

## *Sistemi di Bonifica dei Tank di Crude Oil*



Foto 1.0

### **Generalità**

*Il crude oil stoccato nei grandi Tank forma dei depositi per precipitazione e decantazione delle parti pesanti del grezzo, ossia: paraffine, asfalteni, ecc.*

*A queste sostanze si sommano:*

- *Ossidi di ferro formati sulle pareti metalliche con cui sono costruiti i tank e le tubazioni;*
- *Materiali vari provenienti dal sottosuolo e rimasti come impurezze del processo di estrazione, rilasciate dai sistemi di trasporto e dalle linee di trasferimento del crude oil;*
- *Materiali che, nel tempo, si infiltrano nei tank ossia: sabbia, polveri, ecc.*

*La formazione dei fondami è favorita anche dalla temperatura, che può innescare il processo di polimerizzazione dei componenti insaturi contenuti nel crude oil.*

**“EFFEGI SRL” PROGETTA E PRODUCE SISTEMI E SERVIZI RISPETTANDO LA SICUREZZA E L’AMBIENTE**  
**EFFEGI SRL” DESIGN AND PRODUCE SYSTEM AND SERVICES RESPECTING SAFETY AND ENVIRONMENT**

Pagina 1 di 14



FONDAZIONE NAZIONALE PER LA RICERCA CONTRO IL CANCRO

Quando le componenti polimerizzate si aggregano ai materiali di sedimentazione (sabbie, ossidi, ecc) formano dei fondami molto duri e poco miscelabili e fluidificabili, quindi non estraibili.

I sistemi di miscelazione e fluidificazione dei fondami esistenti nel mercato hanno limiti di processo o di installazione, quindi sono ottimali solo in determinate circostanze.

Ogni tecnologia ha l'obiettivo di fluidificare la massa dei fondami allo scopo di liberare gli idrocarburi imprigionati, dagli altri materiali, per essere quindi processati e raffinati.

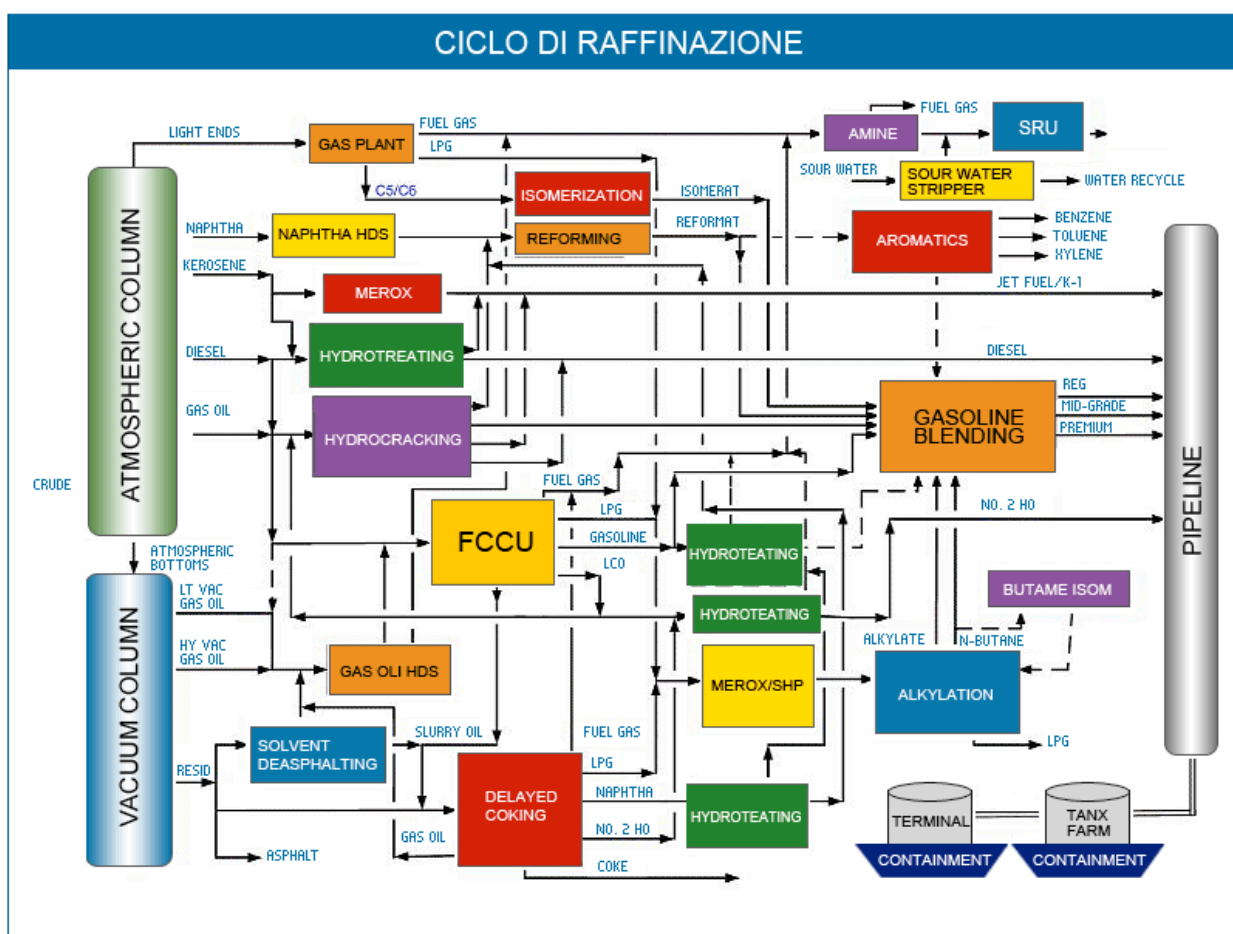


Diagramma 1.0

---

## *Residui del processo di miscelazione*

---

*Ogni tecnologia lascia all'interno dei tank un residuo da smaltire, perché inutilizzabile, costituito da materiali inerti impregnati da idrocarburi con percentuali variabili.*

*I residui, impregnati di olio, saranno rimossi manualmente o con sistemi meccanici, quando l'ambiente interno del tank sarà stato reso idoneo alla presenza ed all'azione di macchine e personale.*

### ***Panoramica dei sistemi di miscelazione e fluidificazione fondami di crude oil***

*Attualmente, le tecnologie di miscelazione e fluidificazione dei fondami di crude oil più diffusi sul mercato sono i seguenti:*

- Sistemi a getto di crude oil light;*
- Solubilizzazione con chemicals specifici.*

### ***Caratteristiche delle Tecnologie***

#### **1 - SISTEMI DI MISCELAZIONE MEDIANTE GETTO DI CRUDE OIL LIGHT**

*Il sistema si fonda sulla proprietà disgregatrice collegata ad un flusso di crude oil liquido, quando impatta sui fondami con una determinata energia.*

*L'energia di impatto può essere determinata da due sistemi operativi:*

- Grande portata di liquido, inviata a bassa velocità;*
- Bassa portata di liquido, inviata ad elevata velocità.*

*La miscelazione si ottiene introducendo, nei tank, i sistemi di erogazione dei getti, attraverso:*

- I passanti dei sostegni dei tetti flottanti, asportando i sostegni stessi;*
- I bocchelli o passi d'uomo esistenti;*
- I bocchelli ricavati tagliando aperture supplementari sul tetto flottante;*
- I passi d'uomo presenti nel mantello.*

## **2 – SOLUBILIZZAZIONE CON CHEMICALS SPECIFICI**

*Il sistema applica la proprietà disgregatrice di un flusso di crude oil liquido, contenente prodotti che hanno la capacità di sciogliere i fondami rendendoli fluidi e pompabili.*

### **Analisi dei Sistemi di Miscelazione a getto di crude oil liquido**

*La metodologia proposta al punto 1 si divide in due principali categorie:*

- 1.a) – Utilizzo di Miscelatori a getto;*
- 1.b) – Utilizzo di Miscelatori ad eiezione.*

### **Come funziona il sistema di miscelazione 1.a): Getto in pressione**

*Il sistema si fonda sulla proprietà disgregatrice collegata ad un flusso di crude oil liquido, quando impatta sui fondami con energia determinata da bassa portata ed elevata pressione.*

*I getti che producono la miscelazione di categoria 1.a) possono essere di forma, portata e gestione diverse.*

*La miscelazione si ottiene introducendo, nei tank, i sistemi di erogazione dei getti attraverso:*

- I passanti dei sostegni dei tetti flottanti, asportando i sostegni stessi;*
- I bocchelli o passi d'uomo esistenti;*
- I bocchelli ricavati tagliando aperture supplementari sul tetto flottante;*
- I passi d'uomo presenti sul mantello.*

*I getti di crude oil liquido si producono prelevando dal fondo dei tank la fase liquida del crude oil, pomandola con pompe di portate adeguate alla portata/pressione di erogazione del getto.*

*Questa tecnologia richiede la inertizzazione dello spazio vuoto esistente tra livello di fondame e tetto flottante mediante flussaggio di azoto, fino a determinare una presenza di ossigeno, nello spazio libero, inferiore all'8%, per impedire che eventuali scintille, dovute all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal fluire dei getti, siano emesse in presenza di miscele esplosive.*

## ***Come funziona il sistema di miscelazione 1.b): Ugello Eiettore***

*Il sistema si fonda sulla proprietà disgregatrice collegata ad un flusso di crude oil liquido in temperatura, quando impatta sui fondami con energia prodotta da grande portata e bassa pressione.*

*Questa tecnologia è applicata con tetto flottante in galleggiamento, ossia oltre il livello di appoggio del tetto flottante che generalmente è di 2 metri, quindi sono necessarie elevate quantità di crude oil liquido.*

*La miscelazione 1.b) si ottiene con:*

- *Ugelli eiettori;*
- *Elica inserita in un cilindro e azionata da motori oleodinamici.*

*Ambedue i sistemi sono introdotti nei tank, dal tetto flottante, attraverso:*

- *Bocchelli o passi d'uomo esistenti;*
- *Bocchelli ricavati tagliando aperture supplementari sul tetto flottante.*

---

### **Azione del Getto Eiettore**

---

*La miscelazione, mediante ugelli eiettori, si produce prelevando dal fondo la parte liquida del crude oil, pompandola con pompe di grande portata e pressione max 3 bar attraverso specifici ugelli eiettori tipo "Venturi".*

*Gli ugelli eiettori hanno la proprietà di produrre un getto di elevata portata in uscita dalla parte anteriore dell'ugello stesso e contemporaneamente produce un flusso in ingresso nella parte posteriore, per effetto dell'aspirazione dovuta all'effetto "Venturi".*

*I getti eiettori sono utilizzabili solo se l'ugello è immerso nella fase liquida, quindi con crude oil a livello del tetto flottante, pertanto durante il processo di miscelazione non è necessaria l'inertizzazione con flusso di azoto.*

---

## Azione della Turboelica

---

*L'azione di miscelazione si produce introducendo dal tetto flottante una elica contenuta in un cilindro (turbo elica) ed azionata da motori oleodinamici alimentati da potenti centraline oleodinamiche.*

*Questa turboelica si immerge nella parte liquida del crude oil ed ha la proprietà di emettere un flusso di elevata portata che impatta sui fondami e nello stesso tempo produce un flusso nella parte posteriore del cilindro per effetto dell'aspirazione determinata dall'azione della stessa turboelica.*

*La turbo elica è utilizzabile solo se immersa nella fase liquida, quindi con crude oil a livello superiore al sistema di miscelazione e siccome l'operazione viene svolta sotto battente di liquido, durante il processo di miscelazione non è necessaria l'inertizzazione con flusso di azoto.*

### ***Analisi dei Sistemi di solubilizzazione fondami con Chemicals***

*La solubilizzazione si ottiene introducendo e circolando nei tank un flusso di crude oil liquido, in temperatura, additivato con specifici chemicals accettabili dai sistemi di raffinazione, che sciolgono gli idrocarburi solidificati, separandoli dai materiali inerti.*

*La circolazione avviene prelevando il liquido dal fondo serbatoio mediante pompe ad elevata portata.*

*Il sistema di bonifica serbatoi con chemicals non è molto utilizzato, dalla Committenza, per timore dei possibili effetti collaterali sul processo di raffinazione o sui sistemi di trattamento delle acque, che ogni raffineria possiede.*

*Inoltre non è garantito che la portata di fluido in circolazione sia in grado di arrivare, in maniera efficace, in ogni zona del serbatoio dove sono accumulati i fondami, in particolare quando i fondami hanno altezze superiori al metro.*



## *Jet Mixer System*

Il miglior sistema di fluidificazione / miscelazione è quello in grado di colpire il fondame in ogni punto del serbatoio, con grande portata e pressione. Il sistema capace di grande portata e pressione diventa indispensabile soprattutto quando si tratta di miscelare i fondami di crude oil a temperature inferiori a 30°C.

Il miglior sistema di miscelazione / fluidificazione è quello definito "a getto diritto di grande portata e pressione", vedi punto 1.1, Migen S.p.A. ha messo a punto il sistema adeguato allo scopo, ossia un **sistema di pompaggio per gestione contemporanea di due getti miscelatori installati sul tetto flottante.**

Il sistema è particolarmente valido per serbatoi con diametro fino a 50 metri. Per serbatoi con diametro superiore è consigliabile installare 4 sistemi di getto, indispensabili per accelerare i tempi di miscelazione ed ottenere la maggior efficacia di trattamento.

Il sistema progettato da Migen S.p.A. è in grado di produrre una portata di 250 m<sup>3</sup>/h alla pressione di 9 bar, in grado cioè di alimentare contemporaneamente due sistemi di miscelazione capaci di erogare getti a 9 bar con portata di oltre 100 m<sup>3</sup>/h, che raggiungono una gittata di oltre 25 metri.

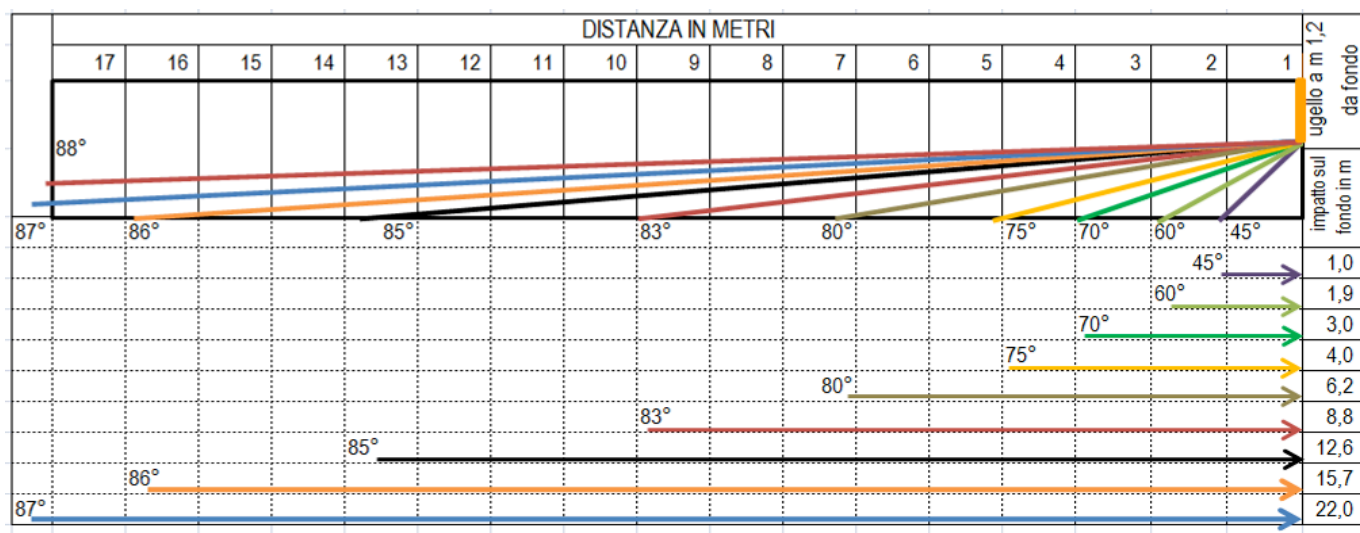


Grafico 1.0

I sistemi che possono essere introdotti all'interno dei serbatoi passando attraverso gli spazi ricavati rimuovendo i sostegni del tetto flottante, non sono in grado di produrre portata di fluido tale da generare una gittata importante. L'efficacia del trattamento viene affidata al numero dei getti installati ed alla loro gestione e programmazione che, causa il tipo di impianto di pompaggio collegato, non può generare contemporaneità di funzionamento di tutti gli erogatori.

I sistemi di miscelazione applicabili al mantello non sono in grado di colpire tutte le zone del serbatoio, per ovvie ragioni collegate al posizionamento fisso degli ugelli ed alla gestione dell'orientamento dei getti. Sono efficaci nei casi in cui i fondami sono fluidificabili per trascinamento, ma nel caso di fondami più consolidati e soprattutto su quelli depositati sul fondo, il sistema non è efficace.

Un interessante pregio del sistema a getto di grande gittata è che può miscelare un livello di fondame e crude oil liquido fino a 70 cm, miscelando tutta la massa senza apporto successivo di crude oil fluido, perché la forte potenza del getto permette di smuovere anche fondami semisolidi posizionati sotto ad una massa di fondame fluido.

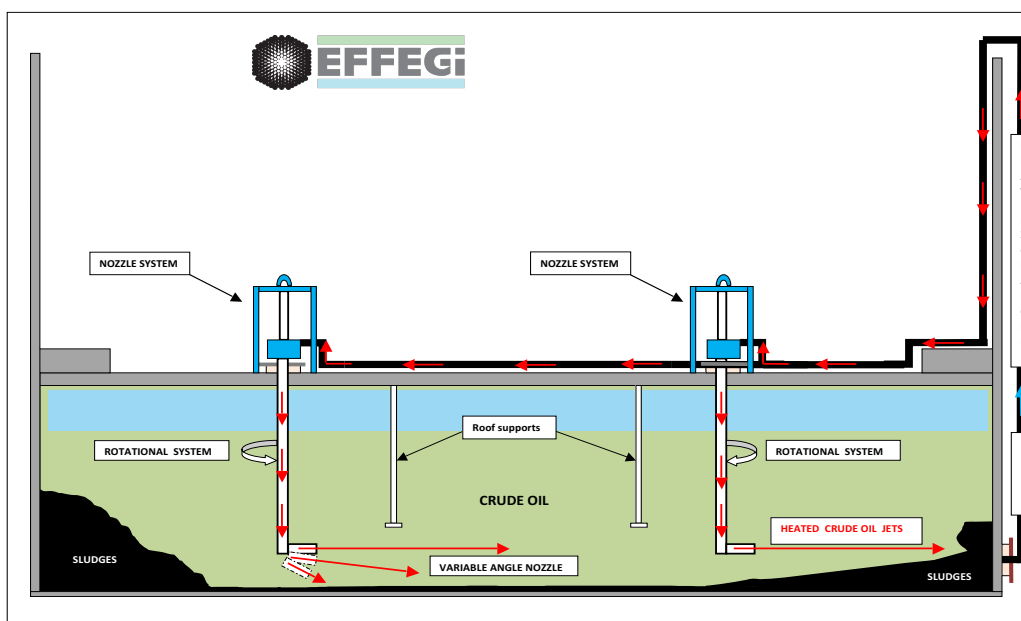


Foto 2.0

Queste prestazioni non sono fornite dai sistemi a bassa portata che, causa la bassa potenza a disposizione, necessitano di operare con basso livello di fondame fluido e per questa ragione viene richiesta a batch successive integrazioni di crude oil fluido.

89/392/CEE - 91/368/CEE - 93/44/CEE - 93/68/CEE - 89/336/CEE



EN 292 – 1/2; EN 60204 – 1 UNI 9820

Nel grafico vengono confrontate le prestazioni espresse, come percentuale di risultato, in rapporto ad:

- Applicazione in caso di Temperatura inferiore a 30°,
- Difficoltà nel posizionamento degli ugelli,
- Quantità di prodotto liquido necessario,
- Quantità di materiale solido da fluidificare.

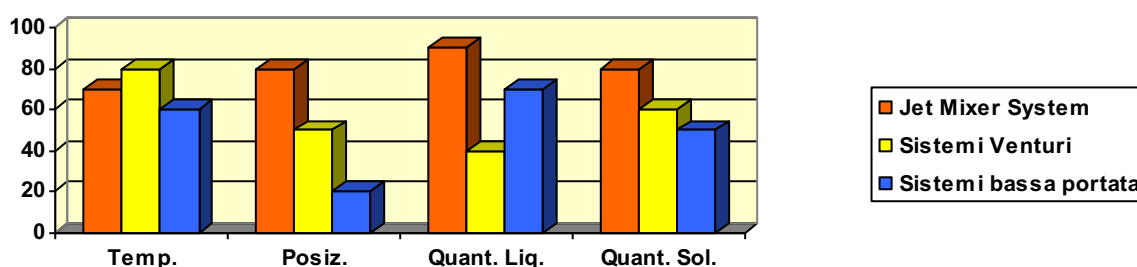


Grafico2.0

## Come si svolge il processo di bonifica

Il processo di bonifica si svolge nelle seguenti fasi:

- *Analisi di caratterizzazione e mappatura fondami;*
- *Obiettivo di recupero degli idrocarburi;*
- *Scelta della tecnologia.*

### Analisi dei fondami

Ogni bonifica è preceduta da analisi dei fondami depositati sul fondo dei tank.

Le analisi sono di due tipi:

- *Mappatura per rilevare la disposizione dei fondami e ottenere riferimenti sul volume e consistenza (SPOT System o similare) degli stessi;*
- *Caratterizzazione per ottenere informazioni sulle percentuali di idrocarburi presenti nei fondami.*

---

### *Obiettivo di recupero degli idrocarburi*

---

**La bonifica può avere obiettivi diversi, esempio:**

- **Obiettivo x** - *Necessità di recuperare la massima percentuale di idrocarburi, quindi miscelazione, fluidificazione e separazione elevata dei solidi e delle acque dagli idrocarburi, per mezzo di centrifughe tridecanter (separazione oil – solidi – acque), lavaggio dei residui solidi (skimming);*
- **Obiettivo y** *Recupero di percentuali minori di idrocarburi, quindi miscelazione, fluidificazione e separazione solo dei solidi dagli idrocarburi, per mezzo di centrifughe bidecanter (separazione oil – solidi).*

*Ogni scelta dipende dalle analisi economiche elaborate dai responsabili delle raffinerie o dei depositi logistici.*

*Quando si richiede l'obiettivo x), generalmente esistono queste condizioni:*

- *elevato costo di smaltimento per residui che contengano una percentuale di idrocarburo superiore al 30%;*
- *leggi restrittive sulla protezione ambientale;*
- *il crude oil è di difficile reperimento o costa molto, quindi si cerca il massimo recupero.*

*Quando si richiede l'obiettivo y), generalmente esistono queste condizioni:*

- *basso costo dei sistemi di smaltimento per residui che contengono una elevata percentuale di idrocarburo (termovalorizzatori, altri sistemi di smaltimento, leggi nazionali meno restrittive sul rispetto ambientale).*
- *il crude oil è di facile reperimento o costa poco.*

---

## *Scelta della tecnologia*

---

### *La tecnologia viene scelta in funzione di:*

- *Obiettivi sopra elencati;*
- *Costi del mercato locale;*
- *Situazioni specifiche della Committenza.*

*Ogni sistema di fluidizzazione e miscelazione ha un costo parametrato alla produzione che ottiene ed al grado di automazione del processo di miscelazione e trattamento dei residui, per ottenere l'estrazione dai fondami di più o meno elevate percentuali di idrocarburo.*

### *Un altro elemento che influenza il costo è l'automazione dei processi:*

- *Più il processo è automatizzato ed informatizzato (rilevazione automatica di tutti i dati con visione immediata su schermo, trasferimento e memorizzazione su PC dedicati, ecc.), maggiore è la produzione giornaliera per il completamento della bonifica, maggiore è la professionalità richiesta ai tecnici di processo e più elevato è il costo degli impianti;*
- *Meno il processo è automatizzato ed informatizzato (rilevazione manuale dei dati essenziali del processo e trasferimento su PC), minore è la produzione giornaliera per il completamento della bonifica, minore è la professionalità richiesta ai tecnici di processo e meno elevato è il costo degli impianti.*

*Esempio:*

- *Minore tempo a disposizione per la bonifica = tecnologia più costosa;*
- *Maggiore tempo a disposizione per la bonifica = tecnologia meno costosa.*

## ***Dati medi Produzione e Recupero Idrocarburi dai fondami***

*I dati di produzione sono molto influenzati dalle condizioni dei tank, dalla consistenza dei fondami, dalla disponibilità di crude oil liquido nel tank e/o di reintegro e dalla tecnologia utilizzata.*

### **Bonifica con separazione sedimenti mediante filtro a rete**

- ❖ *Recupero idrocarburi presenti nei fondami:* 80 - 85%;
- ❖ *Presenza idrocarburo nei residui rimasti sul fondo:* 50 - 60%;
- ❖ *Portata di trasferimento dopo completamento miscelazione:* 60 - 70 m<sup>3</sup>/h.

### **Bonifica con separazione sedimenti mediante centrifuga bidecanter**

- ❖ *Recupero idrocarburi presenti nei fondami:* 85 - 90%;
- ❖ *Presenza idrocarburo nei residui rimasti sul fondo:* 40 - 50%;
- ❖ *Portata di trasferimento con centrifuga dopo miscelazione:* 30 - 40 m<sup>3</sup>/h.

### **Bonifica con separazione sedimenti mediante centrifuga tridecanter**

- ❖ *Recupero idrocarburi presenti nei fondami:* oltre 90%;
- ❖ *Presenza idrocarburo nei residui rimasti sul fondo:* 30 - 40%;
- ❖ *Portata di trasferimento con centrifuga dopo miscelazione:* 5 - 8 m<sup>3</sup>/h.

---

## ***Chiarimenti***

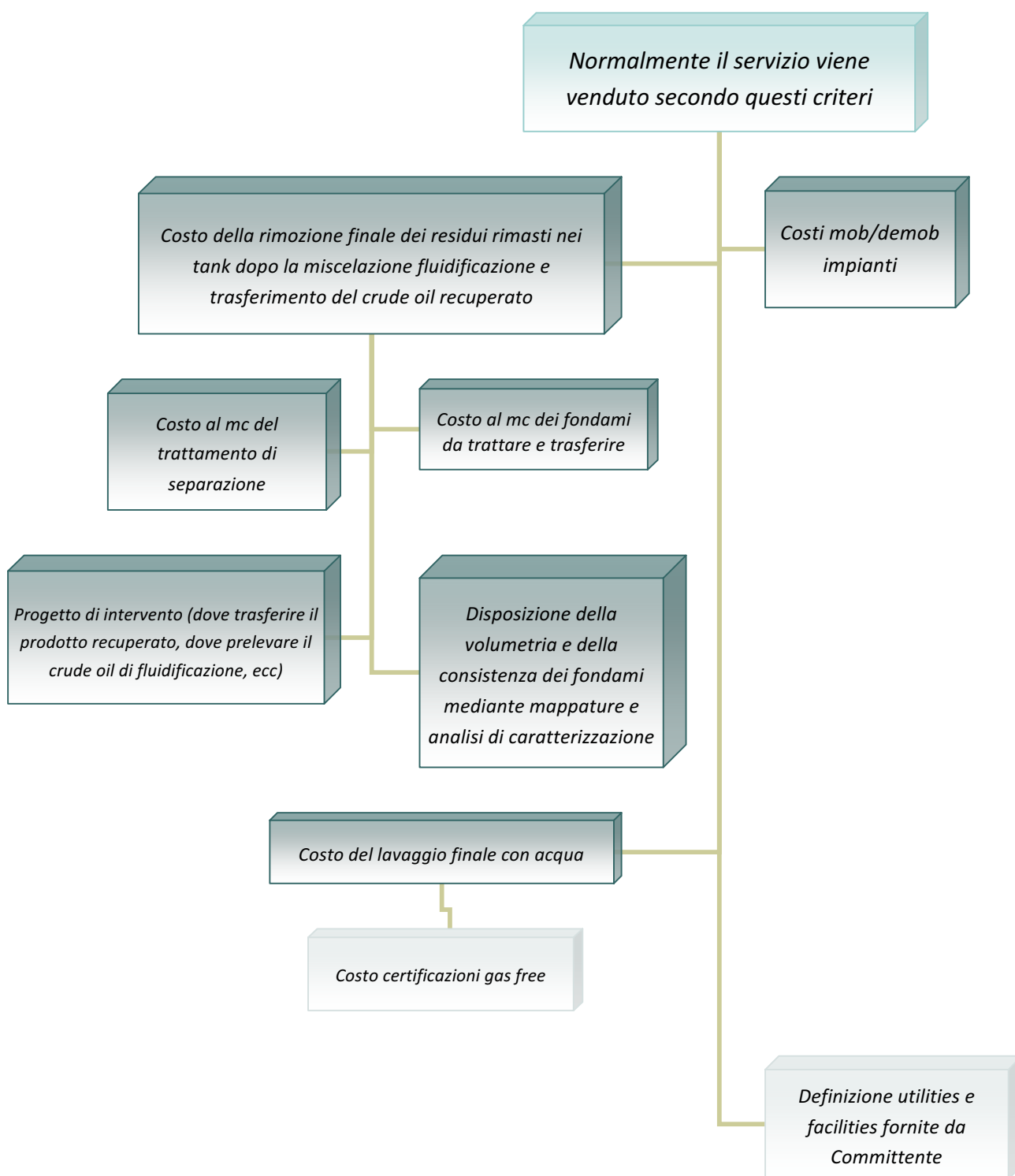
---

*I dati sono riferiti a condizioni dei fondami che presentino una delle seguenti caratteristiche:*

- *Una consistenza tale da essere perforata da un getto di portata 80 m<sup>3</sup>/h alla pressione di 7 bar ad una distanza massima di 20 metri;*
- *Che siano liquidi a temperatura massima pari a 50°C.*

## Diagramma di processo

### Criteri di determinazione del valore del servizio di bonifica



---

## *Scelta della tecnologia di bonifica e dei processi*

---

*La scelta del prezzo di vendita del servizio viene determinata dalle seguenti scelte:*

### ***Tecnologia di fluidificazione:***

*Miscelazione con getto  
Con chemicals;*

### ***Tecnologia di trattamento di separazione:***

*Filtrazione a rete  
Bidecanter  
Tridecanter*

### ***Tecnologia di rimozione dei residui:***

*Manuale  
Meccanica*

### ***Tecnologia di lavaggio finale;***

*Lavaggio con acqua ad alta pressione  
Raschiatura manuale*

### ***Completezza degli impianti e dei processi:***

*Analisi  
Automazioni  
Mezzi di trasporto  
Viabilità e logistica dei siti di lavoro  
Professionalità e costo della manodopera locale.*



“JET MIXER SYSTEM®” è un prodotto di Migen SpA “Migen®” è un marchio registrato. Tutti i prodotti progettati, costruiti, commercializzati e denominati da Migen SpA, sono protetti dal marchio di registrazione internazionale “Migen®”, marchio di proprietà di EFFEGI s.r.l.