Sistemi di protezione
- ✓ Interventi

Per ciascuna deviazione il team si interroga sulla possibilità che insorga una condizione di pericolo

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Tecniche di identificazione **HAZOP**

Parola chiave tipica	Parametro	Deviazione tipica
No	No corrente	Interruttore aperto inavvertitamente
Basso	Bassa Coppia	Frizione in slittamento
Alto	Alta pressione	Pressostato guasto
Inverso	Flusso inverso	Rottura di condotta a monte
Parziale	Livello parziale	Perdita di contenimento
Come (di stato)	nuova fase	Presenza di condensa
Diverso da	Composizione	Residui tossici su prodotto
Prima/Dopo	Azione di operatore	Errata sequenza di montaggio
Presto/Tardi	Sistema di controllo	Azionamento ritardato di sistema d'arresto

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

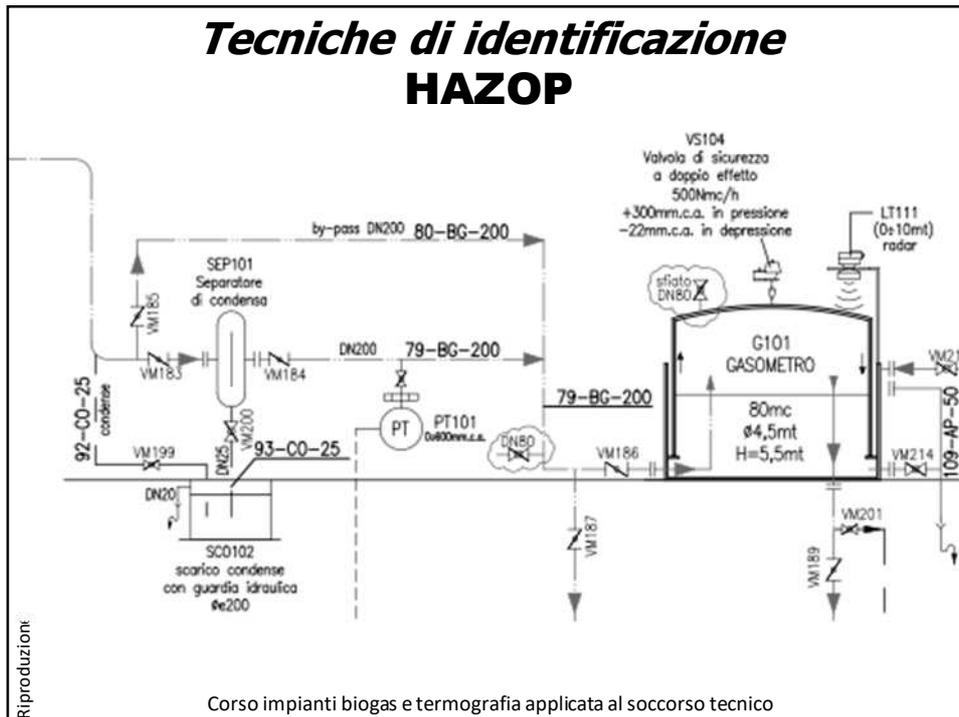
Tecniche di identificazione **HAZOP**

Fase di HAZOP	Azione del Leader	Esempio specifico	Input del gruppo di lavoro
Applicazione della combinazione parametro / parola chiave	Selezione: Flusso-inverso	Come può avvenire il flusso (inverso) nella linea di alimentazione?	In caso di caduta di pressione a monte
Individuazione di una causa <u>credibile</u> per la deviazione	Esplora se e come la deviazione può accadere	Cosa può causare la caduta di pressione?	1) Rottura di linea a monte 2) Chiusura di valvola 3) Guasto di pompa
Esame delle conseguenze possibili	Verifica se la conseguenza è pericolosa	Ci potrebbe essere un pericolo in caso di perdita dalla linea?	Dipende da entità e ubicazione della perdita, possibilità di innesco ed esposizione del personale
Discussione sulle protezioni esistenti / manutenzione	Verifica se e come il pericolo viene controllato	Come è protetto il sistema rispetto a questa evenienza?	1) Standard di progettazione 2) Regolari ispezioni 3) Intervento della squadra di emergenza

Ripro

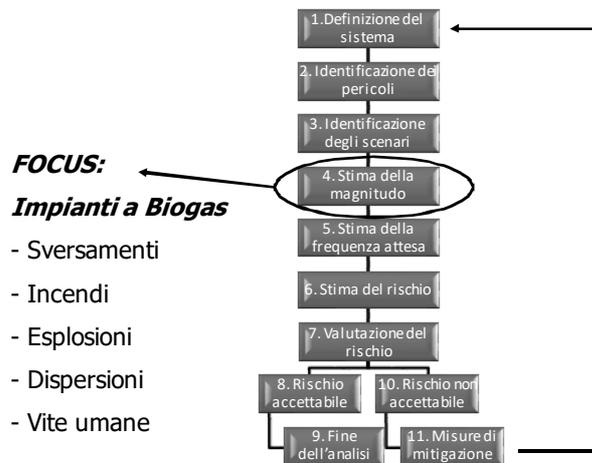
Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Tecniche di identificazione HAZOP



Riproduzioni:

RISK MANAGEMENT



Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

STIMA DELLA MAGNITUDO SVERSAMENTI



- **Contaminazione acque**
(superficiali e di falda)
→ Moria di pesci
- **Contaminazione terreni**
- **Sversamento in strada**
- ...



Riproduzione vietata

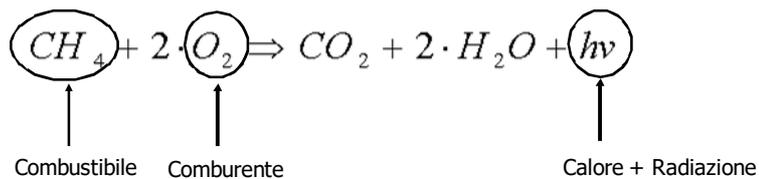
Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

STIMA DELLA MAGNITUDO INCENDIO

INCENDIO (Reazione di COMBUSTIONE)

Fenomeno esotermico che rilascia energia in ambiente sotto forma di **CALORE** a seguito di una reazione chimica in **FASE GAS** tra un **COMBUSTIBILE** ed un **COMBURENTE**

Es.

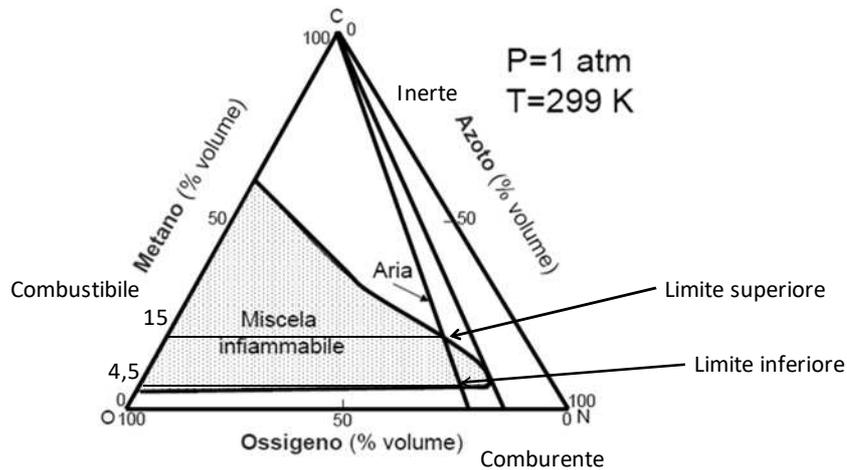


Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

STIMA DELLA MAGNITUDO INCENDIO

Limiti di Infiammabilità: intervallo di composizione entro cui una miscela combustibile-comburente propaga la fiamma (a seguito di un innesco).



Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

STIMA DELLA MAGNITUDO ESPLOSIONE

Sovrapressione [kPa]	Danni osservati
0,14	Rumore (137 dB a bassa frequenza, 10–15 Hz)
1,03	Valore tipico per la rottura di vetri
2,07	Valore limite di sicurezza oltre il quale è attesa una probabilità del 95% di non sperimentare danni seri; valore limite per la proiezione dei frammenti, rottura del 10% dei vetri delle finestre, danni lievi ai tetti delle case
4,8	Limitati danni alla struttura delle case
10,0	Valore limite per danni riparabili agli edifici
15,8	Valore limite per seri danni strutturali
20,7	Danni limitati ad apparecchiature industriali pesanti (circa 1500 kg)
20,7–27,6	Rottura di serbatoi di stoccaggio
34,5–48,2	Distruzione praticamente completa delle case
68,9	Distruzione totale degli edifici, apparecchiature pesanti (dell'ordine dei 3500 kg) spostate e gravemente danneggiate
100	Valore limite per danni diretti alle persone

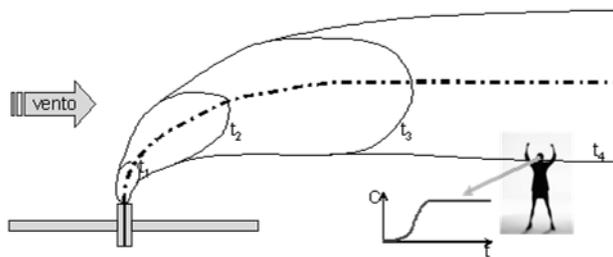
Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

STIMA DELLA MAGNITUDO DISPERSIONI IN ATMOSFERA

Rilascio continuo

(es. Odori...)



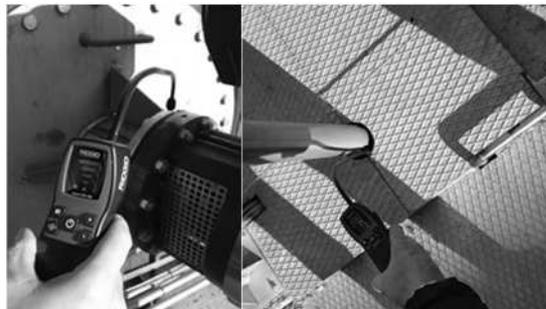
- t_S = durata dello scarico
- t_R = tempo da sorgente a ricevitore = L/u
- $t_S/t_R >> 1$ continuo

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

STIMA DELLA MAGNITUDO DISPERSIONI IN ATMOSFERA

eseguire una verifica strumentale al fine di escludere fughe di biogas da giunti, intersezioni, coperture ecc. ed esplicitare le risultanze di tale controllo in una dettagliata relazione da inviare alla Provincia di e ad Arpa;



date/Time	(Max)	CO(ppm)	H2S(ppm)	O2(%)	LEL(%)
12/2014 10:27:38	0	0.0	20.9	0	
12/2014 10:27:48	0	0.0	20.9	0	
12/2014 10:27:58	0	0.0	20.9	0	
12/2014 10:28:08	0	0.0	20.9	0	
12/2014 10:28:18	0	0.0	20.9	0	
12/2014 10:28:28	0	0.0	20.9	0	
12/2014 10:28:38	0	0.0	20.9	0	
12/2014 10:28:48	20	19.1	20.9	100	
12/2014 10:28:58	35	50.9	20.9	100	
12/2014 10:29:08	16	10.1	19.7	100	
12/2014 10:29:18	5	2.3	20.9	100	
12/2014 10:29:28	2	0.9	20.9	0	
12/2014 10:29:38	0	0.7	20.9	0	
12/2014 10:29:48	0	0.0	20.9	0	

Limite di emissione
D. Lgs. 03/04/2006 n. 152
3,3 ppm (5mg/Nm³)

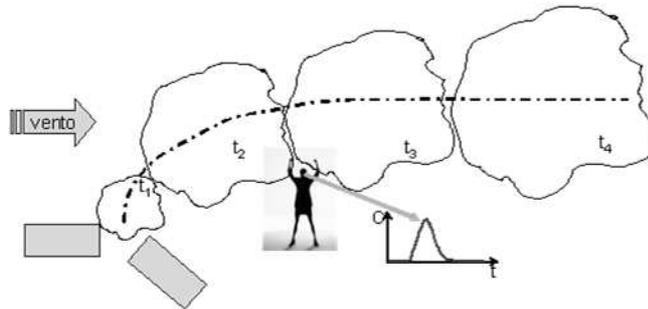
Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

STIMA DELLA MAGNITUDO DISPERSIONI IN ATMOSFERA

Rilascio istantaneo

(es. Metano, gas combusti...)



- t_s = durata dello scarico
- t_F = tempo da sorgente a ricevitore = L/u
- $t_s/t_F \ll 1$ istantaneo

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

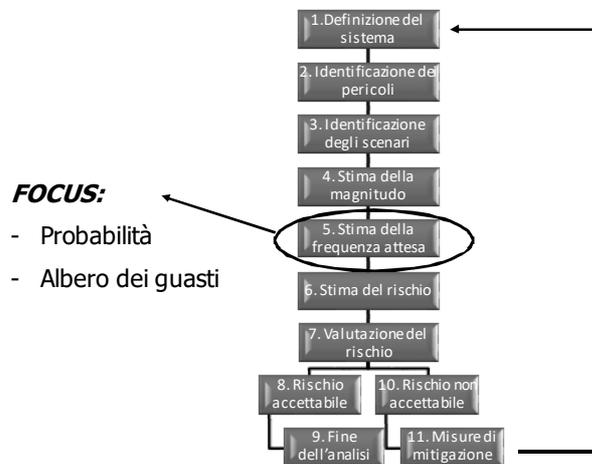
STIMA DELLA MAGNITUDO VITE UMANE

ESEMPIO: AMBIENTI CONFINATI

- MODALITÀ DI ESECUZIONE DEL LAVORO
- ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO
- IMPIEGO DI OPERATORI IDONEI AL TIPO DI LAVORO
- VENTILAZIONE AMBIENTI
- AGENTI CHIMICI NON ELIMINABILI
- UTILIZZO DI DPI
- SISTEMI DI ILLUMINAZIONE
- SISTEMI DI COMUNICAZIONE
- PIANI E PROCEDURE DI EMERGENZA
- MODALITÀ DI ACCESSO
- SIA PER OPERATORI CHE PER SOCCORRITORI

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

RISK MANAGEMENT



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

STIMA DELLA FREQUENZA

Stima comparativa probabilità di rilascio istantaneo

Confrontare scenari di esplosione per tre depositi formati da

- n.1 accumulatore da 500 m^3 (D_{500})
- n.1 accumulatore di $K \times 500 \text{ m}^3$ (D_{K500})
- n. K accumulatori da 500 m^3 (KD_{500})

Possibili cause di rottura catastrofica:

- Difetto costruttivo membrana
- $P_{int} >$ tensione rottura membrana per guasto impiantistico

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

**Stima comparativa probabilità di rilascio istantaneo
DIFETTO COSTRUTTIVO MEMBRANA**

Probabilità di squarcio proporzionale alla superficie

$$S_{D_{500}} = 4 \cdot \pi \left(\frac{3 \cdot 500}{4 \cdot \pi} \right)^{2/3} / 2$$

$$S_{D_{K500}} = 4 \cdot \pi \left(\frac{3 \cdot K \cdot 500}{4 \cdot \pi} \right)^{2/3} / 2 = K^{2/3} \cdot S_{D_{500}}$$

Se $P_{D_{500}}$ è la probabilità (anche ignota) di squarcio di D_{500} ,
si può affermare che quella di D_{K500} sarà pari a:

$$P_{D_{K500}} = K^{2/3} P_{D_{500}} > P_{D_{500}} \quad [K > 1]$$

Ma confrontando D_{K500} con KD_{500} otteniamo

$$P_{KD_{500}} = K P_{D_{500}} > K^{2/3} P_{D_{500}} = P_{D_{K500}} \quad [K > 1]$$

Quindi

$$P_{D_{500}} < P_{D_{K500}} < P_{KD_{500}} \quad [K > 1]$$

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

STIMA DELLA FREQUENZA ALBERO DEI GUASTI

Pint > tensione rottura membrana per guasto impiantistico

FTA (Fault Tree Analysis)

E' una procedura standardizzata che consente una **valutazione qualitativa** (identificazione dei pericoli) **e quantitativa** (stima delle frequenze attese di accadimento) di un dato evento indesiderato

Metodo grafico:

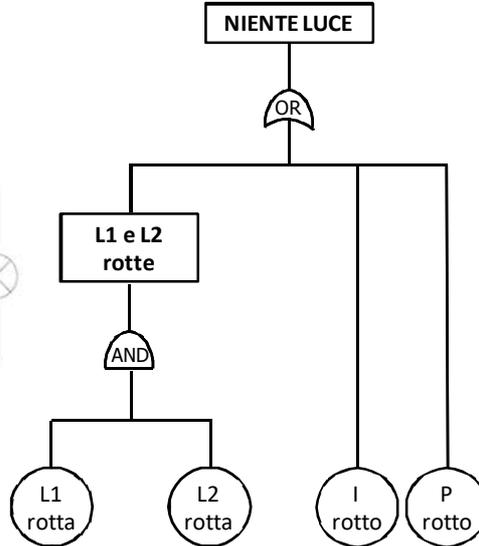
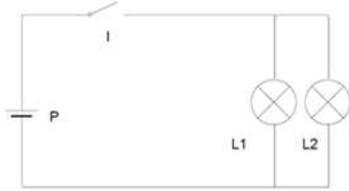
- Inizia con la definizione di un evento indesiderato (**TOP EVENT**)
- Procede a ritroso identificandone le cause
- Combina gli eventi intermedi con logiche AND, OR, ecc...
- Introduce la probabilità attesa degli eventi iniziatori

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

STIMA DELLA FREQUENZA ALBERO DEI GUASTI

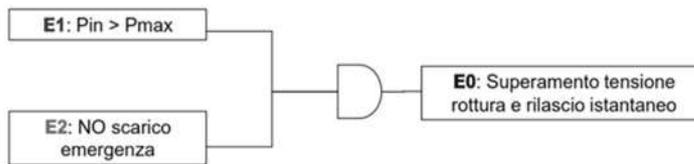
Es. Mancanza di Luce in un circuito elettrico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Stima comparativa probabilità di rilascio istantaneo FAULT TREE ANALYSIS GUASTO IMPIANTISTICO

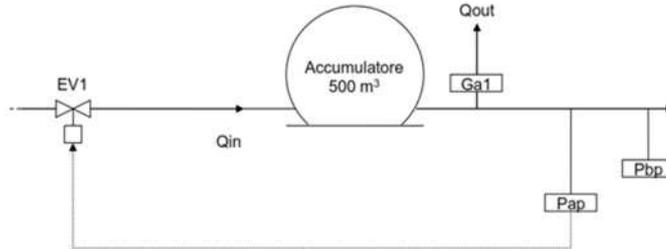


Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Stima comparativa probabilità di rilascio istantaneo
FAULT TREE ANALYSIS
GUASTO IMPIANTISTICO

D₅₀₀ o KD₅₀₀ conforme a DM 24.11.84



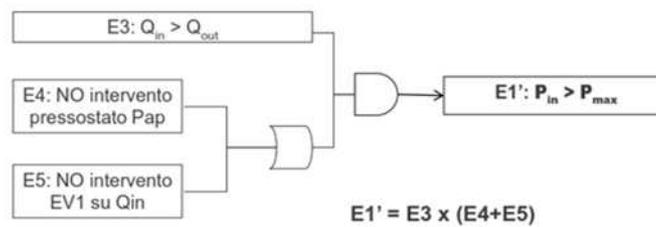
EV1: elettrovalvola comandata da pressostato di alta pressione Pap
 Ga1: guardia idraulica con $Q_{out} = Q_{in}$

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Stima comparativa probabilità di rilascio istantaneo
FAULT TREE ANALYSIS
GUASTO IMPIANTISTICO

Valutazione probabilità tensione rottura membrana E1': $P_{in} > P_{max}$ in D₅₀₀

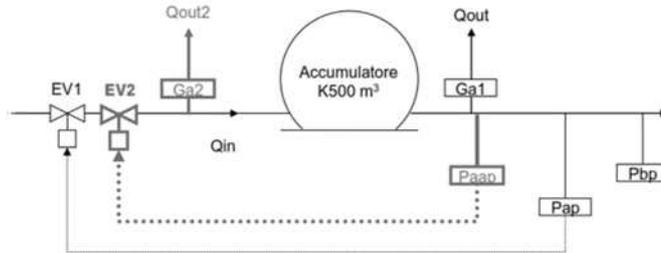


Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Stima comparativa probabilità di rilascio istantaneo
FAULT TREE ANALYSIS
GUASTO IMPIANTISTICO

D_{K500} opportunamente ridondato rispetto a DM 24/11/84



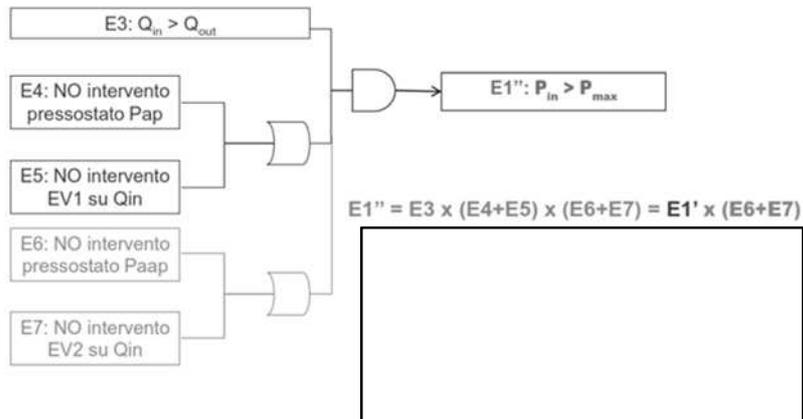
- EV1: elettrovalvola comandata da pressostato di alta pressione Pap
- EV2: elettrovalvola comandata da pressostato di altissima pressione Paap
- Ga1: guardia idraulica con $Q_{out1} = Q_{in}$
- Ga2: guardia idraulica con $Q_{out2} = Q_{in}$

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Stima comparativa probabilità di rilascio istantaneo
FAULT TREE ANALYSIS
GUASTO IMPIANTISTICO

Valutazione probabilità tensione rottura membrana E1'': $P_{in} > P_{max}$ in D_{K500}



Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

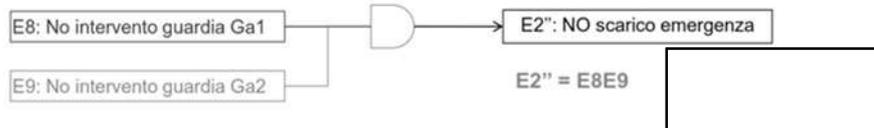
Riproduzione vietata

Stima comparativa probabilità di rilascio istantaneo
FAULT TREE ANALYSIS
GUASTO IMPIANTISTICO

Valutazione probabilità E2': No scarico di emergenza in D₅₀₀



Valutazione probabilità E2'': No scarico di emergenza in D_{K500}



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Stima comparativa probabilità di rilascio istantaneo
FAULT TREE ANALYSIS
GUASTO IMPIANTISTICO

Valutazione E0': Superamento tensione rottura e rilascio D₅₀₀

$$E0' = E1' \times E2' = E3E4E8 + E3E5E8$$

Valutazione E0'': Superamento tensione rottura e rilascio D_{K500}

$$E0'' = E1'' \times E2'' = E0' \times (E6E9 + E7E9) \ll E0' \quad [E6E9 + E7E9 \ll 1]$$

Valutazione E0''': Superamento tensione rottura e rilascio KD₅₀₀

$$E0''' = K \times E0' > E0' \quad [K > 1]$$

Quindi

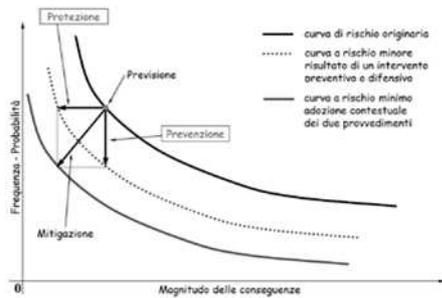
$$P_{D_{K500}} \ll P_{KD_{500}} \quad [K > 1] \text{ (in linea con difetto costruttivo)}$$

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

RISK MANAGEMENT

$$R = P \times M$$



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

DM 24 novembre 1984

Norme di sicurezza antincendio

Parte seconda - DEPOSITI PER L'ACCUMULO DI GAS NATURALE

(...in pensione -> oggi DM 16/04/2008 distribuzione -> linea adduzione biogas

... superato -> D.M. 3 febbraio 2016)

Gasometri o accumulatori con capacità singola di accumulo (1)	Protezione (m)	Sicurezza interna (m)	Sicurezza esterna (m)		
			1ª cat.	2ª cat.	3ª cat.
fino a 5.000 m ³	4	5	30	25	20
oltre 5.000 e fino a 50.000 m ³	6	8	35	30	25
oltre 50.000 m ³	8	10	40	35	--

(*) Per gli accumulatori pressostatici la capacità singola è limitata a 500 m³

c) **gasometri**: recipienti metallici ad asse verticale ed a volume variabile, con dispositivi di tenuta, tra le strutture mobili e quella fissa, di tipo a secco o idraulico;

d) **accumulatori pressostatici**: contenitori in tessuto gommato, a volume variabile, fissati al suolo in modo semi-permanente ed adibiti all'accumulo di gas prodotto da trasformazioni biologiche (biogas).

Nota STC P180/4107 del 22/02/2001: DM 24/11/84 non cogente ma utile riferimento!!

Le richieste del mercato: cupole gasometriche e/o stoccaggi di capacità > DM 24/11/1984

VALUTAZIONE DEL RISCHIO AGGIUNTIVO PER I GRANDI STOCCAGGI

- **ESISTE** per rilascio istantaneo (ex rottura catastrofica telo accumulatore)
- **NON ESISTE** per rilascio continuo

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

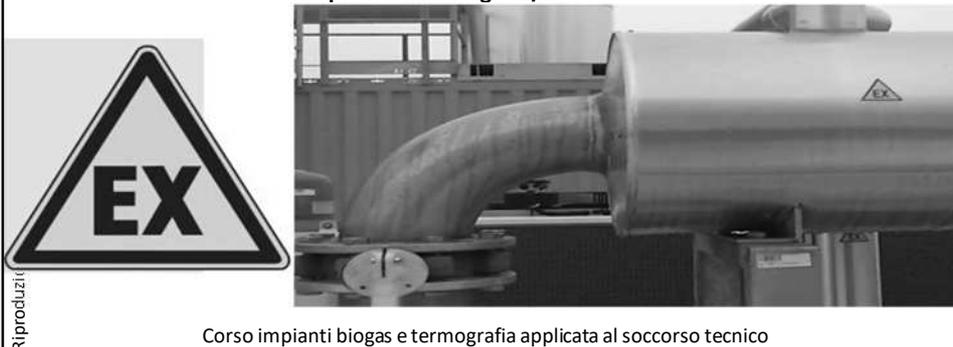
TUTTI GLI IMPIANTI BIOGAS SONO SOGGETTI ALLA NORMATIVA ATEX

ATEX (ATmosphere EXplosible) identifica la Direttiva Europea 94/9/CE del 23 marzo 1994, il cui obiettivo è la libera circolazione su tutto il territorio dell'Unione Europea dei prodotti destinati ad essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive. In Italia la direttiva è stata recepita con D.P.R. 23/03/1998 n. 126.

La direttiva ATEX 94/9/CE si rivolge ai fabbricanti di attrezzature destinate all'impiego in atmosfere potenzialmente esplosive e si manifesta con l'obbligo di Certificazione di questi prodotti.

La direttiva ATEX 99/92 si applica agli ambienti a rischio esplosione, laddove impianti e attrezzature certificate sono messe in esercizio.

Elaborazione e aggiornamento del "Documento sulla protezione contro le esplosioni" contenuto nell'analisi di rischio prevista dal D.Lgs 81/2008



Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

TUTTI GLI IMPIANTI BIOGAS SONO SOGGETTI ALLA NORMATIVA ATEX

Le atmosfere esplosive si classificano a seconda della sostanza che potrebbe scatenare l'esplosione, in: **G** = gas, **D** = polvere (dall'inglese "Dust") e **GD** = gas e polvere.

Per le zone con presenza di gas / polvere avremo:

zona 0 / 20 - area in cui è presente in permanenza o per lunghi periodi o frequentemente un'atmosfera esplosiva;

zona 1 / 21 - area in cui la formazione di un'atmosfera esplosiva è probabile che si manifesti occasionalmente durante le normali attività;

zona 2 / 22 - area in cui durante le normali attività non è probabile la formazione di un'atmosfera esplosiva o, qualora si verifichi permanga per un tempo limitato.

CATEGORIE:

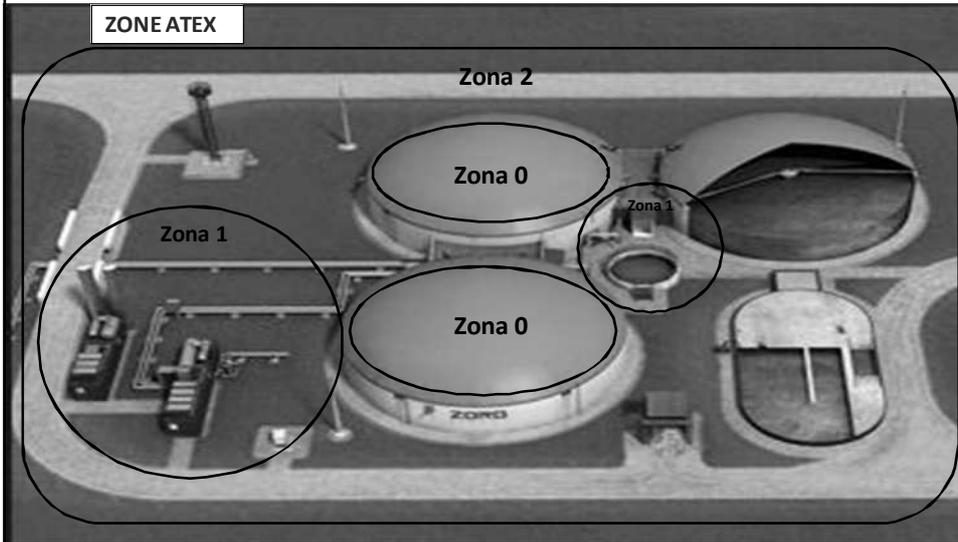
Gli apparecchi di **CAT.1** verranno utilizzati in zona 0 oppure zona 20 – quelli di **CAT. 2** in zona 1 oppure zona 21 – quelli di **CAT. 3** in zona 2 oppure zona 22.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

TUTTI GLI IMPIANTI BIOGAS SONO SOGGETTI ALLA NORMATIVA ATEX

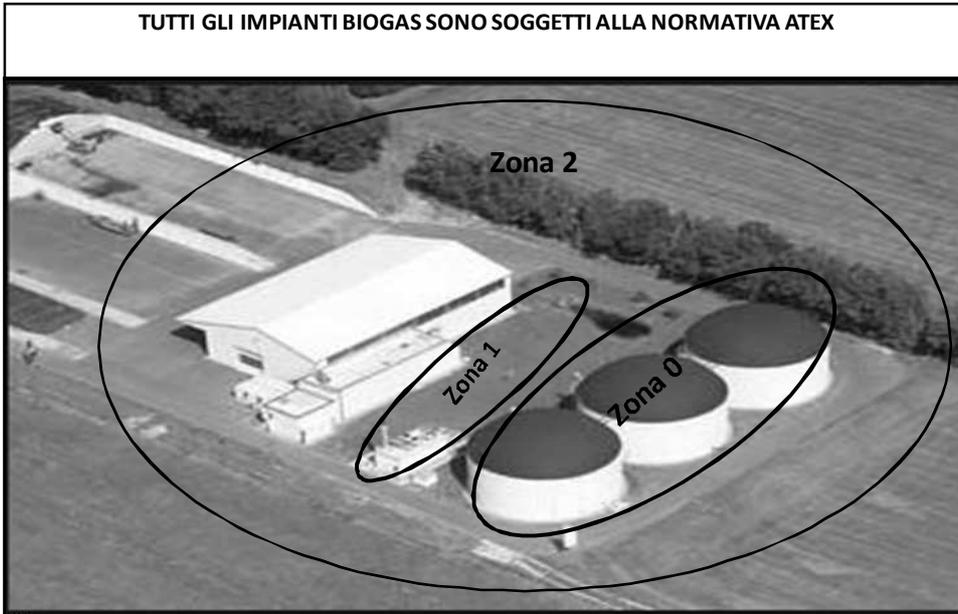
ZONE ATEX



Riproduzione

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

TUTTI GLI IMPIANTI BIOGAS SONO SOGGETTI ALLA NORMATIVA ATEX



Riproduzione

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Non esiste una specifica norma applicabile all'intero ciclo !!!

Norme per le varie parti:

- DM 24/11/1984 per le unità di stoccaggio separate dal digestore
- DM 16/04/2008: norma UNI 9860 Impianti di derivazione di utenza del gas + adozione materiali compatibili con aggressività biogas;
- DM 17/04/2008: dispositivi di sicurezza per il coordinamento dei livelli di pressione nell'impianto (p.to 1.4 All. A)
- DM 13/07/2011: unità di cogenerazione
- D.Lgs. 81/08:
 - art.46 c. 4 e paragrafo 4 All. IV (rischio incendio)
 - Titolo XI (rischio esplosione) ...

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Non esiste una specifica norma applicabile all'intero ciclo !!!

Norme per ATEX G:

- UNI EN 1127: Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione - Parte 1: Concetti fondamentali e metodologia
- CEI EN 60079-10-1: Atmosfere esplosive - Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas
- Guida CEI 31-35:2012 Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30)
- Guida CEI 31-55: Guida e raccomandazioni per evitare i pericoli dovuti all'elettricità statica
- UNI EN 13463-1: Apparecchi non elettrici (in ATEX) Metodo e requisiti di base

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

**Problematiche nella valutazione dei progetti
(rif. Comando Provinciale Alessandria)**

- Mancato coordinamento soglie di intervento dei dispositivi di controllo pressione secondo DM 17/04/2008
- Carenze nella valutazione ATEX secondo D.Lgs. 81/08
- Errata individuazione dei riferimenti normativi per rete distribuzione
- Carenza formazione operatori addetti agli impianti, sul rischio esplosione ex art.294 bis D.Lgs. 81/08
- Certificazioni in lingua straniera rilasciate da installatori non iscritti nel registro delle imprese (accertamento requisiti D.Lgs. 59/2010)

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

**DESCRIZIONE CONDIZIONI AMBIENTALI
CONDIZIONI DI ACCESSIBILITA' E VIABILITA'**

(UTILE RIFERIMENTO D.M. 24/11/1984)

**PARTE II – SEZIONE II
Elementi pericolosi**

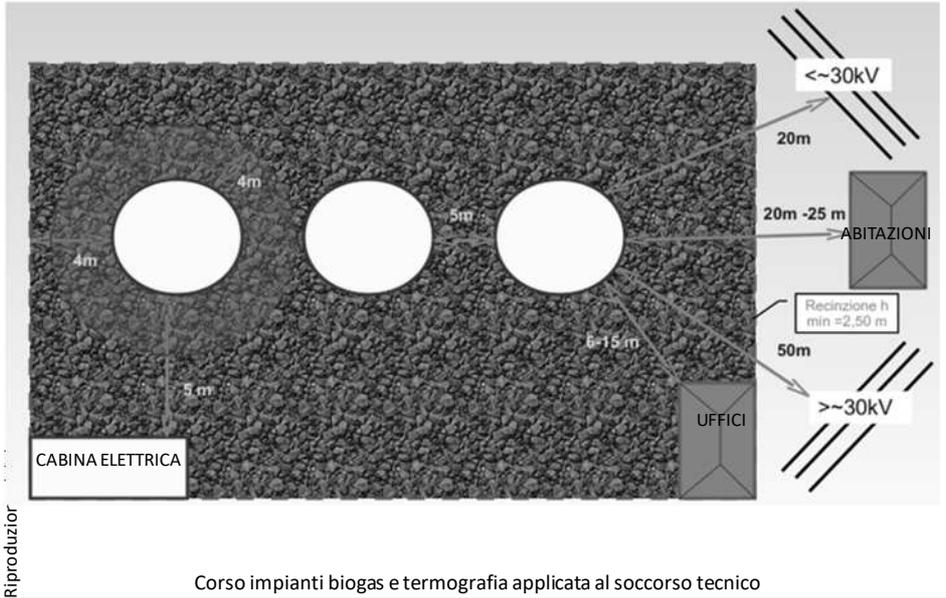
Sono considerati elementi pericolosi:

- i serbatoi;
- le stazioni di compressione e le cabine di decompressione;
- le cabine elettriche di trasformazione;
- ogni altro elemento che presenti pericolo di esplosione o di incendio nelle normali condizioni di funzionamento.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

DISTANZE DI SICUREZZA
(UTILE RIFERIMENTO D.M. 24/11/1984)
Vedremo DM 3 febbraio 2016...



Calcolo sovrappressione e distanze ex DM 09/05/2001
(rilascio istantaneo)

Modello di calcolo semplificato: TNT equivalente
(determina effetti massa di TNT equivalente a quella del biogas)

Distanze r alle soglie di danno DM 09/05/2001 per Deposito D_{500}

Soglia-DM-09/05/2001	Valore (bar)	λ	$r_{500} = \lambda \cdot M_{TNT}^{1/3} = \lambda \cdot (0.4 \cdot \rho \cdot V_{CHR})^{1/3}$
Elevata-letalità (D_{EL})	0,6	4,2	20.2
Inizio-letalità	0,14	7	33.6
Lesioni-irreversibili	0,07	19	91.3
Lesioni-reversibili	0,03	32	153.7
Danni-strutture/eff. domino	0,3	7	33.6

$\rho = 0.554$ (Guida-CEI-31-35)

Distanza esterna DM 24/11/84 in linea solo con D_{EL}
Altre distanze di danno tutte esterne all'insediamento ...

Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Calcolo sovrappressione e distanze ex DM 09/05/2001 (rilascio istantaneo)



Riprodu

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

D.M. 3 febbraio 2016 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8. (G.U. n. 35 del 12 febbraio 2016)

Art. 2 Obiettivi

- a) minimizzare le cause di incendio;
- b) garantire la stabilità delle strutture portanti al fine di assicurare il soccorso agli occupanti;
- c) limitare la produzione e la propagazione di un incendio all'interno dei locali;
- d) limitare la propagazione di un incendio ad edifici o locali contigui;
- e) assicurare la possibilità che gli occupanti lascino il locale indenni o che gli stessi siano soccorsi in altro modo;
- f) garantire la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.

Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

**D.M. 3 febbraio 2016 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8.
(G.U. n. 35 del 12 febbraio 2016)**

Art. 4 Applicazione delle disposizioni tecniche

1. Le disposizioni di cui all'art. 3 si applicano ai depositi di nuova realizzazione ed a quelli esistenti alla data di entrata in vigore del presente decreto nel caso di interventi di ristrutturazione, anche parziale, o ampliamento successivi alla data di pubblicazione del presente decreto, limitatamente alle parti interessate dall'intervento. Gli interventi di modifica effettuati su strutture esistenti, non possono, in ogni caso, diminuire le condizioni di sicurezza preesistenti.
2. Le disposizioni di cui all'art. 3 non si applicano ai depositi per i quali siano stati pianificati, o siano in corso, lavori di costruzione, ampliamento o di ristrutturazione sulla base di un progetto approvato dal competente Comando provinciale dei vigili del fuoco ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

**D.M. 3 febbraio 2016 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8.
(G.U. n. 35 del 12 febbraio 2016)**

Art. 6 Disposizioni finali

1. A decorrere dalla data di entrata in vigore del presente decreto è abrogata la parte seconda dell'allegato al decreto del Ministro dell'interno del 24 novembre 1984, intitolata "Depositi per l'accumulo di gas naturale".

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

D.M. 3 febbraio 2016 Allegato. Regola tecnica per la progettazione, costruzione ed esercizio dei depositi di gas naturale di superficie con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8.

2.2 Definizioni

- a) tubi-serbatoio: tubazioni metalliche interrato di grande diametro (normalmente superiore a 500 mm) costituite da tratti di tubo di limitata lunghezza disposti in vario modo (a pettine, a serpentina, a reticolo) e collegati tra di loro;
- b) serbatoi: recipienti metallici cilindrici ad asse orizzontale o verticale, o sferici, installati in modo permanente e non sovrapposti;
- c) gasometri: recipienti metallici ad asse verticale ed a volume variabile, con dispositivi di tenuta, tra le strutture mobili e quella fissa, di tipo a secco o idraulico;
- d) accumulatori pressostatici: contenitori fissi, a volume variabile adibiti all'accumulo di gas prodotto da trasformazioni biologiche (biogas) conformi alla UNI 10458;
- e) fabbricati interni: fabbricati destinati ad uffici e servizi inerenti l'attività e l'esercizio del complesso, costruiti all'interno del complesso stesso, con esclusione dei fabbricati ausiliari destinati a contenere esclusivamente apparecchiature.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

D.M. 3 febbraio 2016 Allegato. Regola tecnica per la progettazione, costruzione ed esercizio dei depositi di gas naturale di superficie con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8.

2.10 Computo delle distanze di sicurezza

...

- c) Depositi costituiti da accumulatori presso statici, gasometri e digestori (bassa pressione):
Le distanze di sicurezza risultano dalla seguente tabella:

Serbatoi con capacità singola di accumulo	Fabbricati interni (m)	Protezione (m)	Sicurezza interna (m)	Sicurezza esterna (m)			
				1°cat.	2°cat.	3°cat.	4°cat.
Fino a 500 m ³	6	4	5	30	25	20	15
oltre 500 e fino a 5000 m ³	10	4	5	30	25	20	15
oltre 5.000 e fino a 50.000 m ³	15	6	8	35	30	25	—
oltre 50.000 m ³	20	8	10	40	35	—	—

Per fabbricati che ospitano gasometri o accumulatori, le distanze di sicurezza sono da rispettare le

Gasometri o accumulatori con capacità singola di accumulo (1)	Protezione (m)	Sicurezza interna (m)	Sicurezza esterna (m)		
			1° cat.	2° cat.	3° cat.
fino a 5.000 m ³	4	5	30	25	20
oltre 5.000 e fino a 50.000 m ³	6	8	35	30	25
oltre 50.000 m ³	8	10	40	35	—

(1) Per gli accumulatori pressostatici la capacità singola è limitata a 500 m³

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

D.M. 3 febbraio 2016 Allegato. Regola tecnica per la progettazione, costruzione ed esercizio dei depositi di gas naturale di superficie con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8.

2.11 Caratteristiche degli elementi costitutivi

...

c) Depositi costituiti da gasometri, accumulatori pressostatici e digestore
I gasometri, gli accumulatori ed i digestori devono essere progettati, costruiti in conformità a regola d'arte e protetti dalla corrosione. Ogni gasometro deve poter essere isolato dal resto dell'impianto: i dispositivi di intercettazione devono perciò essere facilmente accessibili in ogni momento, visivamente ben individuabili e devono essere di alta affidabilità per garantire il loro sicuro funzionamento. In ogni condotta di collegamento deve inoltre essere inserita, nell'immediata vicinanza del gasometro, una chiusura per garantire all'occorrenza l'esclusione del gasometro dal resto dell'impianto.

Ogni gasometro deve essere dotato di:

- dispositivi appropriati per controllare il volume contenuto e la pressione interna;
- dispositivi predisposti per segnalare il raggiungimento dei valori limite, superiore ed inferiore, del contenuto ammissibile nell'esercizio del gasometro, ed eventualmente per impedirne il superamento.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

IDENTIFICAZIONE DEGLI AGENTI PERICOLOSI E RISCHI ASSOCIATI

Per "ambiente confinato" si intende uno spazio circoscritto, caratterizzato da limitate aperture di accesso e da una ventilazione naturale sfavorevole, in cui può verificarsi un evento incidentale importante, che può portare ad un infortunio grave o mortale, in presenza di agenti chimici pericolosi (ad esempio, gas, vapori, polveri).

Altri ambienti ad un primo esame potrebbero non apparire come confinati. In particolari circostanze, legate alle modalità di svolgimento dell'attività lavorativa o ad influenze provenienti dall'ambiente circostante, essi possono invece configurarsi come tali e rivelarsi altrettanto insidiosi:

- camere con aperture in alto,
- vasche,
- depuratori,
- camere di combustione nelle fornaci e simili,
- canalizzazioni varie,
- camere non ventilate o scarsamente ventilate.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Conservazione alimenti

Sili verticali



Container (stoccaggio temporaneo)



Sili orizzontali a trincea prefabbricati



Sili orizzontali a trincea in opera



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Sostanze asfissianti (carenza di ossigeno)

La normale aria ambiente contiene una concentrazione di ossigeno pari a circa il 20.9 % volume di ossigeno/volume totale (v/v). Quando tale livello scende al di sotto del 19.5 v/v, l'aria viene considerata carente di ossigeno, mentre concentrazioni di ossigeno inferiori al 16% sono ritenute pericolose per gli esseri umani.

La riduzione della percentuale di ossigeno può essere causata da:

- incendio,
- reazione chimica (ad esempio, ossidazione),
- sostituzione dell'ossigeno con altri gas.

Anche l'arricchimento di ossigeno può causare rischi. Infatti, aumentando i livelli di ossigeno, anche l'inflammabilità dei materiali e dei gas aumenta. A livello del 24% di O₂, articoli quali i capi di vestiario possono subire una combustione spontanea; i grassi vegetali ed idrocarburi, se investiti da ossigeno nascente, possono auto-infiammarsi.

Sono sostanze asfissianti, ad esempio, l'anidride solforica, il fosforo, l'anidride carbonica...

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Sostanze asfissianti (carenza di ossigeno)

In presenza di sostanze asfissianti, si può verificare carenza di ossigeno.

Si può incorrere in tale situazione ad esempio nei seguenti casi:

- dove c'è una reazione tra rifiuti e l'ossigeno dell'atmosfera;
- a seguito della reazione tra l'acqua del terreno ed il calcare, con produzione di anidride carbonica, che va a sostituire l'aria;
- nelle stive delle navi, nei containers, nelle autobotti, e simili, come reazione delle sostanze contenute con l'ossigeno presente all'interno;
- all'interno di serbatoi di acciaio e recipienti quando si ossidano (formazione di ruggine);
- nell'uso di agenti estinguenti come l'anidride carbonica o agenti alogenati (halon) in ambienti non aerati.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Sostanze tossiche

Gas, fumi o vapori velenosi

- nelle fogne, nelle bocche di accesso e nei pozzi di connessione;
- negli accessi ai serbatoi e nei recipienti con connessioni alle tubazioni;
- negli scavi e nei fossi contenenti terreno contaminato, come scarichi di rifiuti;
- nei vecchi gasometri;
- nei serbatoi dove sono presenti residui di sostanze tossiche

Liquidi e solidi che possono rilasciare gas tossici

- quando liquidi e solidi vengono agitati o spostati (ad esempio, acido cloridrico...);
- quando si impiegano liquidi e solidi che emettono gas tossici in presenza di aria o vapori d'acqua (ad esempio, zolfo, fosfuri che emettono fosfina a contatto di acidi ed acqua o vapore);
- in presenza di liquidi che possono improvvisamente riempire gli spazi provocando annegamenti o altri inconvenienti in base alle loro caratteristiche di tossicità o **corrosività**.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Sostanze corrosive



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Sostanze corrosive



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Trincee (conservazione alimenti)

due delle tre trincee presenti erano state riempite oltre la sommità delle pareti laterali; nella zona centrale il cumulo superava di circa 2 metri l'altezza della parete di contenimento per un'altezza totale di circa 6 metri, in violazione al punto 54 dell'allegato A dell'Autorizzazione Unica: "Il volume di biomasse stoccato non dovrà essere superiore alla capacità di contenimento delle trincee: 19.200 mc";

in alcune trincee le estremità dei cumuli di insilato fuoriuscivano dalla platea all'uopo preposta, andando ad interessare i piazzali pavimentati antistanti con problematiche di imbrattamento di aree non servite da presidi ambientali idonei, in violazione a quanto disposto dal punto 53 dell'allegato A della Autorizzazione Unica: "Lo stoccaggio delle biomasse, dovrà essere condotto adottando tutti gli accorgimenti operativi necessari ad evitare la formazione di esalazioni moleste, fenomeni di fermentazione nonché l'imbrattamento delle aree circostanti con residui o colatici";

nella zona intorno alle trincee erano presenti residui di trinciato presumibilmente caduti durante le fasi di caricamento del materiale in violazione a quanto disposto dal punto 41 dell'allegato A dell'Autorizzazione Unica: "Dovrà essere garantito il periodico spazzamento e lavaggio dei piazzali esterni, al fine di contenere la formazione di polveri e di eventuali esalazioni maleodoranti";

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Aree di stoccaggio

Zona di stoccaggio degli effluenti zootecnici



Vasca per liquami circolare prefabbricata con copertura



Le normative ambientali stabiliscono caratteristiche e dimensioni minime di queste strutture, in base alla tipologia di azienda.

Le normative nazionali di riferimento sono il decreto legislativo n. 152/99, il decreto legislativo n. 372/99 e il decreto ministeriale 7 aprile 2006, e leggi regionali (in Emilia-Romagna vige la deliberazione dell'Assemblea legislativa 16 gennaio 2007, n. 96)

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Aree di stoccaggio

I recipienti per liquami devono rispondere ai seguenti requisiti:

- assoluta impermeabilità delle strutture (basamento e pareti)
- capacità di stoccaggio adeguata alle norme di legge e alle esigenze gestionali dell'azienda
- facilità di riempimento e di prelievo del liquame, in condizioni di assoluta sicurezza per gli addetti alle diverse operazioni
- facilità di esecuzione di eventuali trattamenti sul liquame stoccato

Canale grigliato per l'allontanamento della frazione liquida del letame e dell'acqua piovana raccolta dalla platea



Concimaia a platea con pareti perimetrali e separatore per liquame.



Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

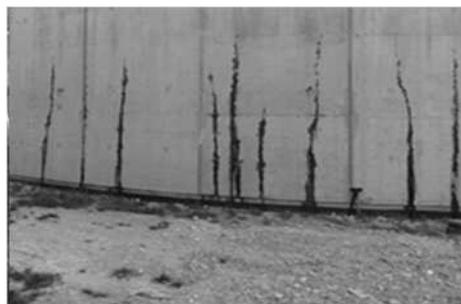
Riproduzione vietata

Vasche liquami

Devono essere correttamente progettate e realizzate onde evitare cedimenti o lesioni che comprometterebbero la stabilità e/o l'impermeabilità del contenitore

Devono resistere:

- alle forze provenienti dal terreno
- a quelle derivanti dal liquame stoccato
- **vasche fuori terra:** sottoposte principalmente alla pressione idrostatica del liquame sulla faccia interna delle pareti
- **vasche interrato:** sono soprattutto interessate dalla pressione del terrapieno, a vasca vuota, dall'esterno verso l'interno



Un aspetto molto importante da considerare è la **tenuta idraulica dei giunti**; nel collegamento fra basamento e pareti di calcestruzzo si utilizza spesso una doppia guarnizione di Pvc annegata nel getto o un altro dispositivo equivalente di sigillatura (*waterstop*).

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Vasca cilindrica di calcestruzzo fuori terra



Vasca circolare in piastre d'acciaio smaltate



Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Vasca liquami ripartita in due comparti



Copertura con teli fissati ai bordi della vasca liquami e sostenuti da un pilastro centrale.



Emissioni indesiderate...

Il confronto fra vasche differenti, soltanto per la presenza o meno di una copertura, ha dimostrato che mentre l'odore proveniente da quelle scoperte si percepisce fino a 350 metri di distanza, quello derivante dalle vasche coperte è percepito solo fino a 20÷50 metri.

Processo anaerobico...

La vasca di stoccaggio del digestato non è coibentata e non è riscaldata, pertanto il processo di digestione anaerobica manca di un elemento fondamentale per il mantenimento del

processo -> **la temperatura**

Studi sperimentali hanno dimostrato che è prevedibile una **produzione residua di biogas stimata in 3-5 % della produzione giornaliera dell'impianto**

La concentrazione di metano in tale gas è però modesta -> ai fini della prevenzione incendi ?

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Vasca interrata con scarico del liquame per gravità



- Presentano il vantaggio di consentire un riempimento a gravità
- Maggiori problemi di realizzazione
- Più elevato costo di costruzione
 - maggiori movimenti di terra
 - necessità di mantenere un franco di sicurezza fra il fondo della fossa e le falde acquifere superficiali
- A protezione delle vasche interrate si deve sempre predisporre una recinzione anticaduta alta 1,8 metri, dotata dei necessari cancelli per l'introduzione di miscelatori e tubazioni.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Vasche di stoccaggio in calcestruzzo armato a forma cilindrica



Nelle zone di collina e di montagna è possibile che le vasche risultino

- interrate nella parte a monte
- seminterrate o fuori terra nella parte a valle

In tal caso la recinzione è limitata alla sola parte interrata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Vasche prefabbricate cemento per stoccaggio liquami



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Caricamento solido organico



Riproduzic

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

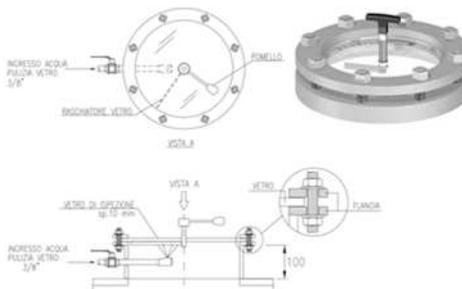
Digestore anaerobico

Ermeticamente chiuso e coibentato, in cui il liquame precipita nella parte inferiore, mentre il biogas gorgoglia verso la parte superiore del digestore

Sulle pareti interne del fermentatore vengono montate delle serpentine di riscaldamento. Servono al raggiungimento e mantenimento della temperatura necessaria per il processo biochimico.

Per evitare una dispersione di calore il fermentatore viene isolato con uno strato di styrodur (8-10 cm).

Controllo visivo dell'interno del digestore da finestrelle tipo "oblò" dotate di apposita illuminazione a protezione ATEX. I vani per il controllo visivo sono ricavati tramite carotaggio nelle pareti verticali o cupola del digestore; le speciali guarnizioni utilizzate devono garantire la tenuta stagna al gas.



Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Valvole di sicurezza sovra/sotto-pressione

Il dispositivo si attiva quando a causa di un guasto o sovraccarico la pressione del gas aumenta oltre il valore consentito oppure scende troppo.

Esempio:

Sul lato inferiore del pozzo di servizio di ogni vasca chiusa ermeticamente è installato un piccolo raccoglitore riempito d'acqua, al cui interno è immerso un tubo con uscita all'esterno del telo.

Il riempimento con acqua avviene automaticamente.

In caso di eccesso di pressione il gas spinge l'acqua e la fa uscire da un tubicino piegato a "U" collocato sul lato inferiore del raccoglitore.

Di conseguenza avviene una fuga controllata del biogas verso l'esterno attraverso l'apposito tubo.

In caso di carenza di gas c'è il pericolo che venga aspirata aria dalle tubature di scarico.

Se la pressione scende sotto una certa soglia il controllore di depressione spegne il cogeneratore.



Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Sistema di miscelazione

La miscelazione ha il compito di:

- favorire il contatto tra batteri e substrato;
- omogeneizzare le temperature;
- ottimizzare la resa di biogas;
- evitare la decantazione delle frazioni più pesanti;
- evitare il galleggiamento delle frazioni più leggere

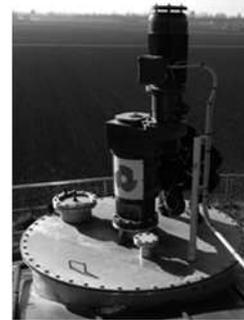
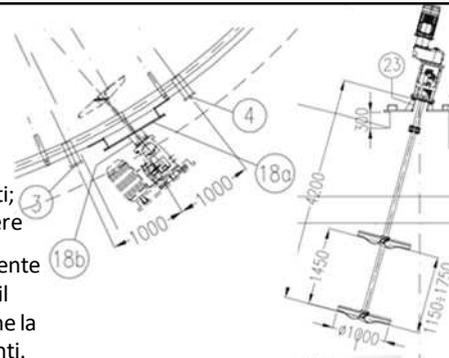
Gli agitatori possono essere regolati orizzontalmente e verticalmente, ciò permette di miscelare bene il contenuto delle vasche e di conseguenza previene la formazione di stratificazioni immerse o galleggianti.

Coperture rigide o semirigide

Le estremità superiori delle vasche sono dotate di intelaiature in acciaio INOX sulle quali viene montato un pozzo di servizio a tenuta ermetica. Il pozzo di servizio viene realizzato esternamente per poter effettuare lavori di manutenzione agli agitatori senza dover svuotare il fermentatore o entrare all'interno di esso

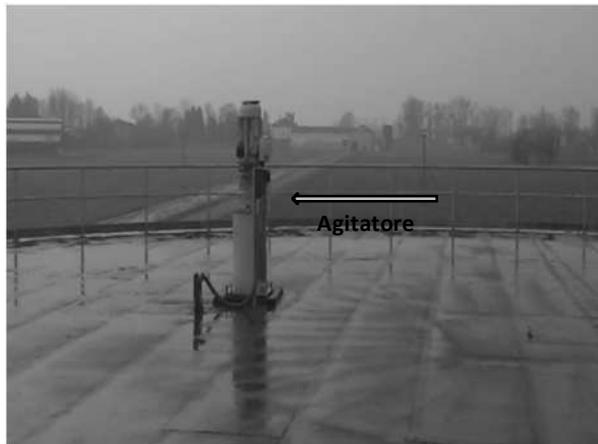
Tutti gli agitatori installati sull'impianto sono certificati ATEX.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Digestore con soletta in cemento



Impianto 1MW

Digestore primario: d 24mt x 8mt - Vasca in cemento gettata in opera con pilastro centrale e solaio. La parte superiore è rivestita con resina epossidica per evitare la corrosione dai gas prodotti (H₂S).

CAPACITA' : 3.500 mc

MATERIALE DIGESTANTE: 3.185 mc

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Coperture a telo

- Sistema realizzato in due membrane fissate al bordo esterno superiore della vasca.
 - La membrana superiore serve da protezione contro gli agenti atmosferici, mentre il telo interno, impermeabile al biogas, ha la possibilità di espandersi e contrarsi in funzione della quantità di biogas prodotta.
 - Tramite una ventola viene prodotta tra le due membrane una leggera sovrappressione di circa 1,5 millibar, che permette alla membrana di protezione dalle intemperie di mantenere inalterata la propria forma conica e crea una pressione sulla membrana interna, favorendo il passaggio del gas da un serbatoio all'altro.
 - Con la pressione presente all'interno la membrana esterna viene spinta verso l'alto in grado di assorbire carichi come neve o vento.
- Sistemi di miscelazione a parete...



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione Vietata

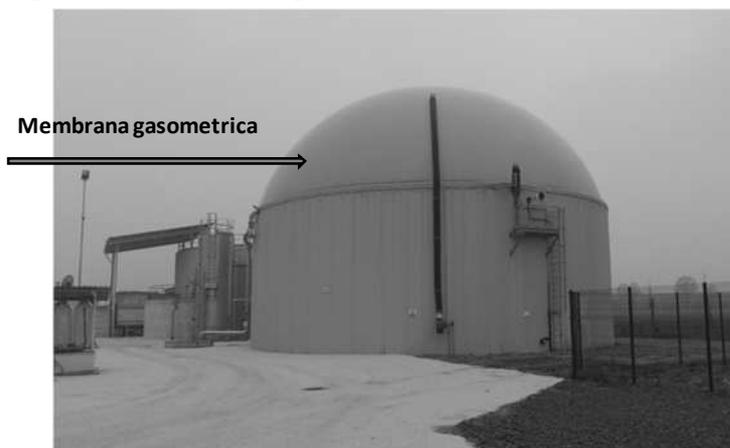
Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Post digestore con membrana gasometrica



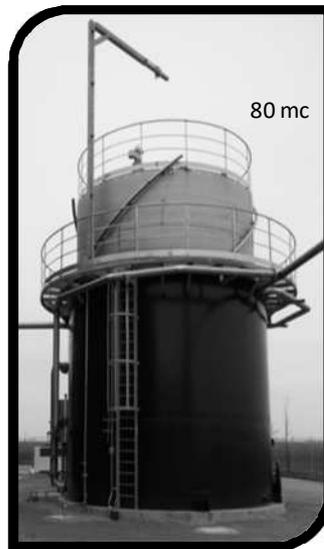
Membrana gasometrica

Impianto 1MW
POST DIGESTORE: d 22mt x 8mt
Vasca in cemento gettata in opera con pilastro centrale e telo esterno di copertura. La parte superiore è rivestita con resina epossidica.
CAPACITA': 3.350 mc MATERIALE DIGESTANTE: 3.000 mc

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Gasometri rigidi



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Locale pompe



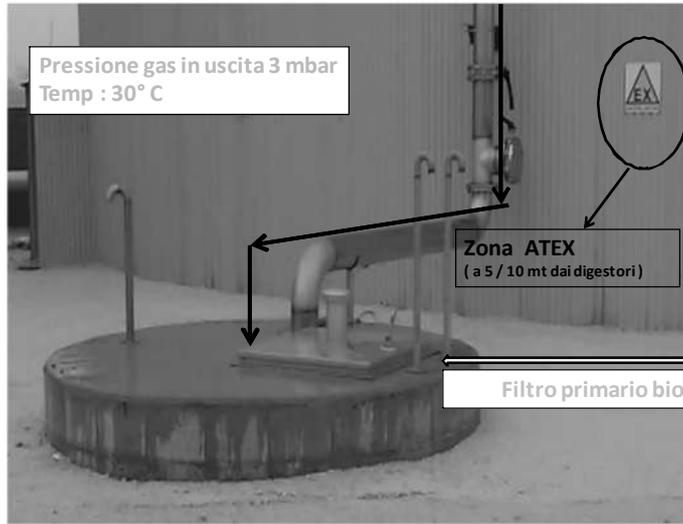
Il materiale fermentato viene prelevato dal fermentatore attraverso tubi di prelievo installati nelle pareti situati nelle parti inferiori della vasca utilizzando le pompe della sala di pompaggio.

Il substrato del fermentatore viene spostato (ex: nella vasca di stoccaggio liquame).

Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Tubazioni biogas e filtri



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

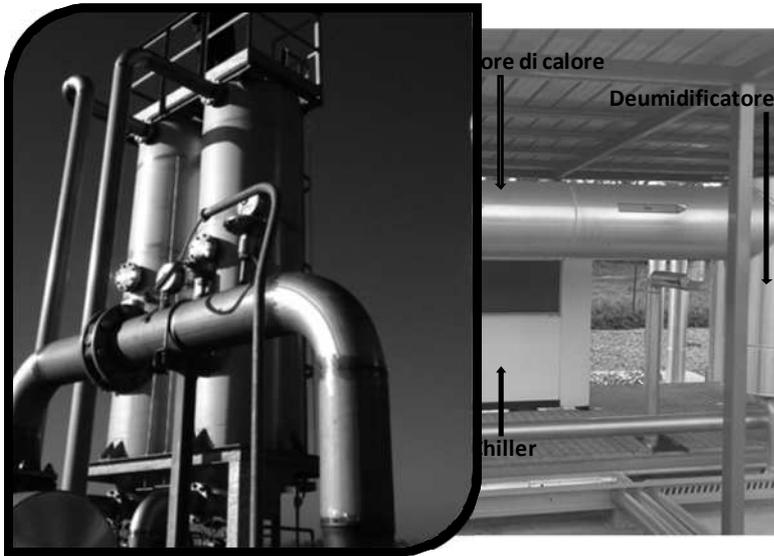
Filtro interrato



Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Condensazione e filtraggio



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Soffiante



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Torcia

Torcia con 2 stadi di funzionamento:

- bruciare gas in modo parziale (eccesso gas) in parallelo al motore
- in autonomia a motore spento.

Motore e torcia in parallelo bruciano circa 600mc/h di biogas.

Valvola bypass alla torcia



... i punti di emissione del cogeneratore, torcia e valvole di sicurezza non erano dotate di apposita identificazione (numero emissione e diametro) in violazione al punto 78 dell'allegato A della Autorizzazione Unica: " I punti di emissione dovranno avere l'identificazione, con scritta a vernice indelebile, del numero dell'emissione e del diametro del camino sul relativo manufatto";

Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

Dal 2010 in **Germania**

<http://www.initiativen-mit-weitblick.de/>

Situazione ad agosto 2014 (ca. 8.000 impianti installati)



Rosso: incendio/esplosione
Blu: inquinamento
Rosa: incidenti a persone

In Italia al 31/12/2013

Biogas da deiezione animale n. 379

Biogas da attività agricola n. 920

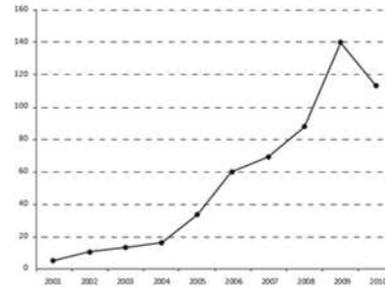
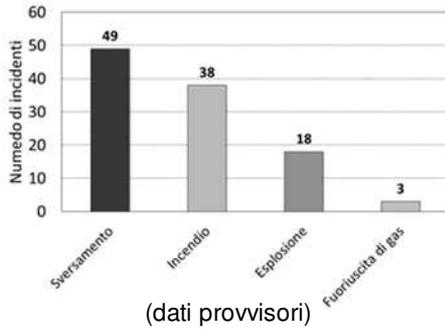
www.crpa.it Tot. 1.299

Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

- Germania (registro incidenti): in aumento?
- Italia: non catalogati



<http://www.initiativen-mit-weitblick.de>

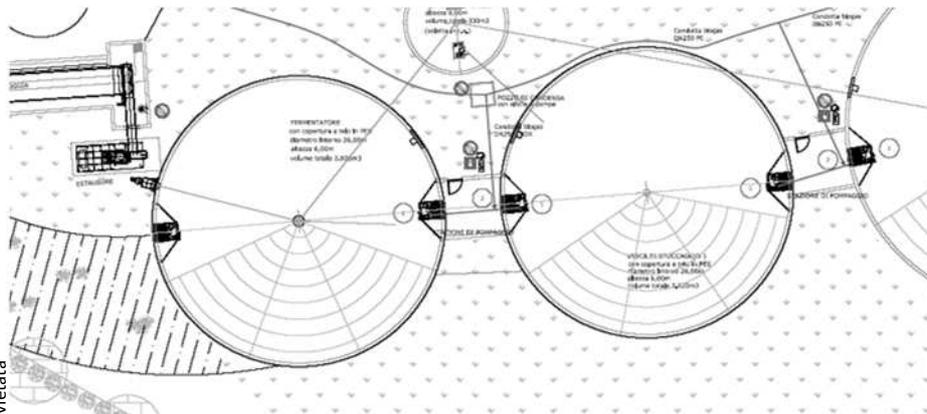
2011: n. 37
 2012: n. 19
 2013: n. 16
 2014: n. 15

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

Tutte le vasche sono collegate con una condotta di biogas che fuoriesce dal pozzo di servizio. Su ogni entrata e uscita della condotta dal pozzo di servizio è montata una valvola, tramite la quale ogni vasca può essere esclusa dal sistema.

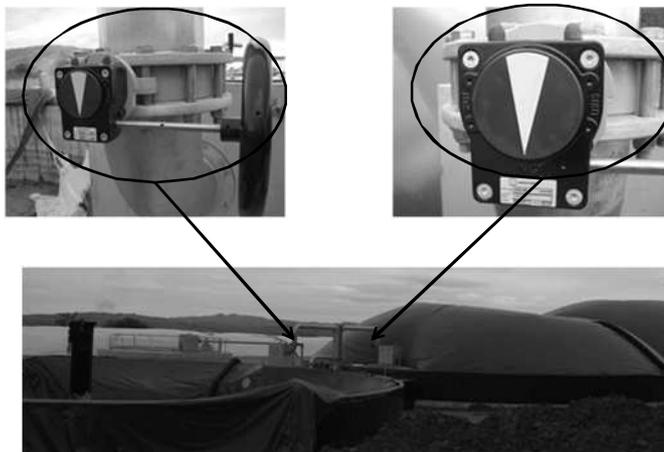


Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

La vasca di stoccaggio era stata riempita con prodotti (inoculo e liquame bovino) in grado già di produrre una certa quantità di biogas. La mancata chiusura delle valvole della condotta di trasferimento del gas dalla vasca di stoccaggio alla vasca di fermentazione, ha consentito che una certa quantità di biogas transitasse (non attesa) nella vasca di fermentazione.



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

Il portello del dispositivo di sovrappressione della vasca di stoccaggio, trovato aperto al momento dell'incidente (!!!), che doveva servire a far defluire il gas infiammabile eventualmente prodotto, non è stato sufficiente ovvero è stato aperto dopo che il gas era già transitato e l'incidente accaduto.

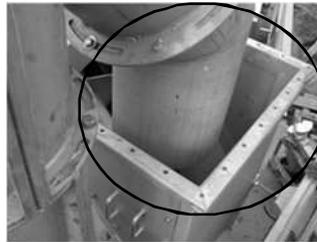


Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

Essendo il biogas composto essenzialmente (dal 50% all'80%) da gas infiammabili più leggeri dell'aria quali metano (CH₄) e idrogeno (H₂) questi risaliva lungo il condotto non stagno della coclea fuoriuscendo in atmosfera nel punto non ancora provvisto di coperchio.



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

All'interno del suddetto condotto sono state rinvenute tracce di punti di saldatura che, con tutta probabilità, sono state la causa di innesco della combustione.



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

L'incidente è stato caratterizzato dall'anomalia della **consegna e parziale messa in funzione** da parte della ditta affidataria dei lavori di costruzione dell'impianto di produzione biogas di una parte dell'impianto (vasca di stoccaggio) alla ditta committente, prima del suo completamento e collaudo.

Ciò ha determinato un **esercizio estemporaneo dell'attività di produzione biogas** senza che ne fosse valutato il rischio ed eventualmente approntati i sistemi di prevenzione e protezione necessari; infatti, sia nel Piano di Sicurezza e Coordinamento (P.S.C.) redatto ai sensi dell'art. 100 del D. Lgs. 81/08 che nel Piano Operativo di Sicurezza (P.O.S.) redatto ai sensi dell'art. 96 co. 1 lett. g del D. Lgs. 81/08 non compare alcuna valutazione del rischio di formazione di atmosfere esplosive ne, tantomeno, venivano messe a disposizione idonee apparecchiature per rivelare la presenza di gas infiammabili.

E' stato rilevato inoltre che sul luogo di esecuzione dei lavori di saldatura non erano presenti mezzi di estinzione...

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

LA NAZIONE
AREZZO

27 febbraio 2013

Grave incidente in una biogas. Inquinato un torrente nell'aretino.

A seguito dello sversamento di migliaia di tonnellate di acque nere di un impianto a biogas, il refluo inquinante si è riversato nel torrente Rio Talla, fino a raggiungere il fiume Arno, con danni e conseguenze gravissime per la fauna e la flora, in corso di accertamento da parte dei corpi speciali interessati.

Le acque dell'azienda vengono raccolte in una vasca a forma di sacca, che, per cause ancora da accertare, ha riversato parte del contenuto nella rete delle acque superficiali. Lo sversamento è stato interrotto e quindi sono state effettuate le operazioni di verifica e di ripristino dell'impianto.



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
ROVIGO24ORE.it

02 maggio 2013

Digestore biogas squarciato. Incidente alla BioPower di Lendinara (RO)

Nella foto si vede lo squarcio di un digestore della Biogas della ditta Bio Power S.r.l. di Via Conta Trentani di Lendinara (Rovigo).



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

il Resto del Carlino
CIVITANOVA MARCHE

Civitanova Marche, 8 agosto 2013

Macchia nera alla foce del Chienti: «Divieto di balneazione sul litorale»

Nel pieno della stagione turistica, scatta l'emergenza inquinamento a Civitanova e a Porto Sant' Elpidio. L'Arpam ha informato i sindaci circa la possibilità di estendere il divieto di balneazione oltre i limiti previsti per i fiumi e a Civitanova la zona out dovrebbe interessare un chilometro a nord della foce, che vorrebbe dire tutto il litorale Piermanni. Il principio di precauzione è sovrano, ma si attende l'esito delle analisi per chiarire quale rischio sia connesso alla macchia nera, molto ampia, che ieri è comparsa alla foce del Chienti e si è poi diluita in mare.

Non si tratta di sversamento abusivo, ma di incidente.

Il digestato, sarebbe fuoriuscito in seguito alla rottura di un tubo che ha provocato lo scarico del materiale su un fosso secondario confluito verso l'Ete Morto, affluente del Chienti che ha trasportato il liquame in mare. Nell'azienda Ambruosi e Biscardi la Forestale ha effettuato controlli per verificare le autorizzazioni. Un fascicolo verrà aperto dalla Procura di Fermo per il reato di abbandono di rifiuti.



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

IL GIORNO
LODI

4500 MC DI DIGESTATO INVADONO LE AREE CIRCOSTANTI

Cervignano, 2 settembre 2013

Si spacca la vasca di liquami. Sversamento in due rogge.

Brutto risveglio, quello di stamattina, per Cervignano D'Adda dove due rogge generalmente utilizzate per irrigare i campi sono diventate di colore scuro. Questo a causa dello sversamento di liquami avvenuto per una rottura di impianti poco lontani. Sul posto vigili del fuoco, carabinieri, Consorzio nord lodigiano di polizia locale, Arpa, Asl e tecnici del Comune. Si attende la messa in sicurezza dell'area che per il momento è stata recintata e resa inaccessibile.



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

Siti in: HOME > CRONACA > ESCE LIQUIDO DALLA CENTRALE A BIOGAS...

Esce liquido dalla centrale a biogas, rischio inquinamento a Ciconicco FOTO - VIDEO

La rottura di una condotta dell'impianto a biogas di Ciconicco di Fagagna ha provocato una fuoriuscita di liquido potenzialmente inquinante nel rio Ruat. Sul posto i tecnici dell'Arpa

• Botta e risposta tra una cittadina e il sindaco di Fagagna

BIOGAS AMBIENTE ARPA

11 febbraio 2014

Consiglia Tweet 8+1



FAGAGNA. La rottura di una condotta dell'impianto a biogas di Ciconicco ha provocato una fuoriuscita di liquido potenzialmente inquinante nel rio Ruat.

La condotta serve un'ampia vasca dove sono stoccati i rifiuti liquidi della centrale.

In zona ci sono gli addetti dell'Arpa che stanno analizzando il liquido per capire se c'è pericolo di inquinamento e di che genere.

Il rio è ricoperto da una schiaba biancastra, sul posto stanno giungendo camion botte per recuperare il liquido ancora contenuto nella vasca, dal momento che la conduttore non è facilmente riparabile.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

MACERATA

CRONACA

il Resto del Carlino

POLITICA / SPOF

HOME PAGE > Macerata > Versamento di liquami, multa ad azienda che produce biogas. Erano finiti nel terreno

Versamento di liquami, multa ad azienda che produce biogas Erano finiti nel terreno

Gli scarti trovati a Fontemurata e Sarrocciano: Lazzarini e Cingolani della Campomaggio dovranno pagare 10.000 euro



ACCERTAMENTI polizia provinciale sul posto

31 31 1 1
Like Share Tweet 8+1

@BORDELLI-PAGNANELLI-PAOLO @Corridonia (Macerata), 22 maggio 2014 - I liquami prodotti dal biogas costano diecimila euro ad Antonio

Lazzarini e Carlo Cingolani, morrovallesi, rispettivamente institore e legale rappresentante della società Campomaggio. I fatti di cui erano stati

chiamati a rispondere erano avvenuti nel settembre del 2012. A Fontemurata di Morrovalle, e a Sarrocciano di Corridonia, gli agenti del Corpo forestale scoprono i liquami di scarto della produzione del biogas sparsi sul terreno, dopo averli raccolti in un fosso. Questa procedura però non era consentita né autorizzata, per questo entrambi sono andati sotto processo. Oggi in tribunale Lazzarini e Cingolani, difesi dagli avvocati Alessandra Piccini e Salvatore Santagata, hanno chiesto di chiudere la vicenda con un'oblazione, fissata in diecimila euro. Con il parere favorevole del Pm (avvocato Francesca D'Arienzo) il giudice Maupoli ha accettato questa conclusione e ha dichiarato estinto il reato.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

HOME PAGE > Lodi > Cede una tubatura nell'impianto a biogas, l'allarme dei cittadini: l'acqua è diventata nera.

Cede una tubatura nell'impianto a biogas, l'allarme dei cittadini: l'acqua è diventata nera

Commenti

A far scattare l'allarme sono state le numerose segnalazioni di cittadini tra Fombio e San Fiorano che, a partire da questa mattina hanno segnalato alle forze dell'ordine le acque che diventavano via via nerastre.



L'acqua nera

San Fiorano (Lodi), 14 febbraio 2014 - Un colatore del lodigiano è stato raggiunto da uno sversamento accidentale di digestato da biogas. A far scattare l'allarme sono state le numerose segnalazioni di cittadini tra Fombio e San Fiorano che, a partire da questa mattina hanno segnalato alle forze dell'ordine le acque che diventavano via via nerastre.

Per questo motivo la polizia provinciale si è immediatamente recata sul posto appurando che la causa dell'incidente: stando a quanto riportato, l'incidente sarebbe stato causato dalla rottura di una pompa di un impianto di biogas che avrebbe dovuto evitare lo sversamento convogliando il liquido in una vasca. "Si è rotta una pompa dell'impianto a biogas ma la proprietà si è attivata per rimediare", ha spiegato il sindaco di San Fiorano. La situazione è costantemente monitorata dagli agenti di polizia.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

Sversamento dalla centrale a biogas di Vedrana, il Comune racconta l'incidente

11 NOVEMBRE, 2014



Uno sversamento di liquame, a causa di un sensore in avaria, risolto nel giro di qualche giorno. L'incidente è successo lo scorso 20 ottobre alla centrale a biogas Geogeri di Vedrana.

Rondadina, nella frazione di Vedrana di Budrio. Nel nuovo numero del periodico comunale *Budrio Terra e Civiltà*, in arrivo nelle case dei budriesi questa settimana, l'amministrazione racconta cosa è successo in quei giorni e come è stato arginato l'incidente.

LO SVERSAMENTO

La mattina del 21 ottobre scorso alcuni cittadini, abitanti la frazione di Vedrana, telefonano in Comune allarmati e segnalano allagamenti alla centrale a biogas di Vedrana. Subito sul posto accorrono i tecnici dell'ufficio Ambiente insieme alla polizia municipale. Quel che raccontano è un'area della centrale "allagata da quello che, a tutti gli effetti, sembrava liquame fuoriuscito dall'impianto. Il liquido aveva invaso parte dei piazzali, l'intera vasca di laminazione delle acque piovane e, da qui, percorrendo la canaletta di scolo cominciava a riversarsi nel canale di bonifica Centonarola". Sul posto vengono chiamati anche i tecnici ARPA e gli operatori della Bonifica Renana.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Incidenti in impianti di digestione anaerobica
Lanciano, novembre 2016



Riproduzione

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica

Il Quotidiano

**FUGA DI METANO, ESPLOSIONE
NELL'IMPIANTO A BIOGAS DI FLAIBANO
NOVEMBRE 07, 2014**

Un'esplosione nel cuore della notte si è verificata nell'impianto a biogas di Flaibano. Con ogni probabilità a provocarla è stata una fuga di metano, che potrebbe avere percorso le canalette in cui passano i cavi elettrici, fino a raggiungere la cabina del telecontrollo. Il box – che ospitava un piccolo ufficio, quadri di controllo e i terminali elettronici per la telegestione – è andato distrutto. Fortunatamente al lavoro non c'era nessuno. L'allarme è scattato verso le 5:30 di oggi, quando un automobilista di passaggio ha visto l'incendio.

Le verifiche, da quanto si è appreso, si sono concentrate sulle tubature collegate al silos in cui il granturco trinciato viene lasciato a fermentare. Il biogas prodotto con questo processo e poi incanalato, quindi, sarebbe fuoriuscito andando a saturare gli spazi vuoti, tra cui le canalette dell'impianto elettrico. Il metano avrebbe così raggiunto le pertinenze della cabina di controllo, incontrando probabilmente un contatto del quadro elettrico o un'altra fonte di calore. Quindi l'esplosione.



Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Incidenti in impianti di digestione anaerobica



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

la Provincia
PRVESE

HOME CRONACA SPORT PALA E MUNDO TEMPO LIBERO AUTO PNEUMI SPETTACOLI ARTE E SPINOTTO SANNOI CINA L'OPINIONE

pieve fissiraga

Cade e muore nei silos del biogas

L'incidente alla cascina Mascarina, la vittima aveva 29 anni

8-1 0 Tweet 0 Consiglia 0 Email

PIEVE FISSIRAGA. Tragico incidente sul lavoro, ieri pomeriggio, alla cascina Mascarina di Pieve Fissiraga. Un operaio è caduto all'interno del silos dell'impianto biogas ed è morto sul colpo. Per Daniele Pedrazzini, un 29enne che abitava in provincia di Cremona, non c'è stato niente da fare. Il medico del 118, intervenuto sul posto, non ha potuto far altro che constatare il decesso. I carabinieri e l'Asl di Lodi hanno aperto un'inchiesta nel tentativo di chiarire l'esistenza di responsabilità. Non è da escludere che già oggi vengano notificati i primi avvisi di garanzia.





UN TARDIVO RICONOSCIMENTO PUO' PORTARE A

POSSIBILI CONSEGUENZE



Riproduzic

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

POSSIBILI CONSEGUENZE



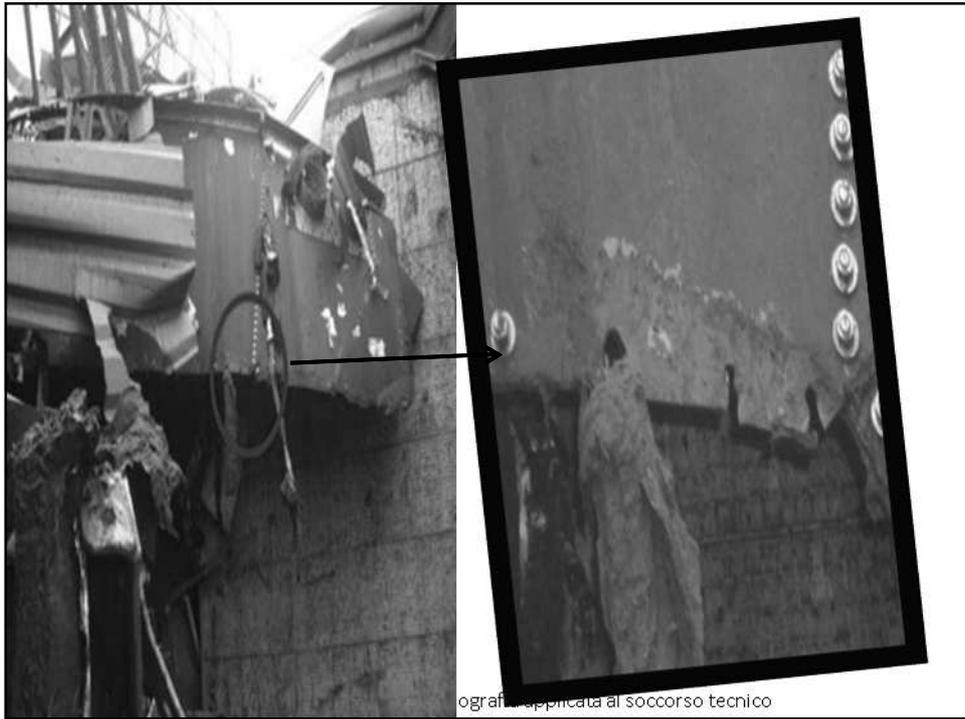
POSSIBILI CONSEGUENZE



INDIA GENNAIO 2013 - ESPLOSIONE CENTRALE BIOGAS - 2 PERSONE MORTE







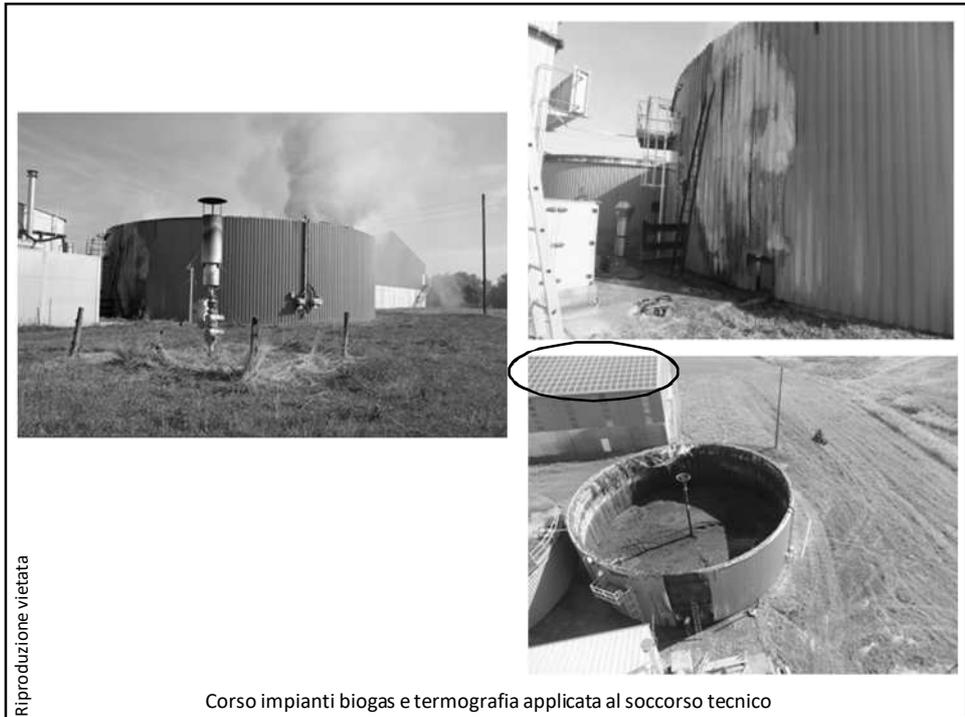
ografia applicata al soccorso tecnico



grafia applicata al soccorso tecnico



Termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzio

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzio

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproc

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Gestione e manutenzione

- Controllare il funzionamento dell'impianto (interno)
- Intervenire per eliminare i malfunzionamenti dei sistemi
- Ridurre al minimo la percentuale e i tempi di disservizio
- Tempestività di intervento
- Rapidità nella diagnosi del problema
- Perdita di produzione, quindi minor efficienza impianto



Fermo impianto

- Evento Previsto (conosco tempi e costi)
- Evento Imprevisto (NON conosco tempi e costi)



Da € 5.000 al giorno a € 0 al giorno

+

Costi ripristino

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Possibili scenari catastrofici

(mancato controllo/intervento dei dispositivi di sicurezza)

- Scoppio membrana gasometrica del post digestore con o senza incendio e con dispersione nell'atmosfera circostante dei gas di fermentazione
- Aumenti incontrollati di substrato nel digestore principale con probabile sollevamento della copertura in cemento (vengono a mancare i gradi di vincolo) e conseguente sversamento di prodotto all'esterno
- Eventuale presenza di sostanze tossiche, infiammabili, asfissianti lungo i tratti di tubazioni/raccordi e pozzetti



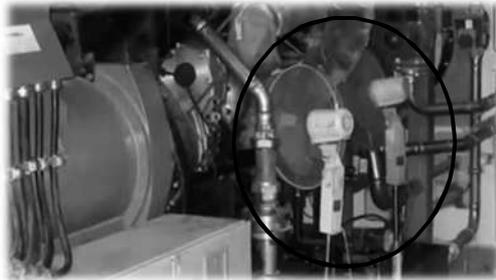
**Chi si accorge dei bulloni/viti allentate?
E quando?**

**Quali sono gli effetti delle vibrazioni e del calore?
Cedimenti strutturali?**



Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riprod



Qual è il motivo
del surriscaldamento?

Si sta sottovalutando
un problema?

Che effetto avrà
il surriscaldamento
sull'intero sistema?



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Analisi predittiva

Si sposta l'attenzione dall'analisi interna all'analisi esterna

Conoscere in anticipo i problemi dei macchinari e delle strutture,
analisi senza disturbare o interrompere la normale operatività d'esercizio

Rilevare segnali di eventuali anomalie,
prima del verificarsi di un guasto che possa fermare l'impianto

Si basa sulla reale conoscenza delle condizioni operative, per esempio:

- l'allentamento dei morsetti dei cavi elettrici provoca calore
- le parti soggette ad usura e attrito producono calore
- una sollecitazione strutturale eccessiva provoca calore
- una fuga di gas muove localmente l'aria

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Non-Destructive Testing

L'insieme delle tecniche e delle procedure che hanno come fine la valutazione delle difettosità nei materiali o manufatti e/o su parti di essi, senza doverli distruggere in tutto o in parte rendendoli inutilizzabili

Tap Testing
Magnetic Particle
Visual
Thermography
Liquid Penetrant
X-ray



Acoustic Microscopy
Ultrasonic
Microwave
Laser Interferometry
Eddy Current
Acoustic Emission
Replication
Flux Leakage

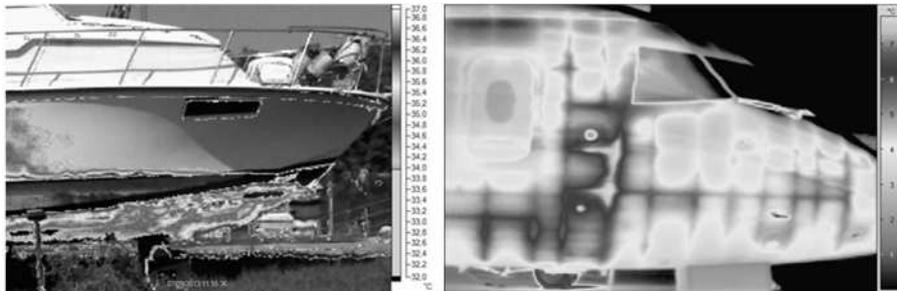
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Non-Destructive Testing

- verificare stato di efficienza e conservazione
- anticipare la rottura di materiali e manufatti
- prevenire danni economici derivanti da eventuali incidenti
- garantire un elevato grado di sicurezza per chi ne fa uso

UNI EN ISO 9712 formazione, qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive
-> metodi, tecniche, istruzioni, procedure



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

UNI EN ISO 9712

Metodi Trattati

Metodo PND	Abbreviazioni
Emissione Acustica	AT
Correnti indotte	ET
Termografia infrarossi	TT
Rivelazione di fughe	LT
Particelle magnetiche	MT
Liquidi penetranti	PT
Radiografia	RT
Estensimetro	ST
Ultrasuoni	UT
Visivo	VT

Il termine "industriale" (citato nella normativa) implica l'esclusione delle applicazioni nel campo della medicina o del soccorso.

Il sistema si può applicare anche ad altri metodi PND a condizione che esista uno schema completo di certificazione e che il metodo o la tecnica siano trattati da norme internazionali, regionali o norme nazionali, o che l'efficacia dei nuovi metodi o tecniche PND sia stata dimostrata in modo soddisfacente per l'organismo di certificazione.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Leggi fisiche di riferimento

Il calore è una forma di energia che si trasferisce tra due corpi, o tra due parti di uno stesso corpo, che si trovano in condizioni termiche diverse.

Il calore è quindi un'energia in transito

Fluisce sempre dai punti a temperatura maggiore a quelli a temperatura minore, finché non si raggiunge l'equilibrio termico, ovvero i due corpi non raggiungono la stessa temperatura.

La temperatura è invece un indice di agitazione molecolare.

Il calore si misura in Joule

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Leggi fisiche di riferimento

Conduzione: legge di Fourier

La conduzione di calore avviene tra corpi a temperatura differente, in diretto contatto tra loro.

La capacità di un mezzo di far fluire il calore è determinata dalla sua conduttività termica k .

Il trasferimento di calore per conduzione segue la legge di Fourier:

$$\Phi = \frac{Q}{A} = \frac{k (T_i - T_e)}{L}$$

Q/A è il flusso di calore [W/m²]

k è la conduttività termica [W/(m K)]

L è lo spessore del materiale rispetto alla direzione del calore [m]

T_i e T_e sono le temperature interna ed esterna [°C o K]

Il corpo si definisce un buon conduttore quando la conduttività termica è elevata.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Leggi fisiche di riferimento

Convezione: legge di Newton

Il trasferimento termico per convezione è tipico dei fluidi.

Esempio: acqua calda messa a scaldare all'interno di un recipiente. Il fondo è caldo, l'acqua a contatto si riscalda e aumenta di volume (diminuisce la sua densità). Per il principio di Archimede viene spinta verso l'alto e sostituita da acqua più fresca (più densa). Convezione naturale.

Convezione forzata: tramite pompe o ventilatori in modo artificiale

$$\frac{Q}{A} = h_c (T_s - T_{\text{fluido}})$$

T_s temperatura della superficie

T_{fluido} temperatura del fluido

h_c coefficiente di trasferimento del calore di convezione (un numero empirico pari all'inverso della resistenza al flusso di convezione). Va valutato di volta in volta. Dipende da velocità del flusso, orientamenti, condizioni della superficie, viscosità aria e fluido.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Leggi fisiche di riferimento

Irraggiamento: legge di Stefan-Boltzmann

Il trasferimento per irraggiamento non richiede il contatto o l'adiacenza ma esclusivamente la presenza di una linea di vista tra i due corpi.

Dipende dalla capacità di emissione elettromagnetica e dalla capacità di assorbimento

Si propaga alla velocità della luce

Trasferisce calore secondo la differenza tra le quarte potenze della temperatura assoluta

Può avvenire anche nel vuoto (che è il mezzo migliore per l'irraggiamento)

$$\Phi = \frac{Q}{A} = \varepsilon_1 \varepsilon_2 (T_1^4 - T_2^4)$$

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Leggi fisiche di riferimento

Ogni oggetto con una temperatura sopra lo zero assoluto emette raggi infrarossi.

Questi raggi infrarossi sono invisibili all'occhio umano.

Come ha dimostrato il fisico Max Planck nel lontano 1900, esiste una correlazione tra la temperatura di un corpo e l'intensità dei raggi infrarossi che emette.

Una termocamera misura i raggi infrarossi ricevuti nel suo campo visivo.

In base a questi, calcola la temperatura dell'oggetto da misurare.

Il calcolo tiene conto dell'emissività della superficie dell'oggetto da misurare e della compensazione della temperatura riflessa, entrambe variabili che possono essere impostate manualmente nella termocamera.

Ogni pixel del rilevatore rappresenta un punto termico che viene mostrato sul display come un'immagine in falsi colori.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

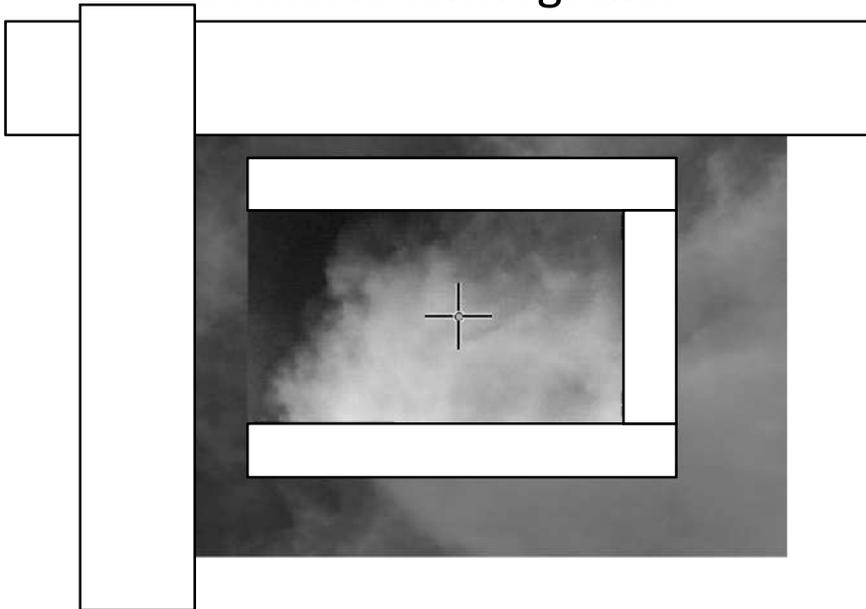
Contesto termografico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Contesto termografico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

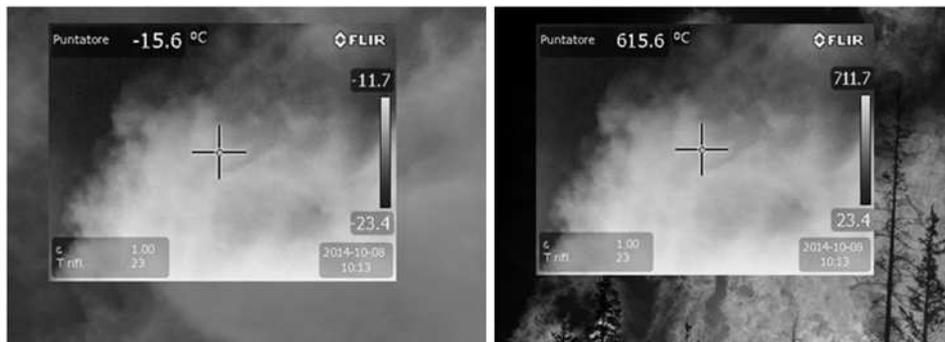
Contesto termografico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Contesto termografico



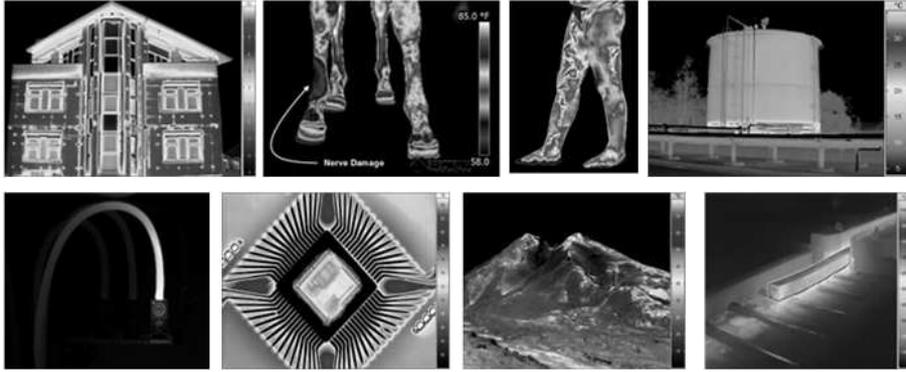
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Definizione di termografia ad infrarosso

È la tecnica che permette una rappresentazione per immagini di oggetti attraverso il rilevamento dell'emissione della loro radiazione infrarossa.

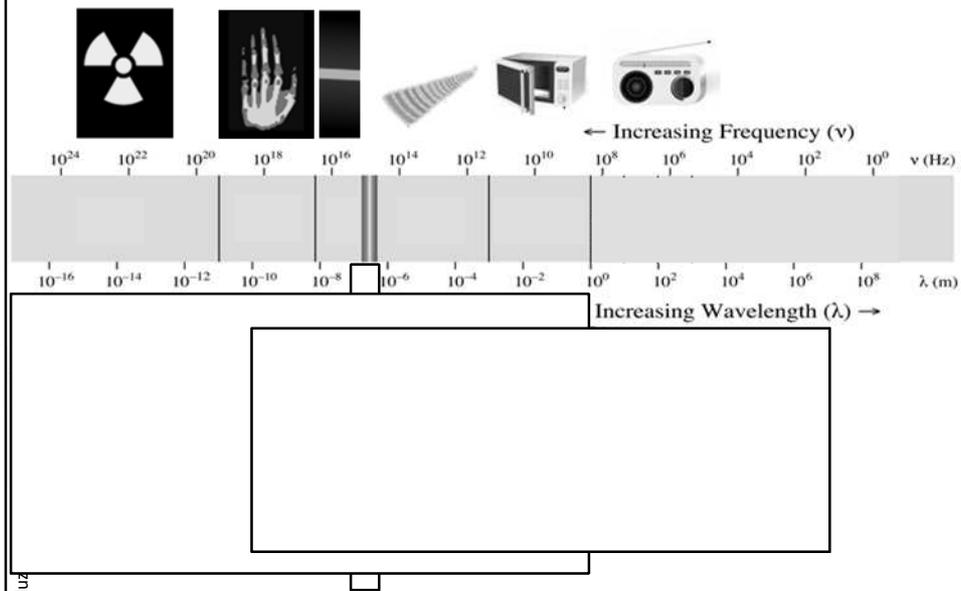
La radiazione IR viaggia attraverso lo spazio alla velocità della luce e può essere: riflessa, rifratta, assorbita ed emessa.



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Spettro onde elettromagnetiche



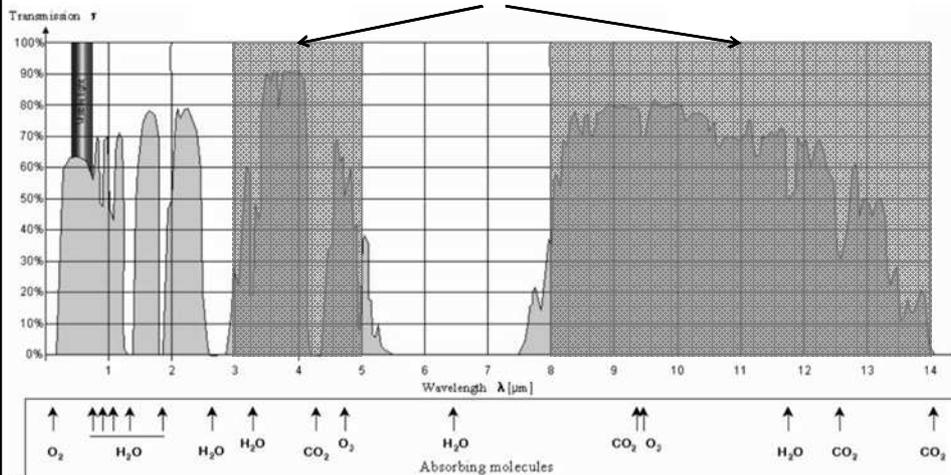
Riproduz

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Bande spettrali

L'energia IR si propaga, dalla sorgente verso l'osservatore, attraverso l'atmosfera alla velocità della luce ed ha un comportamento simile alla luce visibile

Finestre atmosferiche



Riproduzic

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Infrarosso

Emissività (ϵ)

L'emissività è un indicatore della capacità di un materiale di emettere (emanare) raggi infrarossi.

Varia in base alle proprietà superficiali, al materiale e, per alcuni materiali, anche in base alla temperatura dell'oggetto di misura

Emissività massima: $\epsilon = 1$ (non si verifica mai nella realtà)

Corpi reali: $\epsilon < 1$, perché i corpi reali non solo emettono, ma anche riflettono ed eventualmente trasmettono le radiazioni.

Molti materiali non metallici (es. PVC, cemento, sostanze organiche) hanno un'emissività elevata nella gamma di infrarossi a onda lunga che non dipende dalla temperatura (ϵ circa da 0,8 a 0,95).

I metalli, in particolare quelli con una superficie lucida, hanno una bassa emissività che varia con il variare della temperatura e può essere impostata manualmente nella termocamera.

Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Infrarosso

Fattore di riflessione (ρ)

Il fattore di riflessione è una misura della capacità di un materiale di riflettere i raggi infrarossi.

ρ dipende dalle proprietà superficiali, dalla temperatura e dal tipo di materiale.

In generale, le superfici lisce e lucide riflettono più delle superfici ruvide e opache fatte dello stesso materiale.

La temperatura riflessa può essere impostata manualmente nella termocamera.

Fattore di trasmissione (τ)

Il fattore di trasmissione è una misura della capacità di un materiale di trasmettere (lasciar passare) i raggi infrarossi.

τ dipende dal tipo e dallo spessore del materiale.

La maggior parte dei materiali non sono trasmissivi nel campo IR.

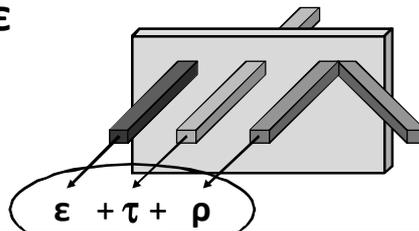
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Emissione + Trasmissione + Riflessione = 1

$\epsilon + \tau + \rho = 1$ Legge di Kirchhoff

$\rho = 1 - \epsilon$



$$E_{ogg.} = \sigma \epsilon_{ogg.} T_{ogg.}^4$$

$$E_{rifl.} = \sigma \rho_{ogg.} T_{rifl.}^4$$

$$E_{cam.} = E_{ogg.} + E_{rifl.}$$



- Maggiore è l'emissività, più reale è la lettura della temperatura dell'oggetto
- Minore è l'emissività, più reale è la lettura della temperatura ambiente riflessa

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Correlazione tra emissione e riflessione

$$\rho = 1 - \epsilon$$

1. Gli oggetti di misura con emissività elevata ($\epsilon \geq 0,8$)
 - hanno un fattore basso di riflessione (ρ): $\rho = 1 - \epsilon$
 - la loro temperatura può essere misurata molto facilmente con la termocamera.
2. Gli oggetti di misura con emissività media ($0,8 < \epsilon < 0,6$)
 - hanno un fattore medio di riflessione (ρ): $\rho = 1 - \epsilon$
 - la loro temperatura può essere misurata con la termocamera.
3. Gli oggetti di misura con emissività bassa ($\epsilon \leq 0,6$)
 - hanno un fattore elevato di riflessione (ρ): $\rho = 1 - \epsilon$
 - la loro temperatura può essere misurata con la termocamera, ma i risultati devono essere esaminati molto attentamente
 - è fondamentale impostare correttamente la compensazione della temperatura riflessa (RTC), in quanto è un fattore importante nel calcolo della temperatura.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Correlazione tra emissione e riflessione

$$\rho = 1 - \epsilon$$

Assicurarsi che l'impostazione dell'emissività sia corretta è particolarmente importante se vi sono grandi differenze di temperatura tra l'oggetto di misura e l'ambiente di misura.

1. Se la temperatura dell'oggetto di misura è superiore alla temperatura ambiente:
 - Impostazioni di emissività eccessivamente alte determinano letture della temperatura eccessivamente basse.
 - Impostazioni di emissività eccessivamente basse determinano letture della temperatura eccessivamente alte.
2. Se la temperatura dell'oggetto di misura è inferiore alla temperatura ambiente:
 - Impostazioni di emissività eccessivamente alte determinano letture della temperatura eccessivamente alte.
 - Impostazioni di emissività eccessivamente basse determinano letture della temperatura eccessivamente basse.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Immagini termografiche

L'energia incidente sul sensore viene elaborata dall'elettronica della termocamera in modo da formare un'immagine.

Il termogramma è un'immagine bidimensionale visualizzata mediante una scala di falsi colori, in diverse palette cromatiche selezionabili dall'utente.

La termocamera non misura la temperatura, ma l'energia che riceve attraverso l'obiettivo.

E' l'operatore che effettua la misura della temperatura.

In fase di post-processing non posso cambiare (FORD = FOCUS, Range, Distance)

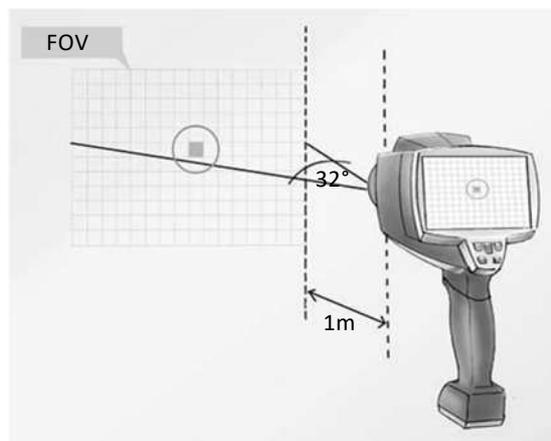
- Focus: messa a fuoco ottica
- Range: intervallo di calibrazione (non intervallo termico)
- Distance: distanza di ripresa (zoom digitale non aggiunge informazioni radiometriche)

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Il campo visivo della termocamera

Il campo visivo (FOV) della termocamera descrive l'area visibile con la termocamera. Questa è determinata dalla lente usata (es. lente grandangolare a 32°, il teleobiettivo a 12°).



Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Immagini termografiche

Risoluzione Termica

La risoluzione termica di uno strumento termografico è la minima differenza di temperatura apparente (delta termico) tra due punti adiacenti, che la termocamera riesce a rilevare (influenzata dalla catena di misura del sensore, elettronica di controllo)

Risoluzione Geometrica

Dimensione in pixel del sensore della termocamera. La risoluzione geometrica è determinante per la scelta della macchina e relativo campo di applicazione.

Un'immagine digitale è formata da pixel.

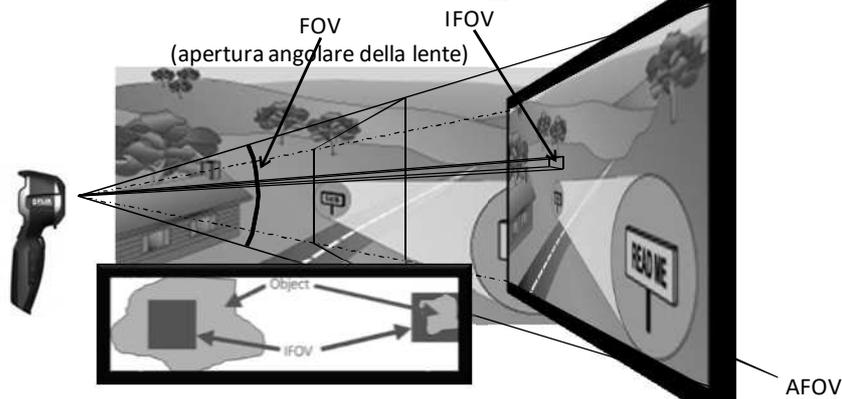
Un elevato numero di pixel permette di individuare piccole anomalie anche a grandi distanze.

Ad una distanza prefissata, con lo stesso campo inquadrato, si ottiene una migliore risoluzione con più alto numero di pixel.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Qual è l'oggetto più piccolo che posso misurare con una termocamera?



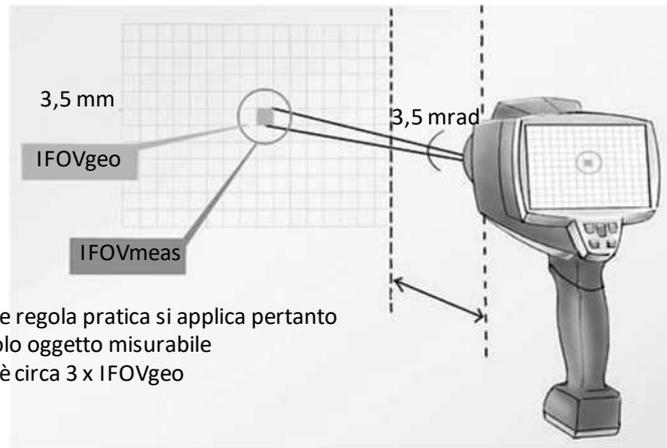
Resolution: 320 x 240 pixels									
Field of view in degrees: 18.4									
D --->	0.50	1.00	2.00	5.00	10.00	25.00	50.00	100.00	m
HFOV	0.16	0.33	0.65	1.63	3.25	8.13	16.26	32.52	m
VFOV	0.12	0.24	0.49	1.22	2.44	6.10	12.20	24.39	m
IFOV	0.51	1.02	2.03	5.08	10.16	25.41	50.81	101.63	mm

Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Con una risoluzione spaziale della lente di 3,5 mrad e una distanza di misura di 1 m, il più piccolo oggetto identificabile (IFOVgeo) ha una lunghezza del lato di 3,5 mm e viene mostrato sul display come un pixel.

Per ottenere una misura precisa, l'oggetto di misura deve essere da 2 a 3 volte più grande del più piccolo oggetto identificabile (IFOVgeo).



La seguente regola pratica si applica pertanto al più piccolo oggetto misurabile IFOVmeas è circa 3 x IFOVgeo

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Immagini termografiche

Range

Impostazione della macchina al disopra e al disotto della quale non è possibile utilizzare la termocamera

Span (Campo)

Intervallo effettivamente utilizzato detto anche "contrasto termico"

Livello

Punto centrale del campo detto anche "luminosità termica"

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Specifications	Point & Shoot				Performance		
	E4	E5	E6	E8	E40	E50	E60
Model							
Accuracy		±2°C (±3.6°F) or ±2% of reading			±2°C (±3.6°F) or ±2% of reading		
Thermal Resolution	4,800 (80 x 60)	10,800 (120 x 90)	19,200 (180 x 120)	76,800 (320 x 240)	19,200 (180 x 120)	43,200 (240 x 180)	76,800 (320 x 240)
Thermal Sensitivity	<0.15°C	<0.10°C			<0.06°C		
Temperature Range	-4° F to 482°F (-20° to 250°C)				-4° F to 1,202°F (-20°C to 650°C)		
Measurement Presets	2 presets: center spot; no measurements	4 presets: center spot; hot spot; cold spot; no measurements			7 presets: center spot; hot spot (box max); cold spot (box min); 3 spots; hot spot - spot (box max + spot + delta); hot spot - temperature (box max + ref temp + delta); no measurements		
User Presets							
Spot Mode	Center/Fixed				3 moveable		
Area Mode							
Profile							
Color Alarm (isotherm)	Blue below or red above				Blue below, red above, yellow interval		
Frame Rate	9 Hz				60 Hz		
Field of View	45° x 34°				25° x 19°		
Optional Lenses					15" Telephoto; 45" Wide Angle		
Focus	Focus free				Manual		
Continuous Auto Focus							
Min. Focus Distance	1.6 ft. (0.5 m)				1.31 ft. (0.4 m)		
Radiometric JPEG via USB	*	*	*	*	*	*	*
Radiometric JPEG to SD Card					*	*	*
MPEG4 to SD (non-radiometric IR)					*	*	*
MPEG4 via USB (non-radiometric IR/Visual)					*	*	*
Radiometric streaming via USB					*	*	*
Display Size	3.0"				3.5"		
Touchscreen					*	*	*
Auto Orientation					*	*	*
MSX Thermal Image Enhancement	*	*	*	*	*	*	*
Viewfinder							
Color (Palettes)	3: Iron, Rainbow, and Gray				7: Arctic, White hot, Black hot, Iron, Lava, Rainbow, and Rainbow High Contrast		
Battery Operating Time	>4 hrs				>4 hrs		
Built-in Digital Camera	640 x 480				3.1 MP		

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Specifications	High-Performance				
	T420	T440	T600	T620	T640
Model					
Accuracy	±2°C (±3.6°F) or ±2% of reading				
Thermal Resolution	76,800 (320 x 240)	172,800 (480 x 360)	307,200 (640 x 480)		
Thermal Sensitivity	<0.045°C @ 30°C		<0.04°C @ 30°C		
Temperature Range	-4°F to 1,202°F (-20°C to 650°C) Optional to 2,192°F (1,200°C)	-4°F to 2,192°F (-20°C to 1,200°C)	-40°F to 1,202°F (-40°C to 650°C)	-40°F to 1,202°F (-40°C to 650°C) Optional to 3,632°F (2,000°C)	-40°F to 3,632°F (-40°C to 2,000°C)
Measurement Presets	7 presets: center spot; hot spot (box max); cold spot (box min); 3 spots; hot spot - spot (box max + spot + delta); hot spot - tempera- ture (box max + ref temp + delta); no measurements				
User Presets					
Spot Mode	5 moveable		10 moveable		
Area Mode					
Profile					
Color Alarm (isotherm)	Blue below, red above, yellow interval				
Frame Rate	60 Hz		30 Hz		
Field of View			25° x 19°		
Optional Lenses	6", 15" tele, 45" & 80" Wide; Close up: 100 µm, 50 µm		7" & 15" tele, 45" & 80" Wide; Close up: 100 µm, 50 µm, 25 µm		
Focus	Manual & Automatic				
Continuous Auto Focus					
Min. Focus Distance	1.31 ft. (0.4 m)		0.82 ft. (0.25 m)		
Radiometric JPEG via USB	*	*	*	*	*
Radiometric JPEG to SD Card				*	*
MPEG4 to SD (non-radiometric IR)				*	*
MPEG4 via USB (non-radiometric IR/Visual)				*	*
Radiometric streaming via USB				*	*
Display Size	3.5"		4.3"		
Touchscreen	*	*	Capacitive touch screen	Capacitive touch screen	Capacitive touch screen
Auto Orientation	*	*	*	*	*
MSX Thermal Image Enhancement	*	*	*	*	*
Viewfinder					
Color (Palettes)	7: Arctic, White hot, Black hot, Iron, Lava, Rainbow, and Rainbow High Contrast				
Battery Operating Time	>4 hrs		>2.5 hrs		
Built-in Digital Camera	3.1 MP		5 MP		

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Emissività

Capacità di un corpo di irradiare energia termica in relazione alla sua temperatura reale

Numero adimensionale compreso tra 0 ed 1

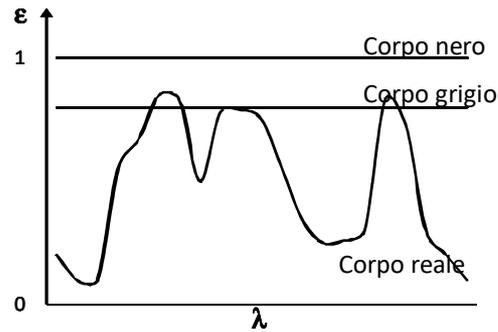
Solo il corpo nero ha $\epsilon = 1$ (emette ed assorbe il 100% dell'energia che possiede)

Il corpo nero è un oggetto ideale e non esiste in realtà

Tutti gli oggetti in natura hanno $\epsilon < 1$

Nella realtà dipende da

- lunghezza d'onda
- temperatura superficiale
- angolo di emissione
- forma del corpo
- tipo di materiale
- finitura superficiale
- NO COLORE



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Precisazioni

Colore / Emissività

Il colore visibile non è una variabile che influenza l'emissività.

Il colore visibile è il modo con cui una superficie riflette ed assorbe la luce visibile.

I raggi infrarossi emessi dipendono dalla temperatura e non dal colore della superficie dell'oggetto di misura.

Un calorifero verniciato di nero, per esempio, emette esattamente la stessa quantità di raggi infrarossi di un calorifero verniciato di bianco alla stessa temperatura.

Le Termocamere IR non percepiscono la luce visibile pertanto non sono influenzate dal colore.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Precisazioni

Sporco e corpi estranei sulla superficie

Lo sporco sulla superficie dell'oggetto di misura, come ad esempio polvere, fuliggine od olio lubrificante, generalmente aumenta l'emissività della superficie.

Per questo motivo, misurare oggetti sporchi non crea di solito problemi.

Tuttavia, la termocamera misura sempre la temperatura della superficie, vale a dire dello sporco, e non la temperatura esatta della superficie dell'oggetto di misura sottostante.

L'immagine termica mostra la distribuzione della temperatura sulla superficie di un oggetto.

Con una termocamera non è possibile vedere dentro o addirittura attraverso gli oggetti.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Precisazioni

Luce

La luce o l'illuminazione non hanno un impatto significativo sulla misura con una termocamera. Si possono effettuare misure anche al buio, in quanto la termocamera misura i raggi infrarossi a onda lunga.

Tuttavia, alcune fonti luminose emettono esse stesse raggi infrarossi di calore e possono quindi influenzare la temperatura degli oggetti nelle loro vicinanze.

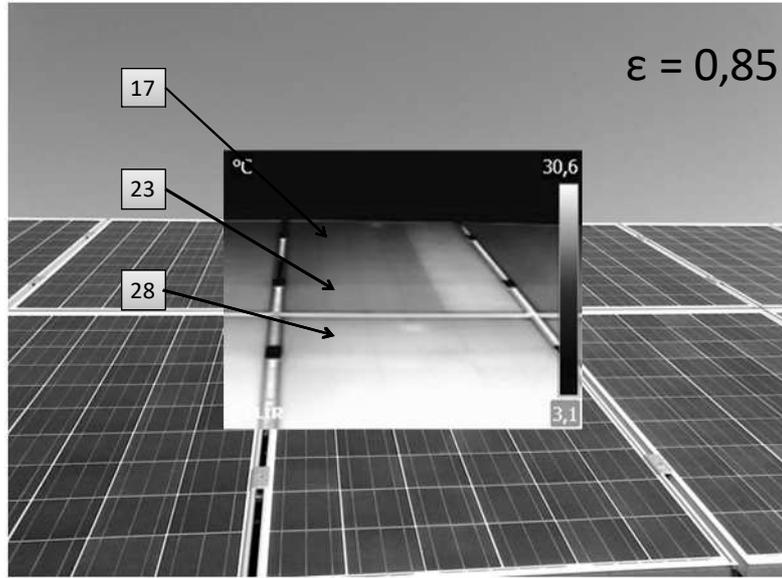
Non bisogna quindi misurare alla luce diretta del sole o vicino a un bulbo luminoso incandescente, per esempio.

Le fonti di luce fredda come ad esempio i LED o le luci al neon non sono problematiche, in quanto convertono la maggior parte dell'energia usata in luce visibile e non in raggi infrarossi.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

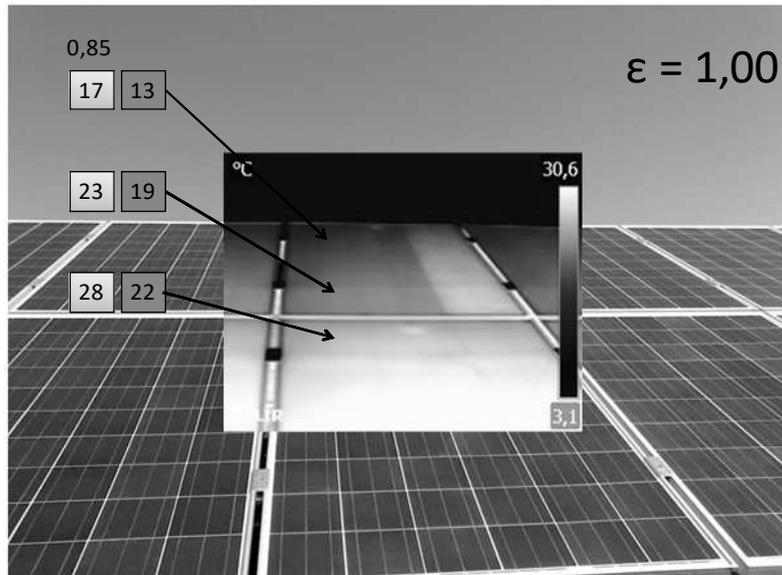
**Emissività
Angolo di ripresa**



Riproduzione vietata

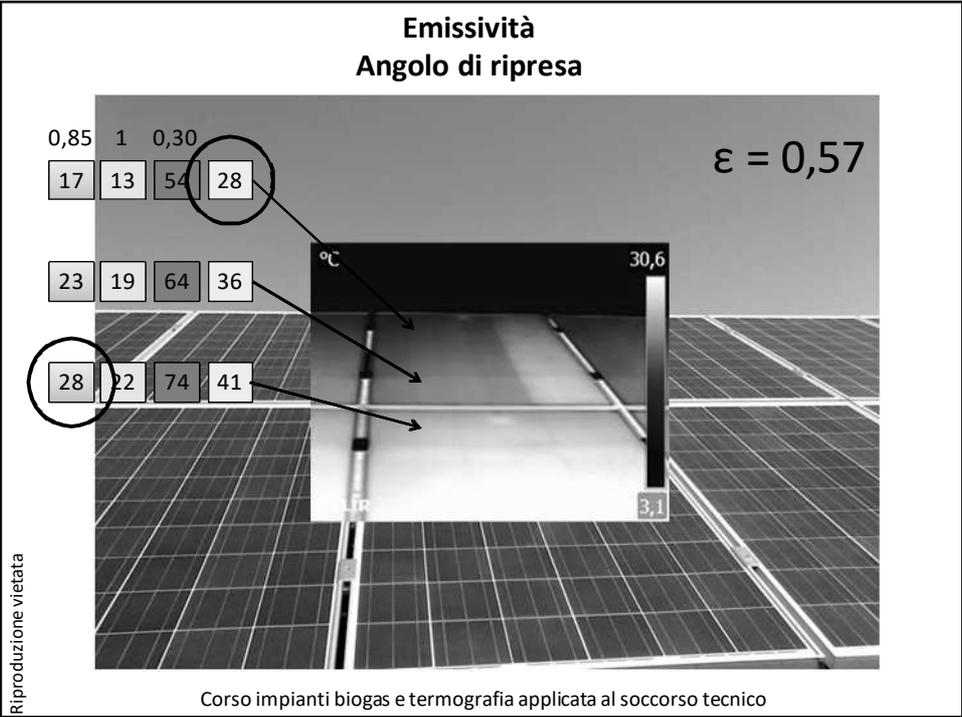
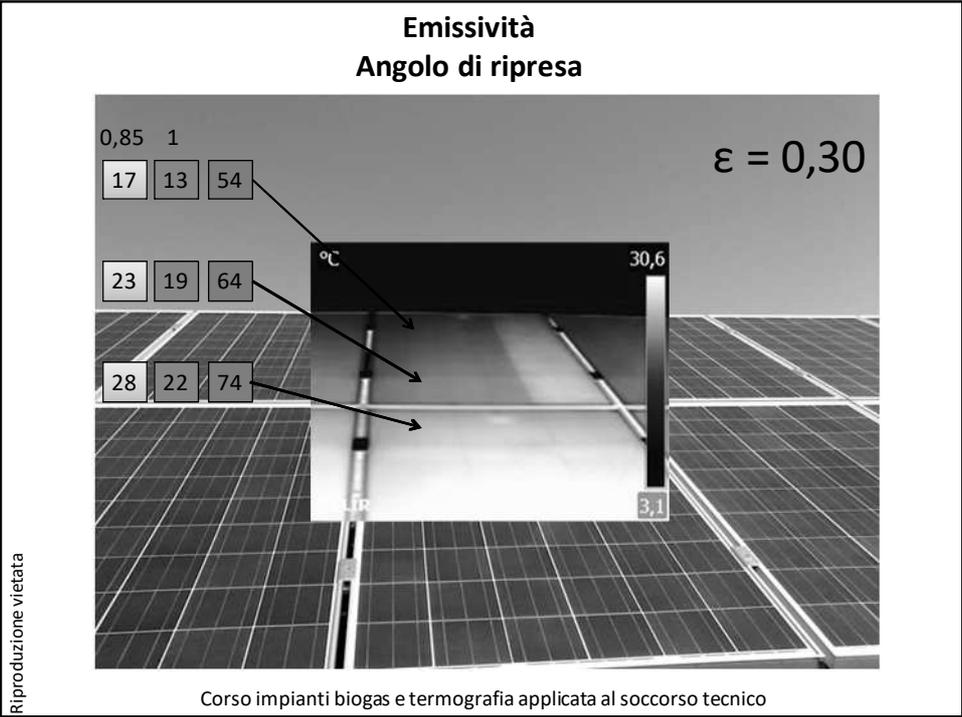
Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

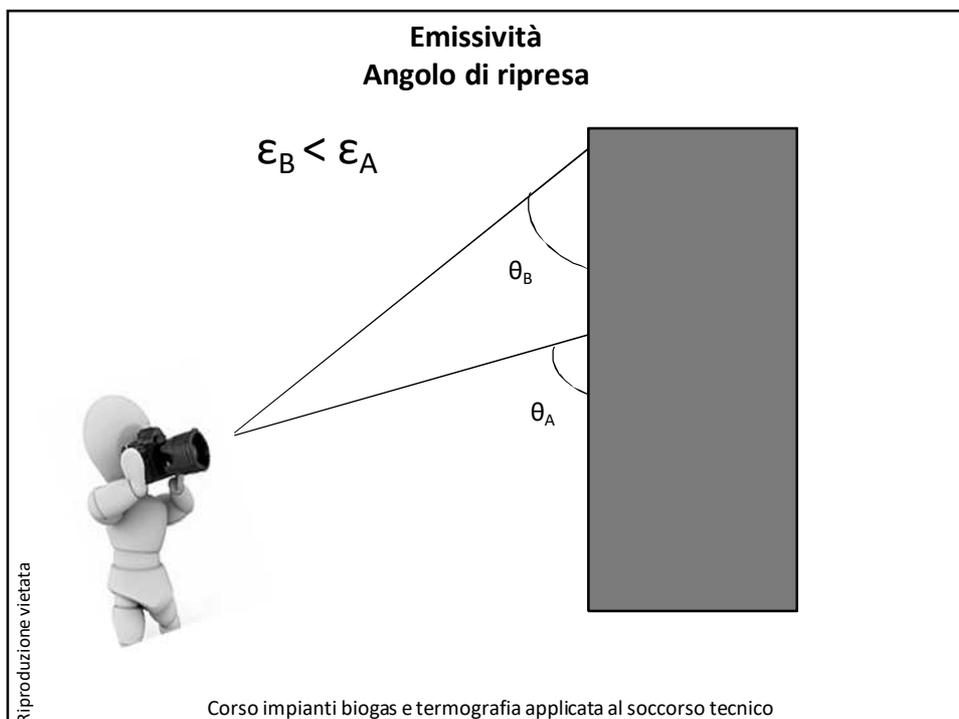
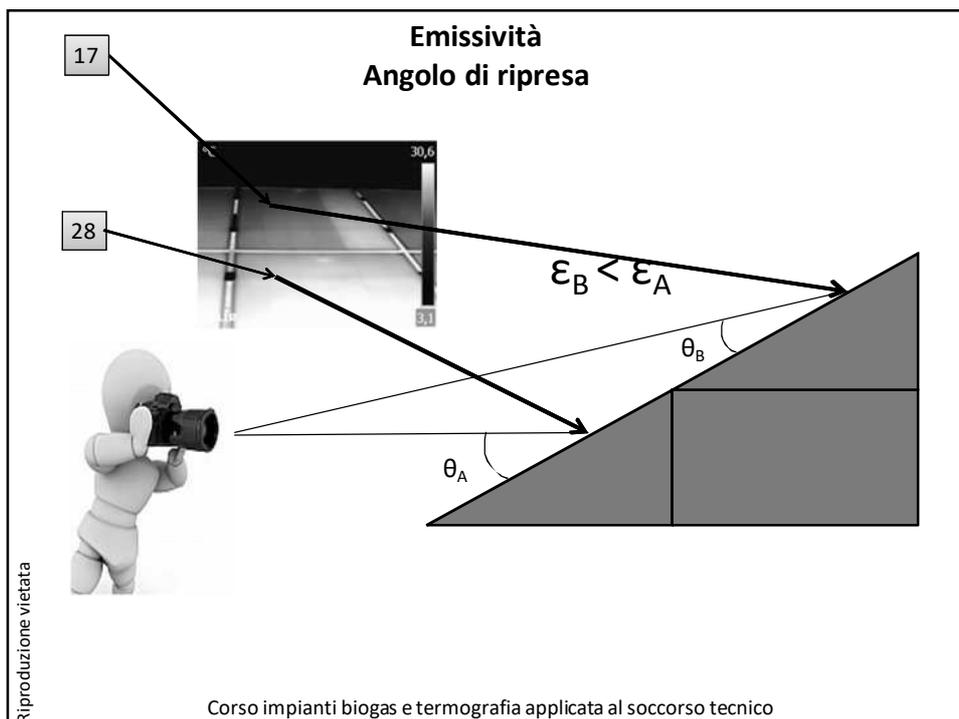
**Emissività
Angolo di ripresa**



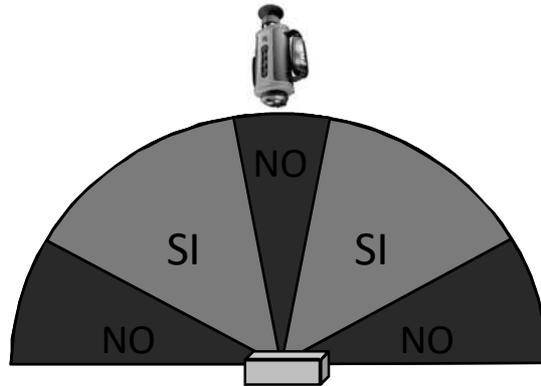
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico





Angolo di ripresa



Compreso tra 20° e 50° per materiali edili
Ex: Si stringe per pannelli fotovoltaici

Cosa accade se riprendiamo con un angolo prossimo allo 0?
Non ci accorgiamo della riflessione prodotta dal nostro corpo
Quale è un vantaggio di riprendere con un angolazione inclinata di circa 30°-40°?
Possiamo riconoscere le riflessioni muovendoci con il corpo e la strumentazione

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

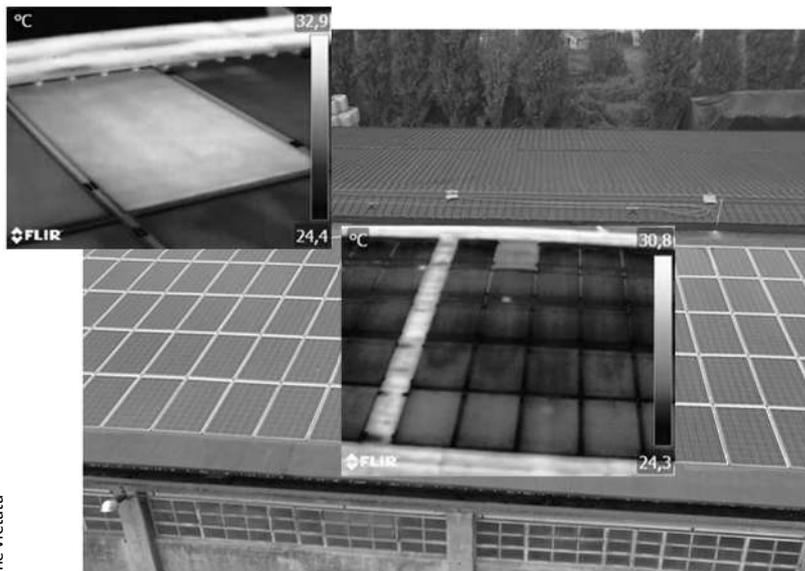
Angolo di ripresa



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Angolo di ripresa



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

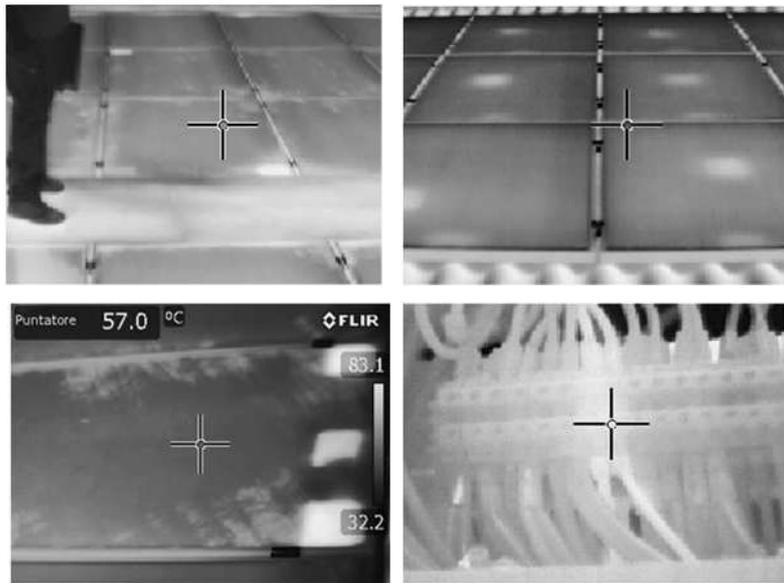
Analisi termografica



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

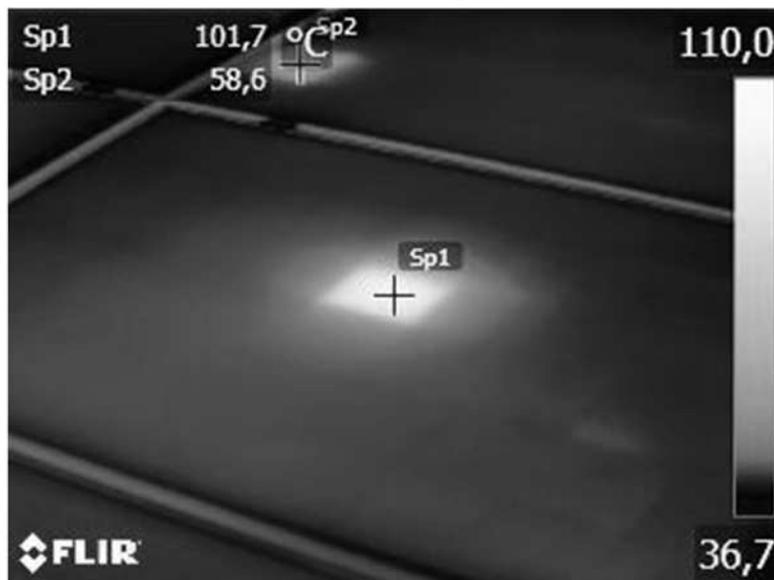
Analisi termografica



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

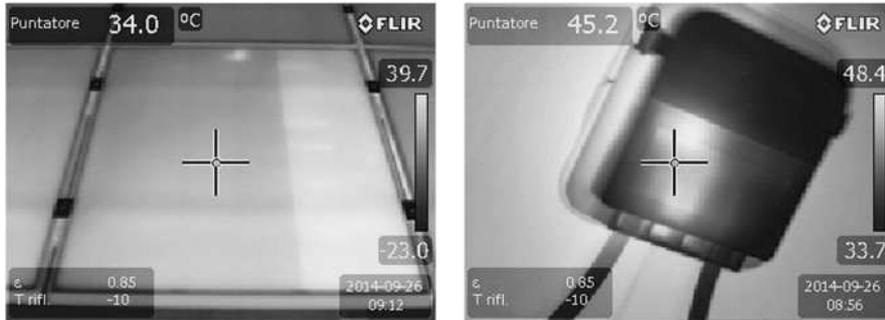
Analisi termografica



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Analisi termografica



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Analisi termografica

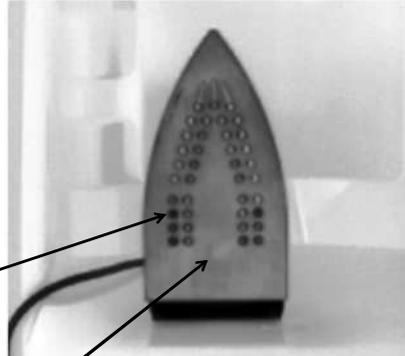
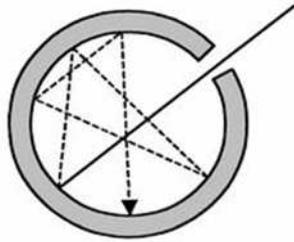


Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Forma del materiale

Fori e forme concave causano riflessioni multiple al loro interno
Quindi si ha un aumento di emissività!



5,5°C
 $\epsilon = 1$

5,1°C
 $\epsilon = 0,97$

16°C
 $\epsilon = 1$

4,9°C
 $\epsilon = 0,2$

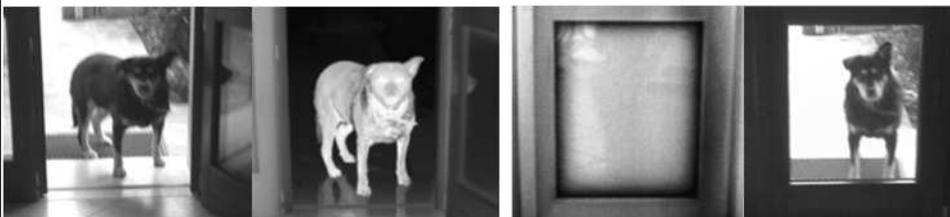
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Trasmissività del materiale

Un corpo opaco ha un fattore di trasmissione = 0
Ovvero l'energia non lo può attraversare

Un corpo parzialmente trasparente ha un fattore di trasmissione > 0
Ovvero parte dell'energia può attraversarlo



- Il vetro in funzione del suo spessore ha una buona trasmissività fino a ca 3 μ m;
- La sua trasmissività cala bruscamente da 5 μ m dove è opaco
- Volendo effettuare una misura attraverso una lastra di vetro è necessaria una termocamera sensibile alle SW
- Le ottiche della termocamera devono essere trasparenti nella banda utilizzata (ove il sensore ha la massima sensibilità) -> germanio

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Trasmissività del materiale

L'occhio umano vede attraverso il vetro, ma il vetro è opaco ai raggi infrarossi. Pertanto, la termocamera misura solo la temperatura superficiale del vetro e non la temperatura dei materiali dietro ad esso. Il vetro è però trasmissivo per le radiazioni a onda corta, come la luce solare. Bisogna quindi considerare che i raggi del sole che passano attraverso la finestra, per esempio, potrebbero riscaldare l'oggetto di misura.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Trasmissività del materiale



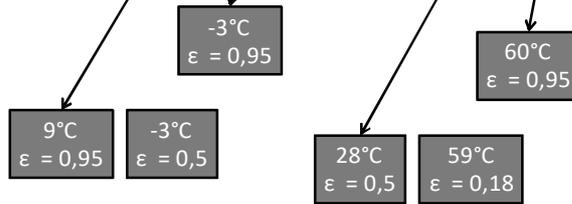
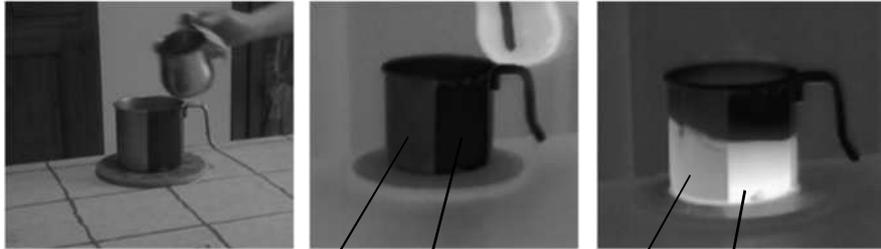
Finestre IR



Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Temperatura del materiale

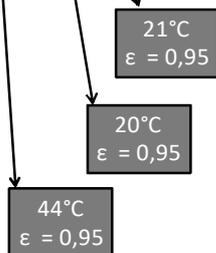
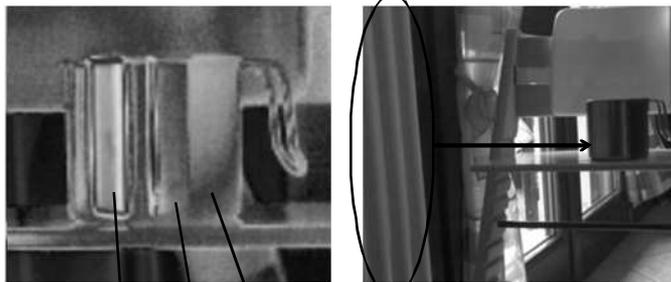


La differenza di temperatura destra – sinistra è solo apparente (cambia ϵ)

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Tipo di materiale e riflessioni ambiente circostante



Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Temperatura riflessa

I metalli, in particolare quelli con una superficie lucente, sono forti riflettori di raggi infrarossi a onda lunga. Essi hanno un'emissività estremamente bassa, che cambia con la temperatura.

Misurarne la temperatura con una termocamera presenta pertanto dei problemi.

Oltre alla regolazione dell'emissività, l'impostazione corretta della temperatura riflessa è particolarmente importante.

Se i metalli sono verniciati, misurare non comporta problemi in quanto le vernici hanno generalmente un'emissività elevata.

Tuttavia, anche in questo caso bisogna prestare attenzione alle riflessioni della radiazione ambiente.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

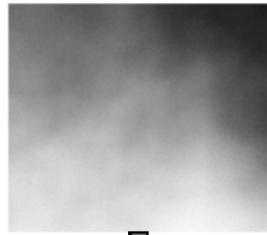
Temperatura riflessa



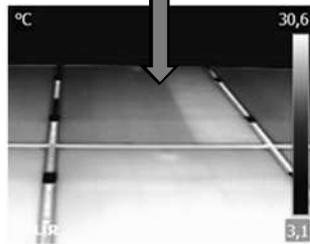
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Temperatura riflessa



Cielo nuvoloso
Un cielo coperto di nuvole offre le condizioni ideali per le misure degli infrarossi all'aperto, in quanto scherma l'oggetto dalla luce solare e dalla "radiazione celeste diffusa fredda"
Eseguire preferibilmente le misure in presenza di nuvole fitte.



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

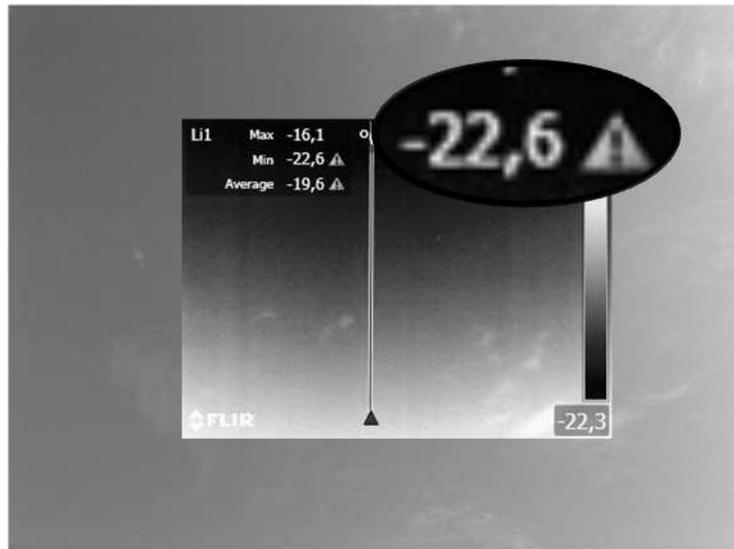
Temperatura riflessa



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

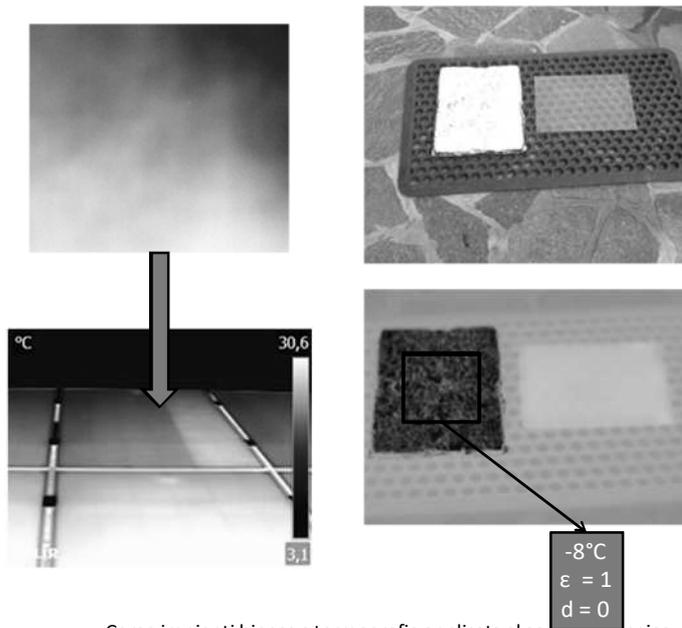
Temperatura riflessa



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Temperatura riflessa



Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Dall'energia alla temperatura

Fondamentali per la corretta misura della temperatura:

EMISSIVITA'

L'emissività è la capacità di una superficie di emettere nell'infrarosso

TEMPERATURA APPARENTE RIFLESSA (T_{rifl})

Ciò che viene riflesso dalla superficie verso la termocamera

E' l'operatore che determina l'Emissività e la T_{rifl} quindi introduce i valori nella termocamera

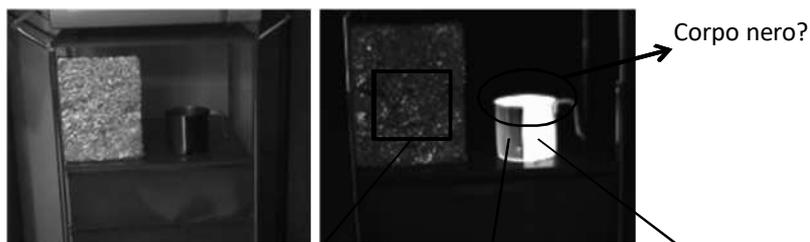
NON E' AUTOMATICO

Inserendo valori errati, è possibile incorrere in gravi errori!

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

Trifl, Emissività, Temperatura



$T_{rifl} = 21^{\circ}\text{C}$
 $\epsilon = 1$
 $d = 0$

$T = 22^{\circ}\text{C}$
 $T_{rifl} = 21^{\circ}\text{C}$
 $\epsilon = 1$
 $d = 2$

$T = 47^{\circ}\text{C}$
 $T_{rifl} = 21^{\circ}\text{C}$
 $\epsilon = 0,18$
 $d = 2$

$T = 50^{\circ}\text{C}$
 $T_{rifl} = 21^{\circ}\text{C}$
 $\epsilon = 0,95$
 $d = 2$

Per misurare la temperatura della radiazione riflessa, posizionare il radiatore di Lambert vicino all'oggetto di misura o sullo stesso piano.

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

E nel soccorso vale tutto quello che ci siamo detti?



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Utilizzo della termocamera applicata al soccorso tecnico

- Vedere attraverso il fumo denso e nell'oscurità
- Avere la possibilità di vedere in condizioni di visibilità zero
- Localizzare e rilevare le temperature degli oggetti sulla scena
- Individuare il luogo e l'origine dell'incendio
- Muoversi rapidamente alla ricerca ed in soccorso dei feriti
- Migliorare significativamente la sicurezza e la mobilità
- Vedere se c'è un incendio acceso dietro ad una parete (evitare "ritorni di fiamma")
- Identificare quali parti di un incendio sono ancora calde per prevenire una ripresa spontanea della combustione.

È una videocamera con funzionamento completamente automatico; durante l'uso non è necessario alcun controllo o regolazione.



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Utilizzo della termocamera applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Utilizzo della termocamera applicata al soccorso tecnico

Bullard ax



testo 882



Dräger



UCF 3600

MSA
The Safety Company



5800 HD

Proprietà	Valori
Campo di temperatura (commutabile)	Campo di misura 1: -20...100 °C (-4...212 °F) Campo di misura 2: 0...350 °C (32...662 °F) Campo di misura 3: 350...550 °C (662...1022 °F)

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Utilizzo della termocamera applicata al soccorso



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Utilizzo della termocamera applicata al soccorso



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Utilizzo della termocamera applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Utilizzo della termocamera applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Utilizzo della termocamera applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

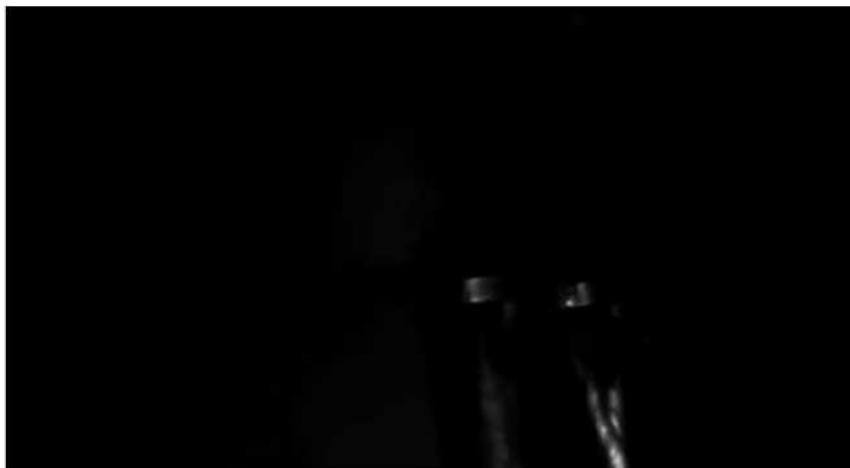
Utilizzo della termocamera applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Utilizzo della termocamera applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

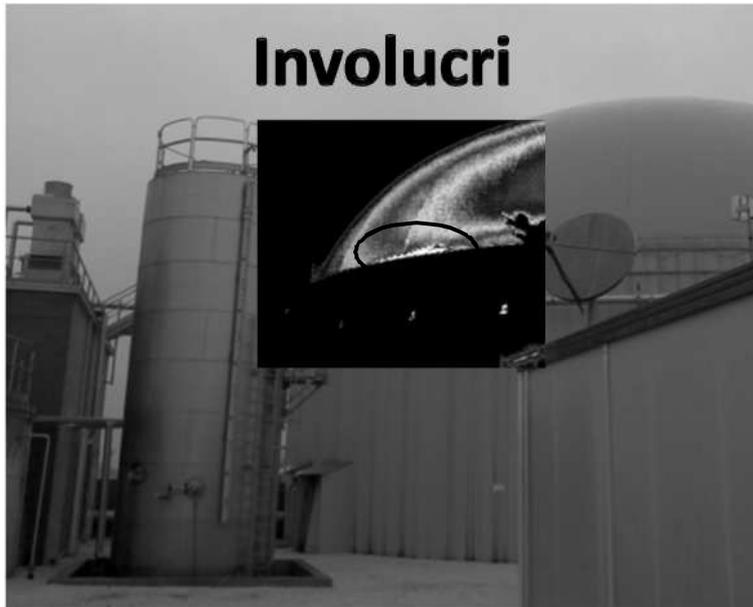
Quadri elettrici



Riproduzione Vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

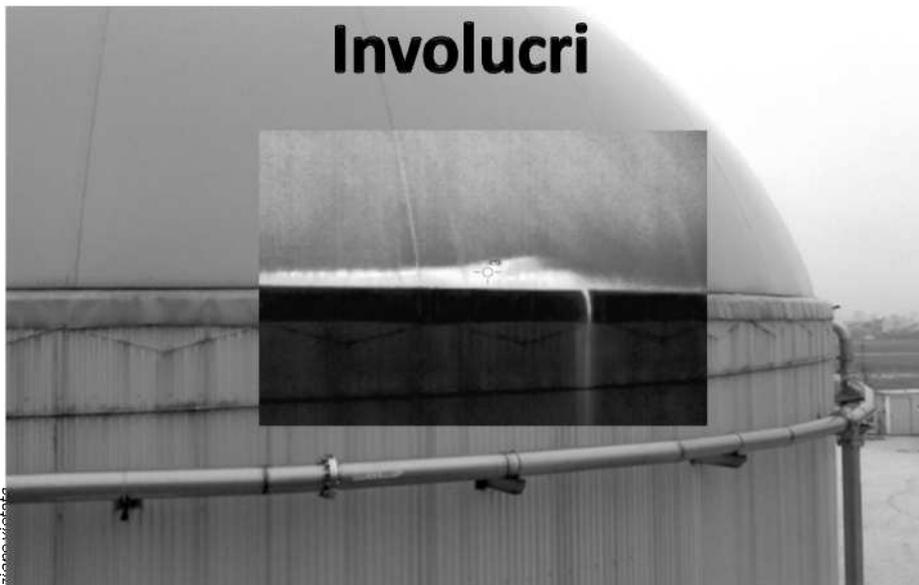
Involucri



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

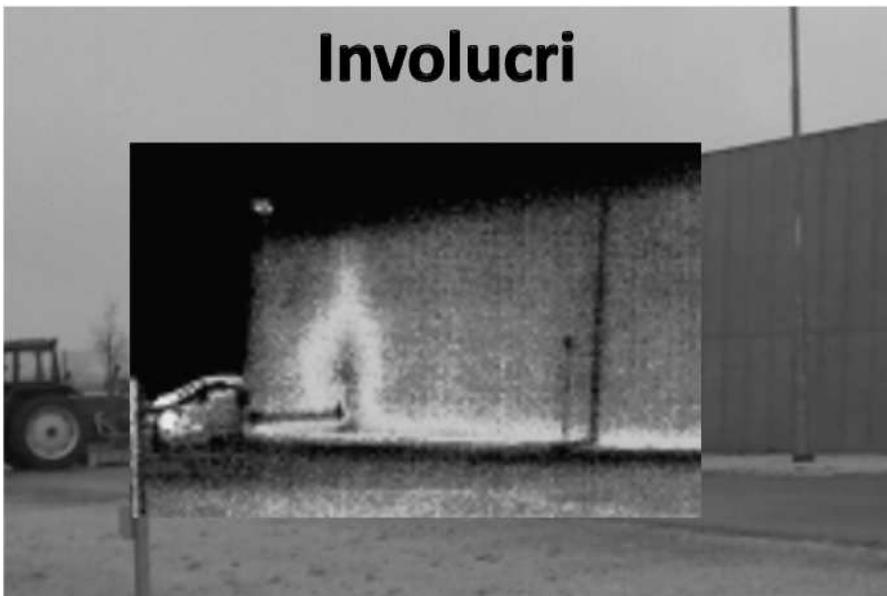
Involucri



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Involucri



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

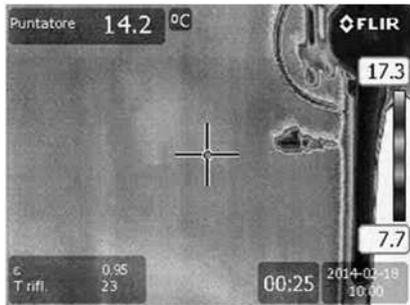


Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Localizzazione fughe gas

Termografia



È possibile visualizzare le perdite di alcuni tipi di gas se:

- Il gas possiede una banda dello spettro in cui presenta una bassa trasmissività
- Questa banda è compresa all'interno della banda di sensibilità del sensore
- La temperatura apparente del gas è diversa da quella dello sfondo (o ambiente)
- Si possono usare dei filtri passabanda dove il gas ha trasmissività più bassa
- Per rilevare bene il gas occorre una termocamera con elevata sensibilità (ca € 60.000) -> poca energia + abbattimento filtro

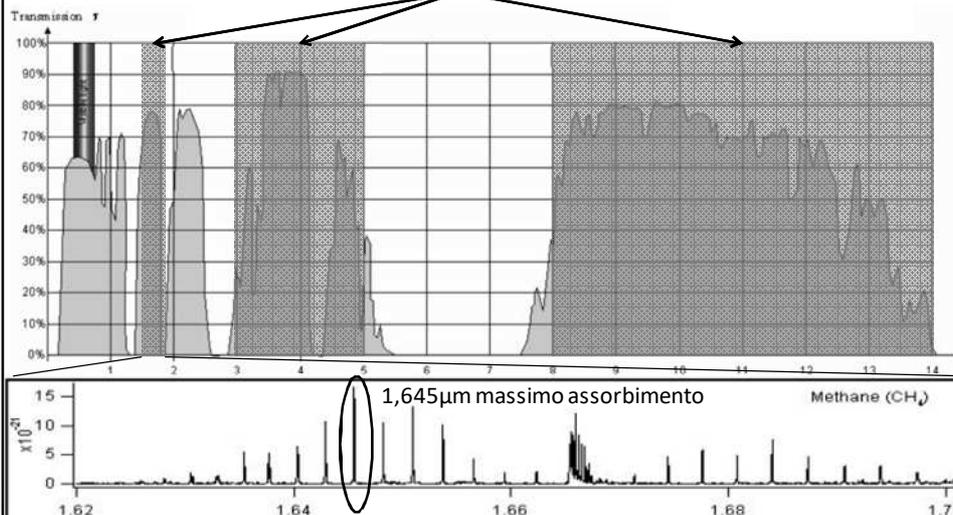
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Bande spettrali

L'energia IR si propaga, dalla sorgente verso l'osservatore, attraverso l'atmosfera

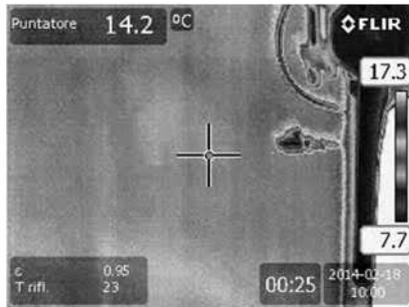
Finestre atmosferiche



Ripro

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Localizzazione fughe gas



+



Termografia

Esplosimetro

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Localizzazione fughe gas



Laser

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Laser

Il gas laser detection si basa sulla spettroscopia di assorbimento a diodo laser sintonizzabile (Tuneable Diode Laser Absorption Spectroscopy).

Una molecola può essere identificata dal suo spettro caratteristico di assorbimento. Se la frequenza dell'infrarosso di una sorgente luminosa corrisponde alla frequenza vibrazionale della molecola, allora sarà assorbita energia.

La caratteristica di assorbimento del metano non coincide con lo spettro di nessun'altra molecola. La lunghezza d'onda del laser sarà esattamente uguale a quella che si vuole misurare. Misurando la quantità di energia riflessa si può determinare la presenza del metano. La legge di Beer-Lambert (relazione lineare) permette di calcolare la concentrazione di una molecola (in ppm) partendo dall'assorbimento caratteristico di una molecola nota; quando l'energia riflessa è molto bassa, allora vi è presenza di metano. Modificando l'intensità della luce del laser si può determinare quindi la concentrazione di metano in ppm.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Localizzazione fughe gas



E SE VI FOSSE L'INNESCO ?

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE TIPICHE

- agitatori (vasche coperte ed aperte)
- pompe di trasferimento
- cogeneratore e torcia
- sistemi di caricamento biomasse solide (nastri, coclee, Tramoggia)
- teli di copertura
- lavori (a caldo) sulle condotte di convogliamento del biogas
- modifica tubazioni liquido fermentativo
- sistemi di separazione solido-liquido

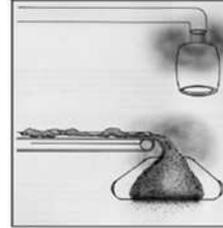
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

AREE A RISCHIO DI ESPLOSIONE (ATEX)

RISCHIO ESPLOSIONE DA POLVERI DA NON IGNORARE!

- SILOS FARINE
- NASTRI DI TRASPORTO
- COCLEE



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INGRESSO IN SPAZI CONFINATI



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

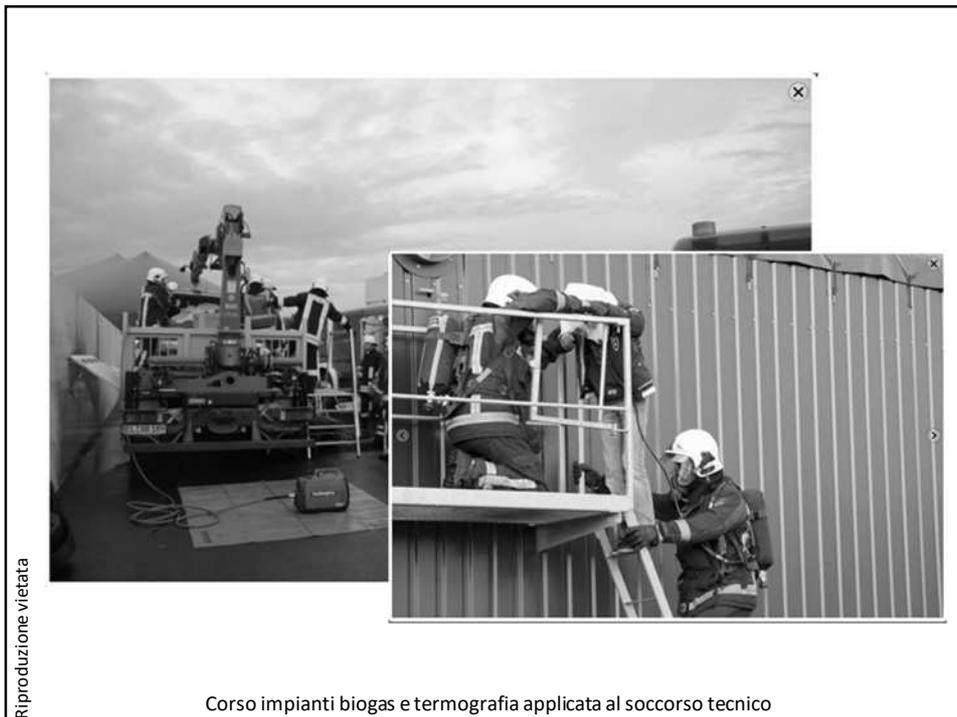
Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INGRESSO IN SPAZI CONFINATI



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INGRESSO IN SPAZI CONFINATI TIPOLOGIA DI FILTRI



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INGRESSO IN SPAZI CONFINATI
TIPOLOGIA DI FILTRI

**FILTRANO L'ARIA
DELL'AMBIENTE**

**NON PRODUCONO
ARIA OD OSSIGENO**

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INGRESSO IN SPAZI CONFINATI
TIPOLOGIA DI FILTRI

Marchio colore	TIPO	APPLICAZIONE	CLASSE	CONCENTRAZIONE GAS	NORMA
	A	GAS E VAPORI ORGANICI CON PUNTO DI EBOLLIZIONE > 65° C	1 2 3	0,1% 1000 ml/m ³ (ppm) 0.5% 5000 ml/m ³ (ppm) 1.0% 10000 ml/m ³ (ppm)	EN 141 o 14387
	B	GAS E VAPORI INORGANICI (non CO). COME CLORO, H ₂ S, HCN..	1 2 3	0,1% 1000 ml/m ³ (ppm) 0.5% 5000 ml/m ³ (ppm) 1.0% 10000 ml/m ³ (ppm)	EN 141 o 14387
	E	ANIDRIDE SOLFOROSA, ACIDO CLORIDRICO, GAS E VAPORI ACIDI	1 2 3	0,1% 1000 ml/m ³ (ppm) 0.5% 5000 ml/m ³ (ppm) 1.0% 10000 ml/m ³ (ppm)	EN 141 o 14387
	K	AMMONIACA E DERIVATI ORGANICI DELL'AMMONIACA	1 2 3	0,1% 1000 ml/m ³ (ppm) 0.5% 5000 ml/m ³ (ppm) 1.0% 10000 ml/m ³ (ppm)	EN 141 o 14387

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INGRESSO IN SPAZI CONFINATI

TIPOLOGIA DI FILTRI

- CONCENTRAZIONE OSSIGENO MINIMO 17%
- SOSTANZA CONTAMINANTE CONOSCIUTA
- CONCENTRAZIONE DI SOSTANZA CONTAMINANTE NON SUPERIORE AL LIMITE DI ESPOSIZIONE E ALLA CLASSE DI PROTEZIONE
- I FILTRI ANTIGAS NON PROTEGGONO DALLE POLVERI
- NON USARE IN AMBIENTI CHIUSI
- TEMPERATURA ARIA RESPIRABILE MAX 60°C PER UN PERIODO +/- BREVE (DIPENDE DAL TASSO DI UMIDITA')

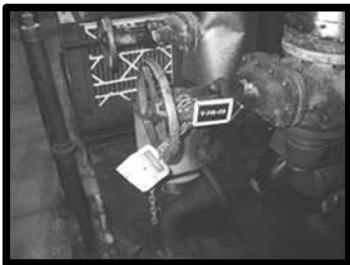
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INGRESSO IN SPAZI CONFINATI

È OGGETTO DI VALUTAZIONE ED AUTORIZZAZIONE PREVENTIVA (PERMESSO DI SICUREZZA)

- Bloccare le fonti di energia
- Ventilare
- Protezione contro le cadute
- Sistema di recupero (in caso di emergenza)



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INGRESSO IN SPAZI CONFINATI MANUTENZIONI STRAORDINARIE

Cause meccaniche

- Rottura miscelatore sommerso
- Infiltrazioni sul calcestruzzo
- Rottura copertura gassometrica
- Intasamento tubazioni digestato
- Guasto pompa del pozzetto condensa



Cause biologiche

- Formazione di crosta nel fermentatore
- Formazione di schiuma nel fermentatore
- Intasamento linea biogas



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INGRESSO IN SPAZI CONFINATI



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

ROTTURA MISCELATORE SOMMERSO



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

ROTTURA MISCELATORE SOMMERSO

CAUSE DEL GUASTO

Sostanza secca
troppo elevata



Corto circuito



Fibre lunghe



Corpi estranei



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

ROTTURA MISCELATORE SOMMERSO

RIMEDI

SOSTITUZIONE MISCELATORE



PROCEDURE:

- Abbassare livello digestato;
- Sollevare l'agitatore alla massima altezza;
- Togliere la corrente;
- Scoperchiare la porzione di vasca interessata;
- Rimuovere il miscelatore con l'ausilio di un autogrù;
- Installare il nuovo miscelatore;
- Ripristinare la copertura;

TEMPO D'INTERVENTO: circa 2 ore

Lavoro con possibile presenza di gas tossici in ambiente

- Personale qualificato
- DPI adeguati
- Idonee procedure e mezzi

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INFILTRAZIONI SUL CALCESTRUZZO



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INFILTRAZIONI SUL CALCESTRUZZO

CAUSE

Altezza getto
troppo elevata
(max. 50 cm)



Disarmo troppo
rapido nei
periodi estivi



Vibrazione poco
efficace



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

LIMITARE LA FORMAZIONE DELLE INFILTRAZIONI

Anche il migliore calcestruzzo progettato secondo le prescrizioni delle varie classi di esposizione, può risultare danneggiabile dagli attacchi chimici che si insidiano nel particolare microclima dei digestori anaerobici.



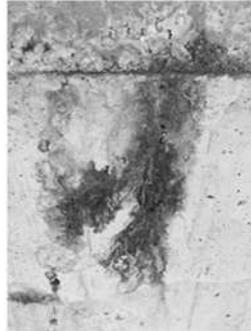
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

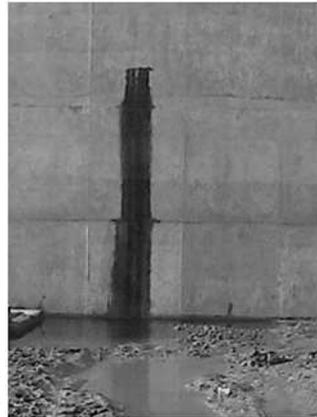
INFILTRAZIONI SUL CALCESTRUZZO RIPARAZIONE



CASO LIEVE:
applicazione di una resina epossidica



CASO MEDIO:
sabbatura e applicazione
resina epossidica



CASO GRAVE:
chiusura crepa mediante malta
epossidica e successiva resinatura

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione vietata

LIMITARE LA FORMAZIONE DELLE INFILTRAZIONI

Interventi manutentivi

- Sigillatura giunti di trincee
- Sistemazione calcestruzzo degradato dal percolato
- Ripristino di pavimentazioni di trincee
- Impermeabilizzazione vasche
- Consolidamento pavimentazioni silos orizzontali



Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Riproduzione Vietata

LIMITARE LA FORMAZIONE DELLE INFILTRAZIONI

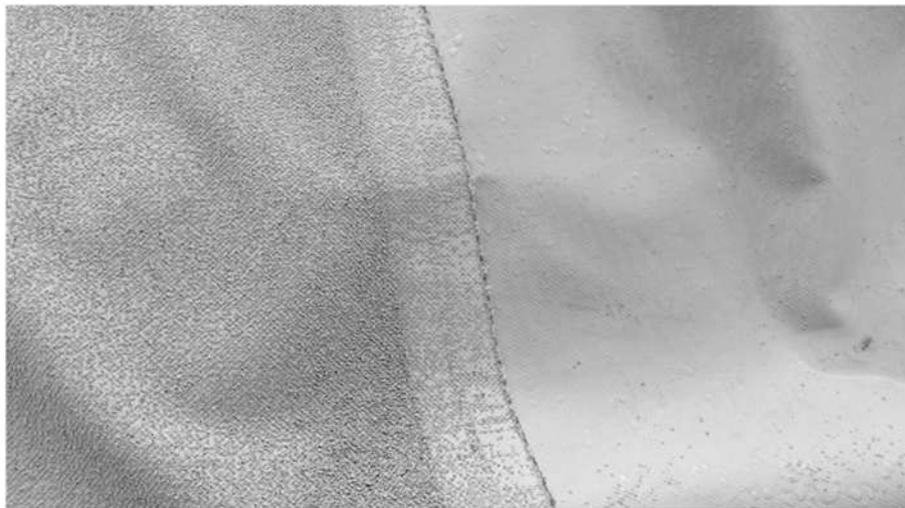
- **Microsilicati addensati** per il netto miglioramento dell'impermeabilità della soletta di base e della superficie della pavimentazione finita
- **Fibre in polipropilene** per la drastica riduzione delle fessurazioni da ritiro plastico
- **Waterstop in PVC o waterstop in bentonite sodica** per l'arresto dei travasi d'acqua dalle connessioni soletta-muri di elevazione (giunti orizzontali) e muri di elevazione-muri di elevazione (giunti verticali).
- **PENETRON STANDARD** (Boiaccia cristallizzante) per impermeabilizzare internamente le murature finite in calcestruzzo (resistenza agli attacchi chimici da Ph 3 a Ph 10).
- **RINGSEAL T21 e CORKSEAL T21** (guarnizioni e tappi idroespansivi) per l'impermeabilizzazione dei distanziatori di cassero.
- **SYNTECH HAG** per l'arresto immediato delle infiltrazioni di percolato da fessure, giunti e vespai, mediante l'iniezione metodica di speciali resine poliuretaniche idroespansive attraverso specifici iniettori in acciaio-gomma a testa piatta.

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

Il degrado dei teli in poliestere/PVC

Esempio di copertura difettosa. Degrado del coating che lascia scoperta la fibra di poliestere la quale, a contatto con l'ambiente aggressivo del biogas, perde le sue proprietà meccaniche.



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

ROTTURA COPERTURE

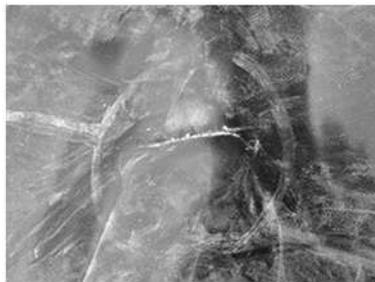


Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

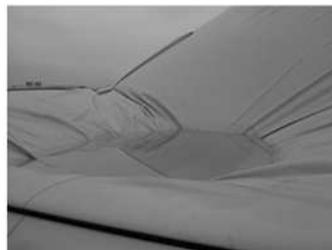
ROTTURA COPERTURE

Tagli



CAUSE

Saldature difettose



Mancanza di tensione
con condizioni
atmosferiche avverse

O sovrappressione...

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

ROTTURA COPERTURE

RIPARAZIONE

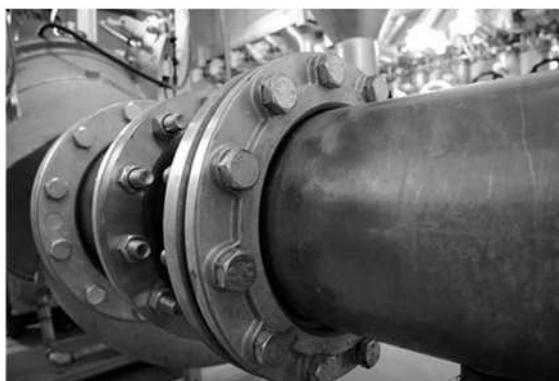


SALDATURA
mediante apposite attrezzature

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INTASAMENTO TUBAZIONI DIGESTATO



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

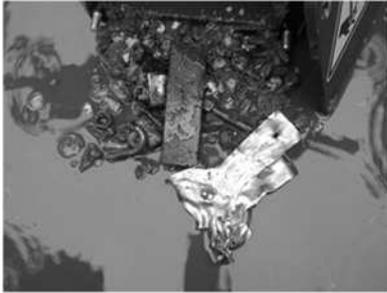
INTASAMENTO TUBAZIONI DIGESTATO

CAUSE

Sostanza secca troppo elevata

o

CORPI ESTRANEI



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INTASAMENTO TUBAZIONI DIGESTATO

CAUSE

Sostanza secca troppo elevata

o

CORPI ESTRANEI



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INTASAMENTO TUBAZIONI DIGESTATO

RIMEDIO

SOSTANZE SECCA ELEVATA: azionare più volte la pompa in modalità "reverse" per provare a smuovere il blocco controllando costantemente le pressioni.

CORPI ESTRANEI: solitamente i corpi estranei ostruiscono il dispositivo di pompaggio che va di conseguenza ripulito eliminando i corpi estranei e successivamente va controllata l'integrità delle sue componenti



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

GUASTO POMPA POZZETTO CONDENSA

CAUSE: corto circuiti

RIMEDI: sostituzione



Lavoro con possibile presenza di gas tossici in ambiente

- Personale qualificato
- DPI adeguati
- Idonee procedure e mezzi

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

FORMAZIONE DI CROSTA NEL FERMENTATORE



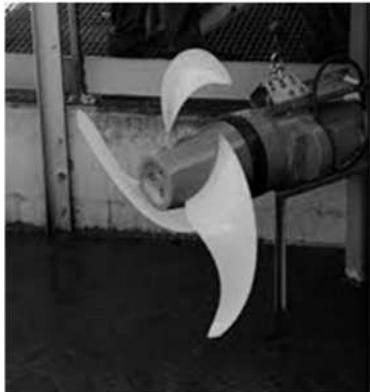
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

FORMAZIONE DI CROSTA NEL FERMENTATORE

CAUSE

Miscelazione
non adeguata



Sostanza secca
troppo elevata



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

FORMAZIONE DI CROSTA NEL FERMENTATORE

RIMEDIO

CASI LIEVI: nel caso in cui lo spessore della crosta non è particolarmente elevato si può procedere azionando i miscelatori sotto lo strato di crosta e alzandoli un po' alla volta cercando di rompere la crosta dal basso



CASI ESTREMI: nei casi in cui lo strato di crosta è molto elevato bisognerà procedere alla rimozione manuale utilizzando appositi mezzi e procedure



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

FORMAZIONE DI CROSTA NEL FERMENTATORE



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

FORMAZIONE DI CROSTA NEL FERMENTATORE

CAUSE: Carico eccessivo di proteine nella biomassa

CONSEGUENZE: - Fuoriuscita di materiale dal fermentatore
- Ingresso di schiuma nelle tubazioni biogas

RIMEDIO: - Miscelazione immediata
- Utilizzo di oli vegetali



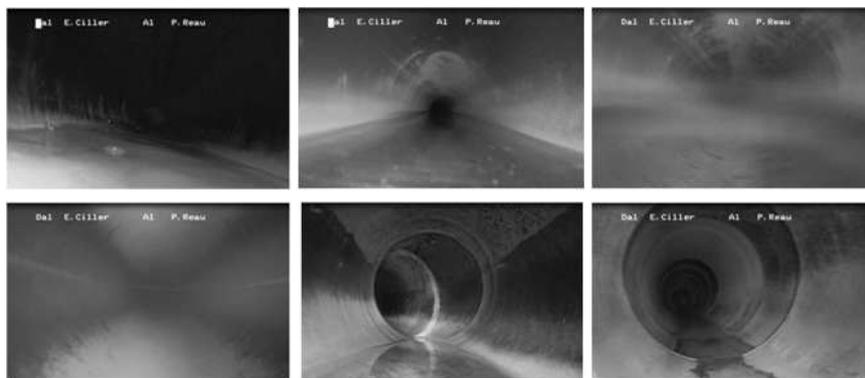
Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico

INTASAMENTO LINEE BIOGAS

CAUSE: - Ingresso di schiuma nelle tubazioni

- Cedimento della tubazione con conseguente accumulo di condensa



Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico



Grazie per l'attenzione

Ing. Massimiliano Sassi
m.sassi@massimilianosassi.it
<http://www.massimilianosassi.it/>

CQE Andrea Foggetti
Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Milano
andrea.foggetti@vigilfuoco.it

Riproduzione vietata

Corso impianti biogas e termografia applicata al soccorso tecnico