

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. DATI IDENTIFICATIVI DELL'INSEDIAMENTO INDUSTRIALE.....	3
2.1 UBICAZIONE DELL'ATTIVITÀ	3
3. DESCRIZIONE DEL CICLO PRODUTTIVO	3
3.1 SCHEMA A BLOCCHI DELL'ATTIVITÀ	4
3.2 CAPACITÀ PRODUTTIVA	4
3.3 RIPARTIZIONE GEOGRAFICO-FUNZIONALE	4
3.4 VOLUMETRIE FABBRICATI ED AREE IMPERMEABILIZZATE.....	4
3.5 CICLO DI LAVORAZIONE.....	5
3.5.1 Impianti di lavorazione.....	5
3.5.2 Responsabili della progettazione esecutiva	5
3.5.3 Ricevimento delle materie prime	7
3.5.4 Stoccaggio e spedizione prodotti	7
3.5.5 Movimentazione interna	8
3.5.6 Blending Benzine e semilavorati.....	9
3.5.7 Servizi ausiliari.....	9
3.5.8 Sicurezza e protezione ambientale.....	10
4. EMISSIONI.....	111
4.1 SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE REFLUE	11
4.1.1 Presenza di sostanze di cui alla tab. 3A all. 5 D.lgs. 152/99.....	11
4.1.2 Scarichi di processo.....	11
4.1.3 Acque sanitarie e piovane.....	11
4.1.4 Acque acide.....	122
4.2 DEPURAZIONE ACQUE	12
4.2.1 Sezione di trattamento fisico.....	12
4.2.2 Sezione di trattamento chimico-fisico	12
4.2.3 Sezione di trattamento biologico	12
4.2.4 Durata dello scarico	13
4.2.5 Caratteristiche tecniche impianto depurazione acque di scarico	13
4.3 STOCCAGGIO E SMALTIMENTO RIFIUTI.....	15
4.3.1 Rifiuti, tipologia e provenienza.....	15
4.3.2 Controllo degli Enti preposti	17
4.4 RETE DI RILEVAMENTO DEI PARAMETRI AMBIENTALI	18
4.5 DATI METEOROLOGICI	19
5. ATTI AMMINISTRATIVI E GIUDIZIARI RIGUARDANTI IL SITO	21
6. PROPOSTE DI STUDIO	22
6.1 VERIFICA EFFICIENZA DEL SISTEMA DI RACCOLTA E STOCCAGGIO ACQUE METEORICHE, PROPOSTA DI STUDIO	22
6.2 PROPOSTA DI STUDIO PER IL CAMPIONAMENTO DELLE ACQUE DI SCARICO MEDIANTE STRUMENTAZIONE AUTOMATICA.....	22
7. CARATTERIZZAZIONE DEL SITO.....	24
7.1 DESTINAZIONE D'USO DEI TERRENI DELLA RAFFINERIA PREVISTA DAGLI ATTUALI STRUMENTI URBANISTICI	24
7.1.1 Piano Regolatore Generale del comune di Ferrera	24
7.1.2 Piano Regolatore Generale del Comune di Sannazzaro.....	24
7.2 APPROVVIGIONAMENTI IDRICI DI STABILIMENTO.....	24
7.2.1 Acque superficiali	24
7.2.2 Acque sotterranee	24
7.2.3 Approvvigionamenti idrici civili	25
7.3 SOSTANZE CONTAMINANTI	25
7.3.1 Dati ed informazioni sulle singole sostanze.....	25
7.4 INQUADRAMENTO LITOSTRATIGRAFICO ED IDROGEOLOGICO GENERALE	25
7.4.1 Caratteri idrogeologici.....	28
7.4.2 Indagini geognostiche, geofisiche, geologiche ed idrogeologiche.....	29
7.4.3 Caratteri principali della falda freatica sottostante e circostante la raffineria	31
7.5 MISURE DI SICUREZZA, OPERE DI PROTEZIONE	32

7.5.1	<i>Interventi sul sistema fognario interno</i>	33
7.5.2	<i>Interventi sul parco serbatoi</i>	33
7.5.3	<i>Prima barriera di protezione idrodinamica</i>	33
7.5.4	<i>Seconda barriera di protezione idrodinamica</i>	34
7.5.5	<i>Terza barriera di protezione idrodinamica</i>	34
7.5.6	<i>Trincea di protezione esterna</i>	34
8.	INDAGINI PREGRESSE	36
8.1	PARAMETRI INDAGATI	36
8.2	INDAGINI SUI SUOLI	36
8.2.1	<i>Ubicazione dei sondaggi</i>	36
8.2.2	<i>Profondità dei sondaggi</i>	36
8.2.3	<i>Prelievo dei campioni</i>	37
8.3	INDAGINI SULLE ACQUE	37
8.4	METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO	37
8.5	METODOLOGIE DI ANALISI	37
8.6	RISULTATI DELLE INDAGINI	38
8.6.1	<i>Indagini sui suoli</i>	38
8.6.2	<i>Indagini sulle acque</i>	38
9.	INDAGINI INTEGRATIVE	40
9.1	SELEZIONE DELL'UBICAZIONE DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO	40
9.2	INDAGINI INTEGRATIVE PRESSO GLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO ACQUE DI FALDA E PROCESSO	41
9.3	PROTOCOLLO DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI	42
10.	METODOLOGIE DI CAMPIONAMENTO ED ANALISI	44
11.	CALENDARIO DELLE ATTIVITÀ	44

1. Introduzione

In riferimento alle osservazioni formulate dalla R. Lombardia con nota prot. 9041 del 8 Marzo 2002, si trasmettono le integrazioni al documento presentato dall'Agip Petroli di Sannazzaro in data 22 Ottobre 2001, avente come oggetto "Situazione dei suoli, sottosuoli acque sotterranee della raffineria di Sannazzaro, ed interventi di messa in sicurezza adottati per assicurare la tutela della salute e dell'ambiente".

2. Dati identificativi dell'insediamento industriale

La Raffineria di Sannazzaro dé Burgondi fa parte dell'AgipPetroli S.p.A. del gruppo ENI.

L'indirizzo della Sede Sociale è:

AGIP PETROLI

Via Laurentina n° 449

00142 - ROMA

Tel. 06/5988570 Telefax 06/59985700

L'indirizzo della Raffineria è:

AGIP PETROLI

Raffineria di Sannazzaro (PV)

Via E. Mattei, 46

27039 Sannazzaro dè Burgondi (PV)

Tel. 0382/9001 Telefax 0382/996908

2.1 Ubicazione dell'attività

Gli impianti e stoccaggi oggetto della presente relazione fanno parte della Raffineria di Sannazzaro, la cui area si estende nel territorio appartenente ai comuni di Sannazzaro e di Ferrera Erbognone, in provincia di Pavia.

Le coordinate geografiche sono le seguenti:

Latitudine nord: 45° 06' 10"

Longitudine: 3° 34' 35" (est Greenwich)

 2° 49' 00" (ovest Roma Monte Mario)

L'area complessiva della raffineria di superficie di circa 2.3 * 10+6 metri quadrati è delimitata:

- a Nord : dalla ferrovia Alessandria-Pavia

- a Est : dalla strada provinciale Sannazzaro – Pieve del Cairo

- a Ovest : da terreni di proprietà della società

- a Sud : dal deposito PRAOIL

L'attività svolta dalla raffineria in oggetto viene classificata, per quanto indicato al punto 2 del questionario dell'O.M. 21 Febbraio 1985 del Ministero della Sanità, con il codice di attività 3.13 E.

Il Direttore della Raffineria Agip Petroli di Sannazzaro dè Burgondi, che ricopre quindi la figura di "gestore" dell'attività è l'Ing. Sergio Ghelardi.

3. Descrizione del ciclo produttivo

La struttura della Raffineria prevede le seguenti fasi principali:

- arrivo e stoccaggio del grezzo,
- distillazione primaria e sotto vuoto,
- cracking distillati pesanti,
- desolforazione prodotti,
- reforming catalitico,
- trattamento gas,
- trattamento acque,

- stoccaggio prodotti semilavorati e finiti,
- movimentazione e spedizione prodotti finiti.

3.1 Schema a blocchi dell'attività

In raffineria è disponibile lo schema a blocchi dell'attività, nel quale sono indicate le sostanze in entrata ed uscita dalla raffineria ed i collegamenti tra gli impianti di processo.

3.2 Capacità produttiva

La Raffineria è in grado di trattare 10 milioni di tonnellate di petrolio grezzo all'anno.

3.3 Ripartizione geografico-funzionale

La Raffineria di Sannazzaro rientra tra gli impianti industriali dedicati alla distillazione o raffinazione, ovvero altre successive trasformazioni del petrolio o dei prodotti petroliferi.

L'area dello stabilimento può essere suddivisa nelle seguenti zone:

- impianti di processo (isole 6, 7, 13, 3A)
- stoccaggi, che occupano gran parte dell'area di raffineria
- zona di caricamento autobotti e ferrocisterne (piazzale autobotti, parco ferrocisterne, piazzale piombatura, isola 8)
- area occupata dagli uffici, dai magazzini generali, dalla mensa e dai servizi in generale
- area impianti di trattamento acque (separatore API e biologico).

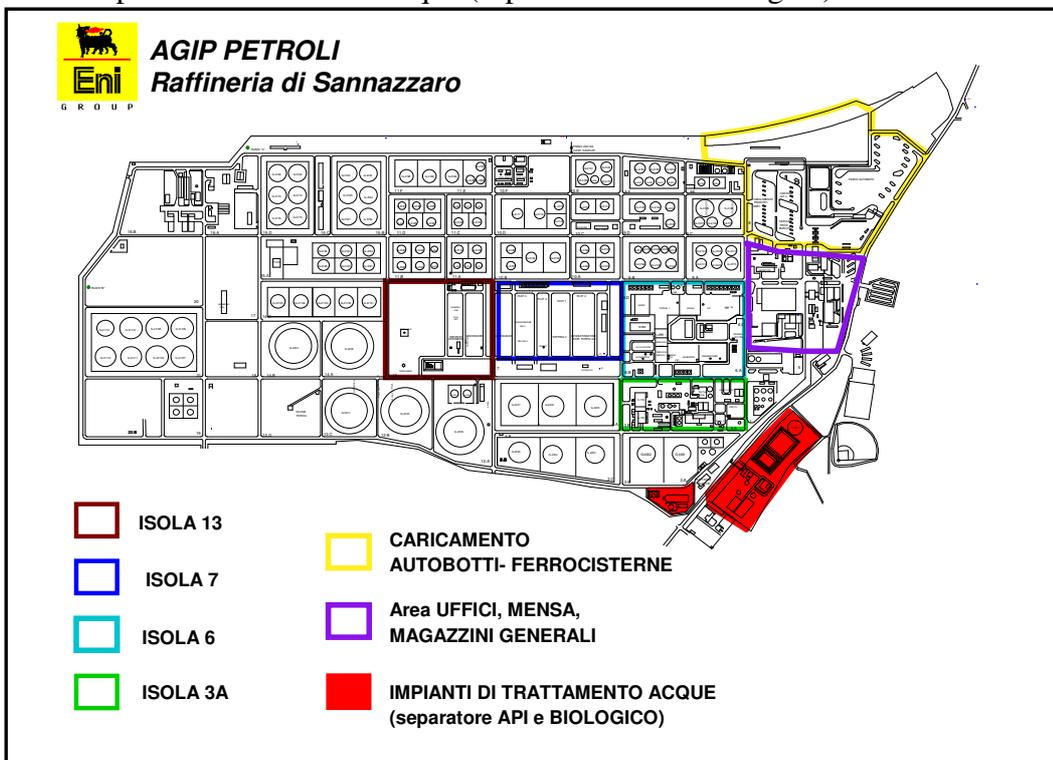


Fig. 1 planimetria della raffineria

Oltre agli impianti di processo, esistono vari altri impianti ed attrezzature, sia per la produzione e distribuzione di vapore, energia elettrica, acqua refrigerante e industriale, aria compressa, etc., sia per la movimentazione e miscelazione dei prodotti finiti.

3.4 Volumetrie fabbricati ed aree impermeabilizzate

Le volumetrie dei fabbricati e le aree impermeabilizzate presenti all'interno dell'insediamento industriale sono le seguenti:

Costruzioni	= m ³ 141.979
Pavimentazioni (strade)	= m ² 295.830
Pavimentazioni (cementizie)	= m ² 380.000

3.5 Ciclo di lavorazione

3.5.1 Impianti di lavorazione

La Raffineria è dotata dei seguenti impianti di processo:

2 unità di distillazione primaria più un'unità di distillazione sottovuoto

1 unità di Visbreaking

3 unità di desolforazione GPL (2 MEROX + 1 MERICHEM)

2 unità di reforming catalitico

1 unità di riduzione del benzene nelle benzine

1 unità di isomerizzazione catalitica e separazione isomeri (TIP + ISOSIV), più 1 unità di idroisomerizzazione (IDROISO)

1 unità di alchilazione

1 unità di cracking catalitico

1 unità di hydrocracking

2 unità di desolforazione catalitica gasolio, compresa una sezione di deparaffinazione

1 unità di desolforazione kerosene

4 unità di addolcimento benzine (MEROX + 1 MIN-ALK)

2 unità di desolforazione catalitica della benzina (Naphta Hydrobon, BTL)

2 unità di desolforazione gas

3 unità di purificazione idrogeno (PSA-1, 2, 3)

2 unità di recupero zolfo (processo Claus)

2 unità di frazionamento GPL

1 impianto di produzione MTBE

3 impianti di trattamento acque acide.

Oltre agli impianti di processo, esistono varie altre unità (Utilities) per la produzione e distribuzione di vapore, energia elettrica, acqua refrigerante e industriale, aria compressa, etc.

La descrizione dettagliata del ciclo produttivo degli impianti è indicata in [Allegato n° 1](#).

3.5.2 Responsabili della progettazione esecutiva

La costruzione della Raffineria è stata iniziata nel 1961, per volere di Enrico Mattei, mentre i primi impianti (Topping e Reforming catalitici) sono stati avviati nel 1963.

Gli impianti di produzione erano situati nell'isola 6 e sono stati costruiti per la maggior parte negli anni tra il 1963 e 1968. Nel 1976 è entrata in funzione una seconda serie di impianti di produzione allocati nell'isola 7.

Il D.M. n° 6300 del 20-6-63 ha conferito alla raffineria una concessione della durata di 20 anni per una capacità di lavorazione pari a 4 milioni di tonnellate annue di greggio trattato, estendendo la concessione fino al 1992 (estesa da successivi Decreti Ministeriali).

Il D.M. n° 10371 del 7-8-72 ha autorizzato un ampliamento della capacità di lavorazione fino ad un massimo di 10 milioni di tonnellate annue di grezzo trattato.

Gli impianti di processo, gli stoccaggi e relative pertinenze sono stati progettati da primarie Società di progettazione (Snamprogetti, TPL, Foster Wheeler etc.), come indicato nella successiva tabella.

IMPIANTO	PROGETTO	SEDE	ANNO COSTR.	ANNO AGGIOR.	TIPO DI AGGIORNAMENTO
Topping 1	Sanmprogetti	Milano	1963	1985	Integrazione termica con impianto Vacuum Cambio strumentazione da analogica a digitale
Vacuum	Snamprogetti	Milano	1964	1981 1985 1994	Aumento di capacità Integrazione termica con impianto Topping Cambio strumentazione da analogica a digitale Colonna di lavaggio gas e piccole modifiche

IMPIANTO	PROGETTO	SEDE	ANNO COSTR.	ANNO AGGIOR.	TIPO DI AGGIORNAMENTO
Gas Saturi 1	Snamprogetti	Milano	1963	1985	Cambio strumentazione da analogica a digitale
RC 2	Snamprogetti	Milano	1968	1987	Cambio strumentazione
HDS 1	Snamprogetti	Milano	1968	1985 1987 1995	Inserimento reattore di deparaffinazione Cambio strumentazione Revamping
HDS 3	Snamprogetti	Milano	1988	1995	Revamping
FCC	Snamprogetti F.W.I.	Milano Milano	1964	1981 1987 1991 1994	Aumento capacità Cambio strumentazione Revamping e filtro elettrostatico Cambio reattore e piccole modifiche
Gas FCC	Snamprogetti	Milano	1964	1981 1987 1993	Aumento capacità Cambio strumentazione Inserimento RERUN (F.W.I.) Revamping Nuovo splitter C3
Merox GPL	Snamprogetti	Milano	1963	1985 1991	Cambio strumentazione Revamping Merox GPL da FCC
Merox Benzina	Snamprogetti	Milano	1963	1985 1994	Cambio strumentazione Nuova unità MIN-ALK
Naphta Hydrobon	Foster Wheeler (processo UOP)		1977	1989 1990	Aggiunto nuovo reattore per trattamento naphta da Visbreaker Cambio strumentazione Cambio colonna
Visbreaker	Snamprogetti (processo M.W. Kellog limited)	Milano	1989	---	---
Isomerizz. TIP ISOSIV	Snamprogetti (processo Sheel Union Carbide)	Milano	1988	---	---
Topping 2	F.W.I.	Milano	1977	1990	Cambio strumentazione
HDS 2	F.W.I.	Milano	1977	1987 1990 1995	Recupero Energetico Inserimento 2° reattore Cambio strumentazione Incremento capacità
Desolforaz. Gas 2	F.W.I.	Milano	1977	1990	Cambio strumentazione
RC 3	F.W.I. (processo UOP)	Milano	1977	1989	Aumento severità e aggiunta scambiatori per recupero energetico Cambio strumentazione
Gas Saturi 2	F.W.I.	Milano	1977	1989 1995	Cambio strumentazione Sostituzione colonna
Desolforaz. Gas 1	Snamprogetti	Milano	1964	1987	Cambio strumentazione
Zolfo 2	Nuova I.G.I.	Milano	1977	1984 1987 1994	Aggiunta muffola per bruciare NH ₃ Cambio strumentazione Incremento capacità
SWS 1	Snamprogetti	Milano	1977	1981 1987	Aumento capacità Cambio strumentazione
Alchilazione	Snamprogetti (processo UOP)	Milano	1966	1984 1987 1990/91 1998	Interventi di sicurezza. Potenziamento rete acqua antincendio Cambio strumentazione Nuova sezione di neutralizzazione e interventi di sicurezza Nuove barriere ad acqua

IMPIANTO	PROGETTO	SEDE	ANNO COSTR.	ANNO AGGIOR.	TIPO DI AGGIORNAMENTO
Idroisomerizzazione	Techint	Milano	1993	1998	Revamping
MHDC	Snamprogetti	Milano	1992	1993 1995 1996 1998	Marcia al 65% di conversione Unità di lavaggio GPL in fase liquida. Unità di disidratazione gasolio Recupero F.G. alta P. Sostituzione forno B2301
MTBE	Snamprogetti	Milano	1991	---	---
BTL	Siry Chamon	Nova Mi.	1994	---	---
PSA-3	Agip Petroli-U.O.P.	Roma	1994	---	---
Zolfo 3	Siry Chamon	Nova Mi.	1989	1995	Incremento capacità
SWS 2	Siry Chamon	Nova Mi.	1989	---	---
SWS 3	Elettraprogetti	Novara	1994	---	---
Benzene 1%	Snamprogetti	Milano	1996	---	---
Merichem	3P	Roma	1997	---	---

3.5.3 Ricevimento delle materie prime

La Raffineria riceve il greggio attraverso due oleodotti, da 26 e 32 pollici di diametro, che partono direttamente dalla darsena petroli di GENOVA-MULTEDO (dove attraccano le superpetroliere) e, con un percorso rispettivamente di 83 e 90 km, arrivano al deposito PRAOIL di Ferrera E., riceve inoltre greggio nazionale (Villafortuna) da AGIP Trecate attraverso un oleodotto del diametro di 16 pollici e della lunghezza di 43 km; dal deposito PRAOIL due oleodotti da 22 pollici di diametro trasferiscono il greggio in Raffineria.

L'invio di grezzo alla Raffineria è gestito dal personale del deposito PRAOIL, in collaborazione con i responsabili della Raffineria.

La Raffineria riceve inoltre come materie prime:

ESAR/DPV (estratti aromatici/distillato pesante da Vacuum) tramite ferrocisterne;

acido fluoridrico, tramite ferrocisterna;

metanolo, (tramite autobotti e ferrocisterne);

soluzioni di acidi, basi ed altri chemicals, tramite autobotti o, nel caso di prodotti in fusti, mediante furgoni ed autocarri.

Gli additivi antidetonanti (piombo tetraetile) sono stati dismessi al 31 Dicembre 2001.

3.5.4 Stoccaggio e spedizione prodotti

La Raffineria produce i seguenti prodotti finiti :

GPL (propano, butano o miscele);

propilene;

benzine super, benzine senza piombo;

kerosene per aviazione;

gasoli per trazione e riscaldamento;

oli combustibili;

zolfo;

bitumi.

La raffineria inoltre produce MTBE quale additivo per le benzine senza piombo.

Vi sono due parchi distinti di stoccaggio GPL in sfere e sigari orizzontali nelle isole 9E e 22, per una capacità complessiva pari a circa 19250 m³.

Il petrolio grezzo è contenuto in 8 serbatoi, per una capacità totale pari a 694700 m³.

I distillati leggeri sono contenuti in 42 serbatoi, per una capacità totale di circa 394800 m³.

I distillati medi sono contenuti in 68 serbatoi, per una capacità totale di circa 526400 m³.

I distillati pesanti sono contenuti in 36 serbatoi, per una capacità complessiva di 673800 m³.
Nel **Disegno n°1** sono riportati i serbatoi con l'indicazione dei prodotti contenuti.
L'area occupata dagli stoccaggi in esame è di circa 1.300.000 m².

Tutti i serbatoi sono circondati da bacini di contenimento, in cemento armato, con volume conforme a quanto previsto dalla legge; sono inoltre dotati di misuratore di livello con segnalazione in campo ed in sala controllo e di apparecchiature per il prelievo dei campioni.

Il collaudo generale dei serbatoi viene effettuato con cadenza triennale, operando un controllo di spessore e di corrosione.

Il grado di riempimento di ciascun serbatoio viene mantenuto sempre al di sotto del massimo stoccabile.

Presso la raffineria sono disponibili le seguenti informazioni:

Elenco completo di tutti i serbatoi, con specificato:

sigla del serbatoio;

capacità geometrica;

altezza massima operativa;

altezza minima operativa;

diametro serbatoio;

altezza serbatoio;

superficie serbatoio;

circonferenza serbatoio,

prodotto contenuto,

temperatura prodotto stoccato,

eventuale riscaldamento con vapore.

Elenco bacini di contenimento con specificato:

isola di appartenenza,

dimensioni (area x altezza),

serbatoi contenuti,

capacità serbatoi contenuti,

prodotto stoccato.

La strumentazione di controllo di cui sono dotati i serbatoi è di tipo pneumatico, collegata alla rete generale di aria compressa di raffineria.

I serbatoi, le macchine e tutte le strutture metalliche sono collegate alla rete generale di terra.

3.5.5 Movimentazione interna

Le spedizioni possono essere effettuate via autobotti (ATB), ferrocisterne (FC) o tramite vari oleodotti. Sono previste come aree attrezzate alla movimentazione via terra:

pensiline di carico GPL su autobotti e ferrocisterne (isola 8);

pensiline di carico idrocarburi liquidi su autobotti e ferrocisterne (isola 8);

pensiline caricamento zolfo su autobotti (isola 3A);

pensiline caricamento bitumi su autobotti (isola 3A).

Gli oleodotti di ricezione del greggio provenienti dal deposito PRAOIL di Ferrera, sono costituiti da due linee di diametro pari a 22".

Tali tubazioni alimentano i serbatoi di stoccaggio 4006-4008; da essi è derivata una linea da 34" che invia il greggio ai serbatoi 4009-4013 di maggiore capacità.

Dai serbatoi di stoccaggio il greggio viene inviato agli impianti di processo tramite tubazioni fuori terra, di diametro variabile da 6 a 24".

I prodotti provenienti dagli impianti di lavorazione sono inviati ai rispettivi serbatoi di stoccaggio mediante tubazioni fuori terra, di diametro variabile da 4 a 16".

Da detti serbatoi i prodotti finiti sono inviati alle rampe per ATB e FC, o agli oleodotti di mandata, tramite tubazioni apposite posizionate anch'esse fuori terra, aventi diametro variabile da 8 a 24".

I prodotti finiti sono inviati per circa il 20% alle rampe di carico ATB, per il 5% a quelle di carico FC il restante agli oleodotti colleganti la Raffineria con i depositi di Fiorenzuola, Rho, Ferrera e Volpiano.

Le tubazioni di trasporto degli idrocarburi sono tutte installate fuori terra, su strutture in quota o posate in trincee aperte appositamente realizzate. (Disegno n°2)

Dalla Raffineria partono altri oleodotti che riforniscono di prodotti finiti le seguenti utenze:

- deposito libero di raffineria;
- deposito AgipGas di Sannazzaro con 4 linee (una da 4" per GPL ed altre 3 linee fuori esercizio),
- deposito PRAOIL di Ferrera con una linea da 16" ed una da 10";
- centrale termoelettrica di La Casella (PC) con una linea da 10 pollici di diametro e lunga 52 km, per olio combustibile (fuori esercizio);
- deposito Agip di Volpiano (TO) con una linea da 10" di diametro e lunga 52 km, per tutti i prodotti;
- deposito Agip di Fiorenzuola (PC) con una linea da 10" di diametro e lunga 95 km, per tutti i prodotti;
- deposito Agip di Rho-Pregnana (MI) con 2 linee da 8" di diametro e lunga 51 km;

La stazione di movimentazione dei prodotti nei vari oleodotti è gestita da Agip Petroli (proprietaria PRAOIL)

3.5.6 Blending Benzine e semilavorati

Nella zona di Blending avviene la miscelazione di semilavorati ed additivi, provenienti da più serbatoi per mezzo di pompe dedicate; le quantità sono automaticamente predeterminate in modo tale da ottenere una miscela finale utilizzabile per autotrazione.

I diversi prodotti vengono immessi in un unico collettore principale dal quale la miscela viene inviata ad un serbatoio finale.

Nello stesso collettore vi è anche un punto d'immissione di butano, il quale viene immesso nelle benzine, nella quantità dell'1-2% in peso, d'inverno.

Il butano viene dosato con una linea da 3", lunga circa 500 m proveniente dallo stoccaggio GPL-1, mediante pompa dedicata e contatore. Gli additivi miscelati alla benzina consistono essenzialmente nel colorante, per benzina Verde.

Per la produzione di gasoli per autotrazione si effettua la miscelazione di diversi semilavorati ed additivi; a differenza del blending delle benzine, questa miscelazione non viene effettuata in linea ma si fanno singoli trasferimenti dai vari serbatoi al serbatoio di ricevimento e stoccaggio finale.

Gli additivi (denaturanti e coloranti) vengono dosati per iniezione su una linea di riciclo del prodotto nel serbatoio finale, prelevandoli da piccoli serbatoi.

3.5.7 Servizi ausiliari

La Raffineria è dotata di :

- Servizio antincendio interno, con addetti alla sicurezza specializzati in turno continuo, moderne autopompe, rete di idranti ed estintori fissi e mobili a schiuma ed a polvere, sistema di allarme, etc.;
- attrezzate officine meccanica, elettrica e strumentistica;
- magazzino coperto materiali;
- aule addestramento e formazione del personale;
- uffici tecnici, amministrativi e direzionali;
- spogliatoi;
- servizio mensa;
- infermeria e pronto soccorso, autoambulanza.

3.5.8 Sicurezza e protezione ambientale

La Raffineria di Sannazzaro, nell'ottica di un'adeguata politica di tipo ambientale, ha programmato ed effettuato numerosi interventi volti ad implementare le installazioni già adottate contro ogni forma di inquinamento del territorio circostante.

La continua evoluzione degli impianti infatti, oltre a riflettere le vicende energetiche degli ultimi vent'anni, ha tenuto conto della trasformazione qualitativa della domanda complessiva di prodotti petroliferi con incremento della produzione di prodotti ecologici quali:

benzine senza piombo e a sempre più basso tenore di aromatici,

gasoli a basso tenore di zolfo e oli combustibili,

zolfo (derivante dal recupero dell'idrogeno solforato).

Ad esempio, una delle iniziative dello stabilimento, tra le numerose programmate/realizzate volte a migliorare il rapporto diretto con l'ambiente (aria, acque di superficie e suolo circostante), è costituita dalla prevalente utilizzazione di gas/liquidi a basso contenuto di zolfo come combustibili per i consumi interni di energia termica.

Esso consente di mantenere gli scarichi della combustione entro i limiti delle leggi che tutelano l'inquinamento atmosferico. Si precisa inoltre che la quasi totalità delle emissioni continue è monitorata e controllata da analizzatori in continuo.

Sono stati attuati inoltre diversi progetti di riutilizzo delle acque di raffineria ed in molti casi si utilizza il raffreddamento ad aria al fine di ridurre i consumi idrici.

Particolare attenzione è dedicata alla prevenzione degli infortuni attraverso un capillare coinvolgimento del personale nella politica antinfortunistica della Raffineria.

Tale coinvolgimento è ottenuto anche grazie ad una specifica applicazione della metodologia Dupont, che prevede l'organizzazione in appositi comitati e sottocomitati di sicurezza e la periodica riunione degli stessi per analizzare problematiche inerenti la sicurezza, con particolare attenzione alla prevenzione infortuni.

L'azione preventiva antincendio è integrata dalla disponibilità di un servizio dedicato con dotazione di numerosi e moderni mezzi fissi e mobili.

4. Emissioni

Le emissioni di raffineria sono costituite da reflui liquidi (acque di scarico), reflui solidi (rifiuti) e reflui gassosi (fumi da camini).

Le acque reflue di stabilimento vengono trattate in un impianto di trattamento liquidi centralizzato a tre stadi: fisico, chimico-fisico e biologico, prima di essere scaricate nel canale che va al fiume Po.

La quasi totalità dei fumi emessi dai vari camini (forni, caldaie) sono controllati tramite analizzatori in continuo.

Le emissioni di inquinanti inoltre vengono ridotte anche mediante l'uso di combustibili a ridotto tenore di zolfo (fuel gas, olio combustibile).

Gli eventuali sfiati degli impianti di processo vengono raccolti nella rete di Blow Down, recuperati ed avviati a combustione come fuel gas, mentre gli stoccaggi di classe A in genere non presentano sfiati operativi (serbatoi a tetto galleggiante).

4.1 Sistema di raccolta delle acque reflue

Le acque reflue di stabilimento, prima di essere convogliate in un collettore impermeabilizzato che scarica in un corpo idrico superficiale, sono trattate in un impianto di trattamento acque reflue centralizzato a tre stadi: fisico, chimico-fisico e biologico.

Le acque reflue di raffineria, sia quelle provenienti dai processi di produzione che quelle piovane vengono sottoposte, preventivamente al loro scarico, ad un trattamento di depurazione in un'impianto costituito da una sezione fisica, chimico-fisica e biologica.

Le acque depurate, previo controllo effettuato in conformità alle prescrizioni delle normative vigenti, vengono scaricate in un unico punto nel Cavo Riazzolo con recapito finale nel fiume Po.

La portata media allo scarico è di circa 800 m³/h con un volume totale annuale stimato in circa 7.000.000 m³/h.

Il sistema fognario della raffineria di Sannazzaro è separato sulla base dei diversi tipi di effluenti: (Disegno n°3)

4.1.1 Presenza di sostanze di cui alla tab. 3A all. 5 D.lgs. 152/99

Il ciclo produttivo della raffineria non è inserito in quelli compresi nella tabella 3/A dell'allegato 5 del D.L. 152/99; inoltre nello stabilimento non vengono utilizzate sostanze indicate nella tabella di cui sopra.

4.1.2 Scarichi di processo

Le fogne degli scarichi di processo raccolgono quelle acque di scarico venute a diretto contatto essenzialmente con oli o che sono soggette a formare emulsioni con questi, o venute a contatto con sostanze chimiche che possono provocare consumo di ossigeno.

Questi scarichi includono in genere drenaggi da serbatoi, acque di raffreddamento da tenute di pompe, acque di lavaggio ed altre fonti di emulsioni.

L'acqua dalle fogne di processo viene trattata inizialmente con un sistema di separatori acqua olio (sezione fisica), prima di essere ulteriormente trattata nelle successive sezioni chimico-fisica e biologica, al fine di recuperare gli idrocarburi che si separano per processo gravitativo.

Gli idrocarburi recuperati vengono reinseriti nel ciclo di lavorazione dello stabilimento.

4.1.3 Acque sanitarie e piovane

Un sistema fognario separato dal sistema di processo ha la funzione di ricevere acque che hanno subito una minore contaminazione da parte di oli, essenzialmente acque piovane leggermente contaminate provenienti da aree esterne agli impianti di processo (piazzali, officine, ecc...) e acque provenienti da scarichi di tipo sanitario.

Tali acque, non essendo particolarmente cariche di inquinanti, non necessitando di trattamento di tipo gravitativo sono direttamente convogliate alla sezione chimico fisica dell'impianto di depurazione.

4.1.4 Acque acide

La rete delle acque acide di processo, separata dai restanti sistemi fognari, raccoglie gli effluenti liquidi (contenenti idrogeno solforato ed ammoniaca) provenienti dal cracking catalitico, dalla desolforazione benzine e dagli impianti zolfo.

Le acque acide sono quindi convogliate agli impianti di strippaggio che separano l'idrogeno solforato e l'ammoniaca che vengono convogliati all'impianto Zolfo, e successivamente inviate all'impianto di depurazione.

4.2 Depurazione acque

L'impianto di depurazione acque reflue, la cui ubicazione è indicata nel [disegno n° 4](#), è suddiviso in 3 sezioni, come di seguito descritto.

4.2.1 Sezione di trattamento fisico

Le acque di processo che provengono dal sistema fognario oleoso confluiscono al dispositivo di ingresso del separatore (API separator) e vi si distribuiscono sulle tre vasche di calma.

Specifiche apparecchiature (disc oil) hanno la funzione di recuperare gli idrocarburi che si separano dall'acqua per gravità).

L'acqua in uscita dal separatore d'olio API è raccolta in una stazione di pompaggio ed unitamente agli scarichi sanitari, inviata nella sezione di flottazione.

La quantità di acqua in eccesso alla capacità del sistema di trattamento, prodotta durante le precipitazioni atmosferiche, è pompata in un bacino e in serbatoio di stoccaggio appositamente predisposti per l'accumulo.

Tale acqua è successivamente rinviata alla sezione di flottazione dell'impianto per la depurazione.

4.2.2 Sezione di trattamento chimico-fisico

Nella sezione di flottazione vengono flocculate le sostanze sospese presenti nelle acque consistenti in olio residuo e impurezze chimiche.

La separazione avviene con appositi reattivi di coagulazione aggiunti che producono fanghi di flottazione e di fondo.

L'acqua depurata è successivamente trasferita allo stadio di trattamento biologico.

Un flusso parziale ne viene arricchito d'aria e riciclato alla flottazione.

4.2.3 Sezione di trattamento biologico

La sezione biologica e chimico-fisica sono costituite da doppi impianti.

Lo stadio biologico comprende la fase di areazione e post-chiarificazione.

Le acque chimicamente e meccanicamente depurate provenienti dalla sezione di flottazione sono convogliate in vasche di areazione di forma rettangolare in cui le impurezze inorganiche ed organiche presenti nelle acque sono decomposte da microorganismi, con consumo di ossigeno.

Durante il trattamento si forma fango attivo che viene parzialmente estratto e raccolto in apposita vasca di raccolta ed addensamento.

L'ossigeno occorrente per la decomposizione delle impurezze è distribuito da una serie di apparecchiature appositamente installate.

A completamento del trattamento biologico l'acqua è inviata ad apposite vasche di postchiarificazione ove in condizioni di calma avviene una separazione netta dei materiali sedimentabili e dei flocculi di fango.

Ciascuna vasca è equipaggiata con un pulitore che provvede a spingere i fanghi depositi al centro della vasca stessa dove una speciale pompa provvede ad estrarre i fanghi di fondo e ad inviarli alla vasca di raccolta ed addensamento dei fanghi.

In tale vasca sono convogliati anche i fanghi derivanti dalla flottazione.

L'acqua, in uscita dalle vasche di postchiarificazione, completamente depurata, è in parte scaricata e in parte recuperata.

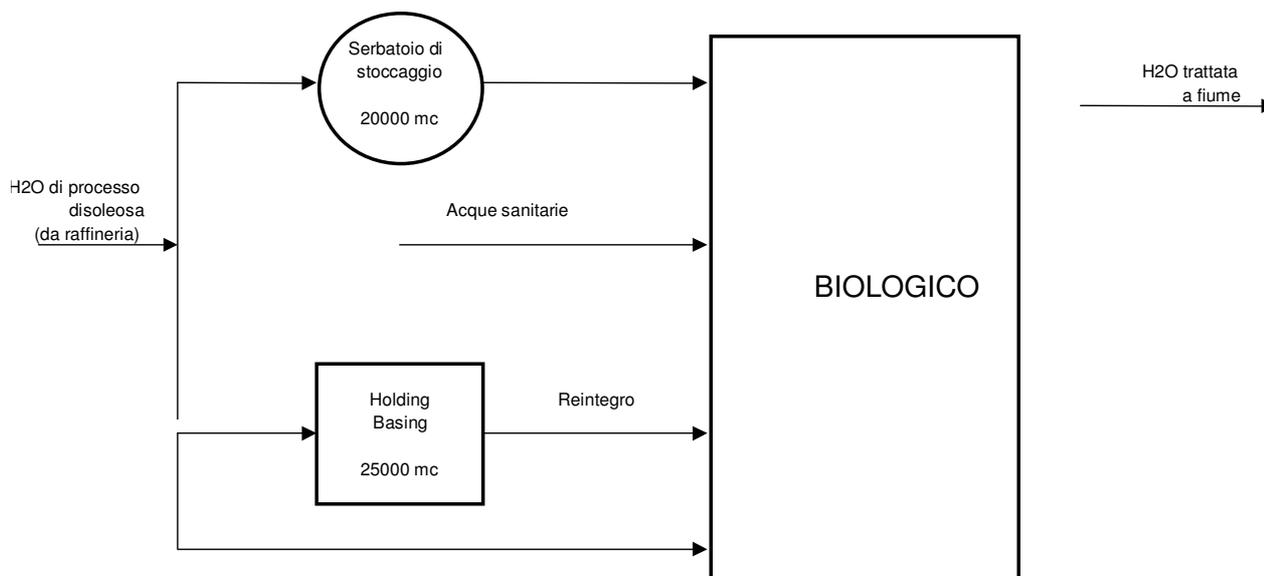


Fig. 2 Schema a blocchi impianto di depurazione acque di scarico.

4.2.4 Durata dello scarico

Lo scarico della raffineria è in funzione continua per tutto l'anno (8760 h/a).

4.2.5 Caratteristiche tecniche impianto depurazione acque di scarico

Si riportano di seguito le caratteristiche tecniche dell'impianto di depurazione delle acque di scarico della raffineria

ANNO DI COSTRUZIONE	1969
PROGETTISTA	LURGI
REALIZZAZIONE	SNAMPROGETTI

SEPARATORE D'OLIO API SEPARATOR

Numero delle camere:	3
Dimensioni cad. camera:	
Lunghezza	56 metri
Larghezza	6.1 metri
Profondità d'acqua	2.2 metri
Portata:	
con tempo asciutto	650 m3/h
Con tempo piovoso	2800 m3/h

Camera di pompaggio n° 2 per tempo asciutto

Lunghezza:	6 metri
Larghezza:	4 metri
Profondità d'acqua:	massima 2 metri

STAZIONE DI POMPAGGIO ACQUE DI SCARICO

Camera di pompaggio n° 1 per tempo asciutto

Lunghezza:	7 metri
Larghezza:	6 metri
Profondità d'acqua:	massima 2 metri
Afflusso dall'API con tempo asciutto:	650 m3/h
Afflusso dal canale per acque bianche (1000) con tempo asciutto:	70 m3/h
Afflusso dalla vasca di stoccaggio acqua piovana con tempo asciutto:	50 m3/h
Afflusso dall'impianto trattamento acque di scarico con tempo asciutto:	30 m3/h
Afflusso all'impianto di trattamento acque con tempo piovoso:	800 m3/h
Afflusso all'impianto di trattamento acque con tempo asciutto:	750 m3/h

Afflusso dall' API con tempo piovoso:	2800 m3/h
Afflusso dal canale per acque bianche (1000) con tempo piovoso:	770 m3/h
Afflusso dalla vasca di stoccaggio acqua piovana con tempo piovoso:	50 m3/h
Afflusso dall'impianto trattamento acque di scarico con tempo piovoso:	30 m3/h
Totale afflusso con tempo piovoso:	3650 m3/h
Scarico:	2850 m3/h
All'impianto trattamento acque (vasca di coagulazione): massima	800 m3/h

Afflusso con tempo asciutto:	40-70 m3/h
Afflusso con tempo piovoso:	3840 m3/h
Scarico:	3770 m3/h
Afflusso all'impianto di trattamento acque (vasche d'aerazione): massimo	70 m3/h

Camera di pompaggio n° 3 per tempo piovoso	
Lunghezza:	11 metri
Larghezza:	6 metri
Profondità d'acqua:massima	3 metri
Afflusso dalla camera di pompaggio I con tempo piovoso:	2850 m3/h
Afflusso dalla camera di pompaggio II con tempo piovoso:	3770 m3/h
Complessivamente:	6620 m3/h

VASCA DI MISCELAZIONE E DI COAGULAZIONE

Lunghezza:	7.5 metri
Larghezza:	7.5 metri
Profondità d'acqua:	3.6 metri
Capienza:	200 m3/h
Portata:	800 m3/h
Permanenza:	15 min. primi

VASCHE DI FLOTTAZIONE

Afflusso con tempo piovoso:	800 m3/h	
Riciclo:	300 m3/h	
Complessivamente:	1100 m3/h	
Numero:	2	
Diametro:	cad. vasca	14 metri
Profondità d'acqua:	cad. vasca	3 metri
Capienza:	cad. vasca	460 m3
Area di chiarificazione:	cad. vasca	138 mq
Velocità d'ascensione:		4 metri/h
Permanenza:		1 ora 9 minuti

VASCHE D'AERAZIONE

Afflusso dalla flottazione con tempo piovoso:	800 m3/h	
Afflusso dalla camera di pompaggio II:	70 m3/h	
Complessivamente:	870 m3/h	
Numero:	2	
Lunghezza:	cad. vasca	40 metri
Larghezza:	cad. vasca	11 metri
Profondità d'acqua:		3 metri
Capienza:	cad. vasca	1320 m3
Portata complessiva:	con tempo asciutto	790 m3/h
con tempo piovoso		870 m3/h
Carico di BSB5:	massima	2500 kg/gior
Periodo d'aerazione:	con tempo asciutto	3.3 h
con tempo piovoso		3.0 h

VASCHE DI POSTCHIARIFICAZIONE

Numero		2
Lunghezza:	cad. vasca	50 metri
Larghezza	cad. vasca	11 metri
Profondità acqua		2 metri
Capienza acqua	cad. vasca	1100 m ³
Area chiarificazione	cad. vasca	550 metri
Permanenza	con tempo asciutto	2,8 h
	con tempo piovoso	2,5 h
Velocità di ascensione	con tempo asciutto	0,7 metri/h
	con tempo piovoso	0,8 metri/h

VASCA RACCOLTA E PRETRATTAMENTO FANGHI

Fanghi di flottazione		
Separazione d'aria nel serbatoio di flottazione		65 m ³
Portata pompa fanghi		10 m ³ /h
Prevalenza		2 metri c.a.

Addensatore		
Rendimento:		3000 Kg sostanza secca/g
Diametro:		13 metri
Profondità dell'acqua:		4 metri
Capienza:		530 m ³

4.3 Stoccaggio e smaltimento rifiuti

La raffineria sin dal 1988, in accordo con le politiche aziendali e al fine di ridurre l'impatto ambientale sul territorio circostante, ha deciso di non conferire più rifiuti all'esterno e di dotarsi di un ciclo completo di trattamento e smaltimento interno, ubicati all'interno dello stabilimento. (disegno n°5)

In tal senso fu richiesta ed ottenuta l'autorizzazione alla costruzione e alla gestione di una discarica interna di di 2a categoria tipo B di proprietà Agip Petroli con annesso impianto di inertizzazione.

Tale richiesta fu autorizzata dalla R. Lombardia con delibera n° 41273 del 1989.

La discarica, inizialmente costituita da 3 lotti di capacità di 15.000 m³ ciascuno è stata recentemente ampliata (delibera Regione Lombardia n° 4489 del 5-8-99).

Attualmente è in funzione il nuovo lotto A, adiacente ai tre lotti (1, 2, 3) esauriti di cui è in atto il ripristino ambientale.

Nella discarica possono essere conferiti esclusivamente rifiuti speciali prodotti all'interno della raffineria.

Il percolato prodotto nell'impianto di smaltimento viene raccolto e convogliato al trattamento acque reflue della raffineria, mediante fognatura oleosa.

Le autorizzazioni relative alla discarica sono le seguenti:

n° 41273, emanata e rilasciata dalla Giunta Regionale della Lombardia, in data 4.4.1989,

n° 23362, emanata e rilasciata dalla Giunta Regionale della Lombardia, in data 20.12.1996,

n° 44889 emanata e rilasciata dalla Giunta Regionale della Lombardia, in data 31.08.1999.

4.3.1 Rifiuti, tipologia e provenienza

I rifiuti, prodotti dalla Raffineria di Sannazzaro de' Burgondi e classificati in base alla loro natura e provenienza come "speciali" non pericolosi, che vengono, previo pretrattamento, smaltiti nella discarica di 2a categoria tipo B, sono i seguenti:

- Rifiuti omogenei, costituiti da:

- terre fini da sospensioni oleose;
- fanghi biologici da impianto trattamento acque di scarico;
- carbonato di calcio da addolcimento acque superficiali per produzione vapore e per raffreddamento;

- catalizzatore esausto residuo dai processi di pirolisi negli impianti di cracking catalitico.

- Rifiuti eterogenei costituiti da:

- materiali quali terre da decorticazione e materiali inerti di risulta a granulometria eterogenea, provenienti dalle operazioni di pulizia e ripristino di impianti e strutture della Raffineria.

Terre oleose e fanghi biologici palabili

Questi due rifiuti costituiscono la frazione non recuperabile residua dalle operazioni di centrifugazione spinta, cui sono sottoposti nello stadio finale del processo di recupero della fase idrocarburica:

le sospensioni oleose (idrocarburi medio-pesanti contenenti terre fini in sospensione) provenienti dalla manutenzione di impianti e serbatoi, da slops e dai grezzi di lavorazione;

i fanghi biologici provenienti dalle sezioni chimico-fisiche e biologica dell'impianto di depurazione delle acque di scarico.

Le sospensioni oleose ed i fanghi biologici sono sottoposti a centrifugazione spinta per la separazione della fase solida, costituita da idrocarburi medio-pesanti e pesanti, da materiale inorganico e dalle terre fini oleose e denominata "pannello" - dalla fase liquida costituita da idrocarburi leggeri in emulsione con acqua e denominata "chiarificato". Il chiarificato, ottenuto dall'impianto di centrifugazione, è sottoposto a flottazione per la separazione della fase acquosa dalla fase idrocarburica; la fase acquosa è inviata a rilavorazione in testa all'API Separator mentre gli oli sono inviati a ridistribuzione.

La frazione solida ad elevato contenuto inorganico ed a basso o nullo tenore di idrocarburi, costituisce un residuo non suscettibile di alcun ulteriore possibile riutilizzo.

Questo residuo non recuperabile prodotto dalla centrifugazione spinta delle sospensioni oleose e dei fanghi biologici è classificabile come rifiuto speciale non pericoloso; di seguito se ne riporta la composizione media:

- Residuo a 105°C	30%
- Arsenico	< 1 mg/kg
- Cadmio	< 1 mg/kg
- Cromo totale	35 mg/kg
- Mercurio	< 1 mg/kg
- Piombo	25 mg/kg
- Cianuri	1 mg/kg
- Fenoli	5 mg/kg
- Oli minerali	2-7%
- Benzene	< 5 mg/kg
- Toluene	< 10 mg/kg
- Xileni	10 mg/kg
- PNA totali	140 mg/kg
- Benzo(a)pirene	< 2 mg/kg

Fanghi da addolcimento acque superficiali

Questo rifiuto, costituito per la quasi totalità da carbonato di calcio, proviene dal processo di addolcimento a calce, impiegato nello stabilimento per il trattamento delle acque superficiali, prelevate da canale esterno, da utilizzare nella centrale termoelettrica e come acqua di raffreddamento.

Tale rifiuto palabile, anche se del tutto inerte, è classificabile come speciale.

Catalizzatore esausto

E' costituito dalle cariche esauste e non più rigenerabili del catalizzatore impiegato nei processi di pirolisi attuati negli impianti di cracking catalitico.

Il rifiuto, formato da particelle solide a granulometria fine, è costituito essenzialmente da una miscela di silice ed allumina, in cui sono presenti, in tracce, metalli alcalini, metalli pesanti (ferro, nichel, piombo, vanadio e rame); sulla base della sua composizione quali-quantitativa è classificato come speciale non pericoloso.

Il catalizzatore esausto è individuato quale rifiuto non pericoloso sottoposto alla procedura semplificata di recupero ai sensi degli artt. 31 e 33 del D.L. 22/97 (D.M. 05/02/98 - Allegato 1 - Comma 7.28).

Altri catalizzatori che utilizzati nel ciclo produttivo degli impianti di processo della raffineria sono in genere sostituiti a fine ciclo di vita.

La frequenza di rimozione media ai fini della sostituzione e di conseguenza dello smaltimento è di circa 10 anni.

Tali catalizzatori sono smaltiti presso discariche esterne o inviati a centri specializzati per il recupero dei metalli preziosi.

Rifiuti eterogenei

Sono costituiti da terre di decorticazione provenienti da pulizie superficiali di terreno per spandimenti accidentali e localizzati di idrocarburi, e da materiali inerti di risulta, di pezzatura eterogenea, interessati da modesti sporcamenti di idrocarburi (solidi di diversa natura, comprendenti frammenti di legno, sabbia, ecc.) provenienti dalle pulizie aree impianti e dalle operazioni di manutenzione e ripristino di impianti e strutture di servizio dello stabilimento.

Tali materiali, anche se praticamente inerti, sono classificabili, ai sensi della normativa vigente, come speciali non pericolosi;

Rifiuti assimilabili ai rifiuti urbani

I rifiuti assimilabili (selezionati in base alla tipologia) sono conferiti presso centri di raccolta, recupero e smaltimento esterni.

Rifiuti pericolosi

Amianto

Esiste in raffineria una mappatura dell'amianto proveniente da coibentazioni e tetti in eternit.

Le attività di "bonifica" e smaltimento di tali materiali sono affidate a ditte specializzate.

Oli esausti

Gli oli esausti sono conferiti presso il consorzio obbligatorio degli oli esausti.

Accumulatori al Pb

Gli accumulatori al Pb sono conferiti al consorzio obbligatorio per la raccolta e lo smaltimento delle batterie esauste.

Trasformatori contenenti PCB

Il controllo della qualità dell'olio contenuto nei trasformatori viene effettuato attraverso una ditta esterna specializzata.

I trasformatori presenti in raffineria contengono PCB in concentrazioni < 50 PPM.

4.3.2 Controllo degli Enti preposti

Sin dal 1990, come previsto dalla delibera regionale, sono stati effettuati i controlli semestrali da parte del Servizio Rifiuti della provincia di Pavia e dell'A.S.L. di competenza, sulla qualità del rifiuto esitato in discarica, e sullo stato della falda sottostante e circostante l'impianto di smaltimento.

Gli accertamento non hanno mai evidanziato situazioni di contaminazione.

Sin dal 1989 è in essere con il comune di Sannazzaro de B. una convenzione per la salvaguardia ambientale (vedi allegato) ed in ambito di tale convenzione avvengono una serie di controlli su aria, acqua, suolo e rifiuti i cui risultati sono sottoposti e discussi in sede di commissione di vigilanza all'uopo costituita di cui fanno parte i rappresentanti degli Enti preposti al controllo: R. Lombardia, Provincia di Pavia, USL/PMIP di Milano USL/PMIP di Pavia, comune di Sannazzaro de Burgondi, Comune di Ferrera Erbognone ed un rappresentante dell'Agip Petroli di Sannazzaro.

In aggiunta esiste una convenzione specifica con il comune di Ferrera E. per il controllo bimestrale della discarica e dei rifiuti eventualmente presenti in raffineria.

Al fine ottimizzare la gestione dei rifiuti, la raffineria ha recentemente programmato la realizzazione di un'area per il deposito temporaneo dei rifiuti.

il progetto della piazzola che attualmente è in fase di stesura, sarà sottoposto alle autorità competenti per le necessarie autorizzazioni.

4.4 Rete di rilevamento dei parametri ambientali

La raffineria esercisce i propri impianti di combustione in ottemperanza a quanto prescritto dal DPR 203/88.

I fumi emessi dai vari camini (forni, caldaie), dei quali i due principali raggiungono circa 130 m di altezza, sono costantemente controllati mediante l'uso di combustibili a ridotto tenore di zolfo (fuel gas, olio combustibile).

Gli sfiati operativi degli impianti di processo vengono normalmente recuperati ed avviati a combustione come fuel gas oppure inviati alla combustione in torcia.

Agli inizi degli anni ottanta, la Regione Lombardia, nell'ambito di un programma di controllo della qualità dell'aria in tutto il territorio regionale, prescriveva alla raffineria di Sannazzaro l'installazione di una rete di rilevamento.

Tale rete, composta di cinque stazioni di monitoraggio e di una stazione meteorologica, è stata realizzata e messa in esercizio nel 1984 e successivamente aggiornata tecnologicamente.

Le caratteristiche ed il posizionamento delle stazioni furono definite con uno studio sulle diffusioni e ricadute delle emissioni dei camini di raffineria, effettuato dalla Regione Lombardia.

La rete è composta di cinque stazioni di monitoraggio dislocate presso le seguenti località: (disegno n° 6)

- Sannazzaro dé Burgondi;
- Scaldasole;
- Ferrera Erbognone;
- Galliavola;
- Casoni Borroni.

Le stazioni sono costituite da cabine prefabbricate, riscaldate e condizionate, contenenti gli strumenti di misura collegati ad un centro di elaborazione in modo da fornire i dati in tempo reale.

Le località in cui sono installate le cabine sono state scelte in modo da ottenere il dato più rappresentativo dell'area circostante.

La stazione meteorologica, installata all'interno dello stabilimento rileva le principali grandezze che caratterizzano le condizioni meteo-climatiche a scala locale, (direzione e velocità del vento, stabilità atmosferica, temperatura, umidità relativa).

Le cinque stazioni sono equipaggiate per rilevare le immissioni al suolo di anidride solforosa.

La stazione di Sannazzaro de' Burgondi rileva anche le immissioni al suolo di ossidi di azoto e polveri totali sospese.

Il principio di misura degli strumenti è di tipo fisico, più affidabile e meno bisognoso di manutenzione di quello chimico

Gli analizzatori rilevano istantaneamente le concentrazioni di inquinanti utilizzando il principio della fluorescenza per gli ossidi di zolfo, della chemiluminescenza per gli ossidi di azoto e dell'assorbimento di radiazioni beta per le polveri.

I segnali provenienti dalle stazioni vengono inviati, tramite apposite linee telefoniche, ad un calcolatore di processo localizzato in raffineria.

Il calcolatore effettua una prima verifica della validità dei dati, li elabora e li memorizza secondo metodologie definite dalla Regione Lombardia.

Il dato viene così acquisito dal centro di controllo della Raffineria e trasmesso al centro di elaborazione dati regionale/provinciale.

Nel centro di controllo della raffineria viene esplicata un'azione di vigilanza sui dati elaborati dal calcolatore

Le informazioni sono ricavate da tabulati in cui sono correlati i valori mediati degli inquinanti specifici e dei parametri meteorologici

In aggiunta alle informazioni ricavate dai tabulati, il centro effettua il controllo dei valori istantanei e delle principali funzioni di ogni singola stazione di rilevamento, avvalendosi di specifici monitors.

Il controllo dei tabulati e dei valori istantanei permette di gestire le fonti di emissione mediante:

- a) valutazione dei livelli di inquinamento;
- b) previsioni sull'andamento giornaliero dell'inquinamento;
- c) interventi finalizzati alla riduzione o al contenimento delle emissioni al superamento di soglie prefissate.

La rete di controllo della raffineria di Sannazzaro fa parte di un sistema di monitoraggio della qualità dell'aria che fa capo alla Regione Lombardia e che raggruppa più di 100 stazioni di rilevamento, dislocate su tutto il territorio regionale.

I dati rilevati dalla rete di monitoraggio aria durante l'evento del 15 Novembre 2001 sono illustrati nelle tabelle in [Allegato n°2](#).

I valori di concentrazioni giornaliere di SO₂, NO_x e polveri dimostrano che le centraline non hanno rilevato alcuna variazione di rilievo nelle concentrazioni di tali inquinanti in corrispondenza dell'evento.

I dati rilevati dalla stazione meteorica dimostrano inoltre che il vento in corrispondenza dell'evento spirava da NE verso SW, ponendo sopravento tutti i centri abitati adiacenti lo stabilimento.

La raffineria effettua comunque periodici controlli ambientali (allegato) a fronte della convenzione di salvaguardia ambientale stipulata con i comuni di Sannazzaro de Burgondi e Ferrera Erbognone. ([Allegato n°3](#))

4.5 Dati meteorologici

I dati meteorologici (velocità e direzione del vento, classi di stabilità atmosferica) sono rilevati dalla stazione di rilevamento presente all'interno della Raffineria.

In base alla elaborazione degli stessi possono estrapolare i seguenti risultati:

- direzioni prevalenti del vento,
- classi di velocità più probabili,
- classi di stabilità più probabili.

Le osservazioni riportate per ogni grandezza si riferiscono al periodo 1989-1998.

Venti

Le direzioni predominanti del vento sono Sud-Ovest, Est, Nord-Est e Nord, con velocità per lo più compresa fra 0 e 3 m/s.

Precipitazioni

Le piogge sono prevalentemente invernali, con precipitazioni medie mensili massime da ottobre a gennaio (circa 150 mm mensili); la loro entità complessiva è piuttosto modesta. Si registrano precipitazioni massime nell'arco di 60' pari a 20-40 mm, con punte assolutamente eccezionali di 60 mm.

Temperature

Per la zona in esame i valori estremi di temperatura sono -15 °C e +35 °C.

Umidità

L'umidità relativa media giornaliera risulta pressoché costante durante l'anno, con oscillazioni giornaliere tra il 60% (min) ed il 75 % (max).

Classi di stabilità

Le classi di stabilità atmosferica medie più probabili e le relative velocità di vento sono:

- "B" (instabile), con vento pari a 1 m/s, per i periodi diurni,
- "E" (stabile) con vento pari a 2 m/s, per i periodi notturni.

Per il periodo diurno, tali indicazioni sono state tratte in base di una specifica tabella di corrispondenza, che permette di assegnare a ciascuna coppia di valori "grado di insolazione - velocità del vento", una specifica classe di stabilità atmosferica.

Le classi rilevate in Raffineria (B1, B2, C, D) non corrispondono infatti direttamente a quelle di Pasquill, ma in base alla tabella suddetta ed a quella corrispondente di Pasquill, è stato possibile ottenere delle indicazioni accettabili.

Approssimativamente la corrispondenza è la seguente:

Classe BNL Categoria di stabilità di Pasquill

B1	A
B2	B
C	C
D	D

5. Atti amministrativi e giudiziari riguardanti il sito

Anche se non relativo all'area oggetto della nota regionale, si segnala per completezza di informazione ed in conformità a vostra richiesta di precisazione che, in data 13 e 18 Marzo 2002, a seguito di un sopralluogo effettuato presso la raffineria, i carabinieri del nucleo ecologico di Milano, hanno disposto il sequestro di alcune aree interne allo stabilimento per il deposito incontrollato di rifiuti.

Le aree poste sotto sequestro, sono costituite da n° 8 porzioni di sedime scoperto poste in corrispondenza di comparti, denominati isole.

La distribuzione è la seguente:

- Isola 17 n° 1 porzione
- Isola 18 n° 1 porzione
- Isola 19 n° 1 porzione
- Isola 20 n° 1 porzione
- Incrocio 48 n° 4 porzioni

Tutte le singole porzioni di aree sopra indicate sono poste nella parte di stabilimento insistente sul comune di Ferrera Erbognone.

A tal fine si allega perizia giurata con planimetria indicante l'esatta posizione delle stesse. ([Allegato n°4](#))

In data 24 Aprile 2002 i tecnici della Provincia di Pavia hanno effettuato un sopralluogo alle aree poste sotto sequestro, ed in data 16 Maggio 2002 il Sindaco del Comune di Ferrera Erbognone, ha emanato apposita ordinanza sindacale, ai sensi dell'art. 14 comma 3 del D. Lgs. N° 22 del 5 febbraio 1997. ([Allegato n°5](#))

In tale atto si richiede preliminarmente alla ditta di predisporre entro 30 giorni un piano di caratterizzazione dei rifiuti giacenti con quantificazione degli stessi per tipologia e modalità di recupero /smaltimento.

L'ordinanza dispone inoltre di provvedere alla predisposizione di un piano di indagine delle aree oggetto di deposito incontrollato di rifiuti, secondo l'art. 1 comma 2 del D.M. 471 del 25-10-1999.

E' inoltre ordinato di procedere alla rimozione, all'avvio, al recupero o allo smaltimento dei rifiuti ed al ripristino dello stato dei luoghi entro 180 giorni dalla data di approvazione dei piani di smaltimento e di caratterizzazione.

6. Proposte di studio

In merito alle osservazioni formulate dalla Regione Lombardia per la verifica dello stato di efficienza del sistema di raccolta acque reflue e del monitoraggio delle acque di scarico, AgipPetroli propone le seguenti indagini:

6.1 Verifica efficienza del sistema di raccolta e stoccaggio acque meteoriche, proposta di

studio

La verifica del dimensionamento dei vari stadi costituenti l'impianto di trattamento delle acque di processo e meteoriche è stato effettuato all'inizio degli anni 70, in corrispondenza dell'installazione della sezione chimico-fisica e biologica dello stesso.

Lo studio è stato effettuato considerando i valori delle portate di tutti gli effluenti considerati, sia nel caso di tempo asciutto (DWF) che nel caso di tempo piovoso (RWF).

Per le portate derivanti dalle precipitazioni atmosferiche sono stati assunti come base di calcolo i dati delle Stazioni Meteorologiche più prossime alla Raffineria e i valori delle aree (pavimentate e non pavimentate) esistenti nella Raffineria stessa.

Il deflusso delle acque piovane è stato determinato in base ai seguenti dati:

- ◆ Precipitazioni di breve durata e di forte intensità dal 1919 al 1961 (Osservatorio Geofisico di Pavia);
- ◆ Precipitazioni mensili dal 1941 al 1959 (Stazioni Meteorologiche di Cornale e di Lomello);
- ◆ Aree delle superfici pavimentate e non pavimentate in Raffineria.

I risultati dello studio hanno permesso di fornire le informazioni per il corretto dimensionamento della stazione di pompaggio e del bacino di raccolta (holding basin) avente capacità di circa 25000 m³.

Lo studio ha altresì dimostrato che le tubazioni del circuito fognario di raffineria hanno dimensioni tali da permettere in alcun modo il verificarsi fuoriuscite degli effluenti dalle stesse.

Alla fine degli anni 80, per far fronte all'aumento di carico idraulico causato dall'aumento delle pavimentazioni impermeabili, è stata ampliata la capacità di stoccaggio delle acque meteoriche.

L'intervento è consistito nella realizzazione di un serbatoio con capacità di stoccaggio di circa 20000 mc. (serbatoio G 7601), presso l'impianto di depurazione delle acque reflue.

L'aumento di capacità di stoccaggio è ritenuto sufficiente per far fronte anche ad eventi meteorici eccezionali.

Alla luce della richiesta avanzata dalla R. Lombardia finalizzata alla verifica del dimensionamento della rete e del sistema di stoccaggio acque reflue, l'Agip Petroli intende affidare ad una qualificata società di ingegneria/Università uno studio che, tenendo conto di una più ampia mole di informazioni relative alle precipitazioni di breve durata e di forte intensità e sull'attuale dimensionamento delle superfici pavimentate e non pavimentate, verifichi il grado di affidabilità della rete e del sistema di stoccaggio stesso.

6.2 Proposta di studio per il campionamento delle acque di scarico mediante strumentazione

automatica

A fronte della richiesta avanzata dalla R. Lombardia per il monitoraggio continuo delle acque di scarico della raffineria, a causa delle difficoltà riscontrabili nella individuazione di un sistema di monitoraggio affidabile ed efficiente, AgipPetroli ritiene necessario effettuare uno studio di fattibilità che individui la migliore tecnologia applicabile.

La bibliografia sui sistemi di "campionamento" è infatti scarsa o frammentaria e da parte del legislatore non sono state fornite indicazioni precise e definite soprattutto per quanto riguarda il campionamento mediante apparecchiature automatiche.

Le linee guida relative al campionamento sono pubblicate dall'UNICHIM (Associazione per l'Unificazione del settore dell'Industria chimica, federata all'UNI) ed in particolare nel manuale 103 del 1978, "metodi di campionamento di acque da scarichi urbani".

Per operare una corretta scelta di uno strumento automatico per il campionamento delle acque di scarico, le norme ISO 5667-10 elencano una serie di caratteristiche necessarie a garantire un campionamento rappresentativo.

Le caratteristiche dei sistemi di prelievo previsti dalle norme ISO per campionare aliquote di liquido da acque superficiali, da canali o fognature, sono del tipo a "spinta" o ad "aspirazione";

Il primo tipo consente di superare prevalenze notevoli, ma necessita di una pompa immersa nel liquido di campionamento.

Il secondo è limitato dalla pressione atmosferica e per motivi fisici non può superare dislivelli maggiori di 7 m (prevalenza: distanza dalla superficie del liquido al punto di sbocco del tubo di prelievo).

Nel mercato della strumentazione, i sistemi di aspirazione sono principalmente di due tipi e concezione diversi :

- Il sistema a depressione con pompa a vuoto (sviluppato in Europa).
- Il sistema a depressione con pompa peristaltica , nato ed utilizzato negli USA.

Nel 1972 l'EPA (agenzia U.S.A. per la protezione dell'ambiente), con il Clean Water Act ha introdotto l'uso dei campionatori automatici e ha imposto rigide regole per la costruzione di tali apparecchi.

Uno studio sull'uso delle apparecchiature automatiche è stato pubblicato nel 1977 dall'ufficio ricerche dell'EPA (EPA 600/4-77-039 Agosto 1977).

Queste regole sono state dalla ISO serie 5667

Le norme ISO 5667-10 nell'ambito delle guide per il campionamento delle acque, descrivono la metodologia costruttiva dell'apparecchiatura automatica, senza indicazioni sul tipo di sistema di aspirazione utilizzato.

In particolare il campionatore deve essere in grado di:

- prelevare campioni compositi basandosi sul tempo;
- campionare in modo sequenziale su singoli recipienti, ad intervalli di tempo fissi. Questa metodica è indicata per l'individuazione di picchi di carico;
- prelevare in una successione di brevi periodi di tempo dei campioni compositi introducendoli in singoli recipienti;
- campionare in modo composito proporzionalmente alla portata;
- prelevare in successione, su contenitori individuali, campioni basati sulla portata.

Esistono anche campionatori autosvuotanti che si differenziano dai normali campionatori in quanto sono generalmente forniti di 2 o più bottiglie che non necessitano essere svuotate manualmente dall'operatore.

Infatti, finita la fase di campionamento programmata, Tale sistema provvede automaticamente a svuotare le bottiglie alla fine della fase di campionamento, preparandole ad una nuova sequenza di prelievi.

Il campionatore autosvuotante conserva il campione (in dipendenza dal tipo o dalla programmazione) per 24 - 48 ore o più, prima di svuotare i campioni.

In caso di inquinamento è possibile risalire all'evento accaduto in quel periodo di tempo.

AgipPetroli, verificata la complessità della problematica di campionamento, legata alla difficoltà nella scelta della strumentazione, alla metodologia di conservazione del campione ed alla tipologia degli accertamenti analitici da eseguire sui campioni prelevati automaticamente, propone di eseguire uno studio finalizzato alla progettazione di un sistema di campionamento e di un protocollo analitico da sottoporre alla valutazione delle autorità (ARPA e Provincia) preposte alle attività di controllo.

7. Caratterizzazione del sito

7.1 Destinazione d'uso dei terreni della raffineria prevista dagli attuali strumenti urbanistici

La Raffineria di Sannazzaro è ubicata sulla riva sinistra del fiume Po, nel territorio dei comuni di Sannazzaro de' Burgondi e Ferrera Erbognone a sud della linea ferroviaria Pavia - Alessandria, in Provincia di Pavia, occupando un'area di circa 230 ettari, dei quali 160 nel Comune di Sannazzaro de' B. ed i restanti nel Comune di Ferrera Erbognone.

7.1.1 Piano Regolatore Generale del comune di Ferrera

Il Piano Regolatore Generale, adottato dal consiglio comunale nel 1984, è stato approvato dalla R. Lombardia nel 1987.

L'ultima variante al P.R.G. è stata approvata dalla Giunta Regionale nel 1995.

La raffineria è insediata all'interno della zona classificata produttiva.

7.1.2 Piano Regolatore Generale del Comune di Sannazzaro

Il piano regolatore del comune di Sannazzaro è stato approvato dalla R. Lombardia nel 1981 e successivamente modificato dall'Amministrazione Comunale che ha introdotto alcune varianti necessarie per adeguare la pianificazione alle mutate esigenze territoriali, sociali e produttive.

La revisione generale al P.R.G. è stata approvata nel 1999.

L'area occupata dalla raffineria è destinata a "zona produttiva speciale degli impianti petroliferi". Altre zone produttive sono individuate a ridosso del territorio comunale, in particolare nei pressi della ferrovia, subito a N del territorio occupato dalla Raffineria.

L'area posta a Sud-est dello stabilimento a valle della scarpata alluvionale, oggetto del presente studio, è in massima parte individuata come zona E5: Agricola di tutela paesistico ambientale.

In tale zona di filtro ambientale è consentita l'attività agricola e sono vietate nuove edificazioni.

Una piccola porzione di tale area, a sud dello stabilimento è classificata Zona E1: Agricola normale

Le aree esterne di proprietà della raffineria sono indicate nella [Tavola 1](#).

La classificazione urbanistica delle aree adiacenti lo stabilimento AgipPetroli è illustrata nella [Tavola 2](#), mentre nella [Tavola 3](#) sono indicate le attività antropiche, che interessano l'area oggetto del piano di caratterizzazione.

7.2 Approvvigionamenti idrici di stabilimento

Il fabbisogno complessivo d'acqua della raffineria ammonta a circa 7.000.000 m³/anno; tale quantitativo è assicurato per circa 6.000.000 m³ da prelievi di acque superficiali ed il restante da acque sotterranee.

Le acque superficiali prelevate sono utilizzate prevalentemente per processi produttivi e per raffreddamento.

Le acque sotterranee sono utilizzate prevalentemente ad uso potabile e antincendio.

7.2.1 Acque superficiali

Le risorse idriche superficiali sono approvvigionate dal Cavo Nuovo Sannazzaro o dal Cavo Campalestro e quantitativamente possono garantire una potenzialità di fornitura sino a circa 350 l/s.

Le acque superficiali sono impiegate esclusivamente per utilizzo industriale, cioè per attività di processo, raffreddamento, antincendio.

I prelievi di dette acque sono soggetti ad una convenzione stipulata con il Consorzio irriguo Est-Sesia, cui viene corrisposto il relativo canone di concessione.

7.2.2 Acque sotterranee

Gli emungimenti di acque sotterranee sono effettuati tramite i pozzi A, B, C che hanno potenzialità complessiva sino a 180 l/s di acqua.

La distribuzione dell'acqua proveniente dai pozzi avviene tramite due linee:

- Linea di distribuzione di acqua destinata ad uso potabile interno facente capo al pozzo A;
- Linea di distribuzione di acqua per uso antincendio, collegata ai pozzi B e C.

Le acque emunte sono misurate da appositi contatori di tipo volumetrico installati sulla testa di ogni pozzo.

Il volume delle acque superficiali è misurato dal mese di Settembre 2001.

7.2.3 Approvvigionamenti idrici civili

Nell'area intorno alla raffineria esistono pozzi destinati all'approvvigionamento di acque per il consumo umano.

Essi sono installati presso l'abitato di Sannazzaro e sono stati terebrati per l'emungimento di acqua dalla falda artesianica.

I pozzi sono installati all'interno dell'abitato di Sannazzaro, ad ovest della raffineria, in un'area non soggetta ad interazioni con la falda sottostante la stessa e, di conseguenza, influenzati da eventuali contaminazioni.

A sud della raffineria, per un fronte superiore ad 1 Km, non sono stati rilevati pozzi per l'approvvigionamento di acqua.

I punti di approvvigionamento idrico sono indicati nella **Tavola 4**.

7.3 Sostanze contaminanti

Ai fini della ricerca delle sostanze potenzialmente contaminanti, sono state prese in esame le sostanze chimiche presenti all'interno della raffineria particolarmente significative, escludendo i reagenti di laboratorio e le altre sostanze chimiche (additivi vari) presenti in quantità modesta e comunque non rilevanti ai fini dell'indagine.

Le sostanze considerate ai fini del piano di caratterizzazione sono le seguenti:

benzina

N-esano

Cherosene/petrolio

Gasoli

Grezzo

7.3.1 Dati ed informazioni sulle singole sostanze

Tutte le informazioni richieste (nome chimico, formula empirica, impurità pericolose ove presenti, metodi e precauzioni relativi alla manipolazione, al deposito e all'incendio, misure di emergenza previste dal fabbricante, mezzi a disposizione per rendere inoffensiva la sostanza) sono contenute nelle schede di sicurezza raccolte in **Allegato n° 6**.

7.4 Inquadramento litostratigrafico ed idrogeologico generale

Come già descritto nel precedente documento, i principali caratteri litostratigrafici dell'area in esame sono rappresentati nella Figura estratta dalla Carta Geologica d'Italia - Foglio Mortara in scala 1: 100.000.

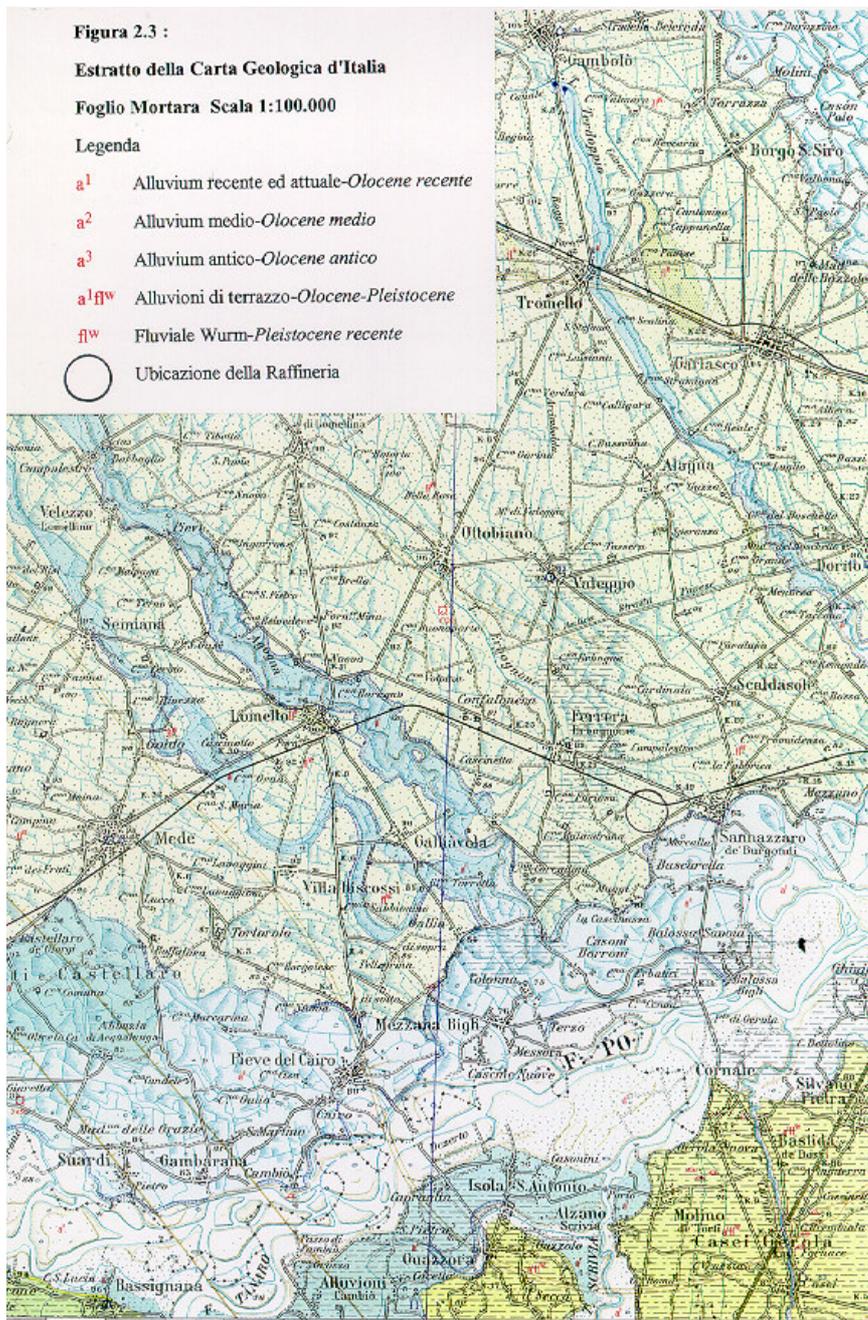


Fig. 3: carta geologica

La Raffineria è ubicata nell'estremità meridionale delle "Alluvioni fluviali, per lo più sabbiose, talora limose, con debole alterazione ocrea o bruna nella sola parte superficiale: livello principale della pianura (Fluviale Wurm)" e riferibili al Pleistocene recente.

Nell'area di studio posta al di sotto del terrazzo alluvionale, a sud-est dell'insediamento industriale, i sedimenti sono costituiti da "Alluvioni sabbioso - ghiaiose fissate dagli alvei abbandonati, debolmente sospese ed eccezionalmente esondabili (Alluvium medio)" riferibili all'Olocene medio. E' peraltro da rilevare che nel sottosuolo dell'area in esame non sono indicate strutture tettoniche di rilievo.

La composizione litologica, l'assetto strutturale dei depositi alluvionali e la presenza di livelli argillosi che separano i diversi orizzonti acquiferi, determinano una circolazione idrica per falde sovrapposte (l'area è caratterizzata da un sistema multifalda visualizzato, a scala regionale, nella sezione idrogeologica di figura 4). Tra le falde esistenti quella sommitale è di tipo freatico ed è in connessione col reticolato idrografico superficiale.

NO

SE

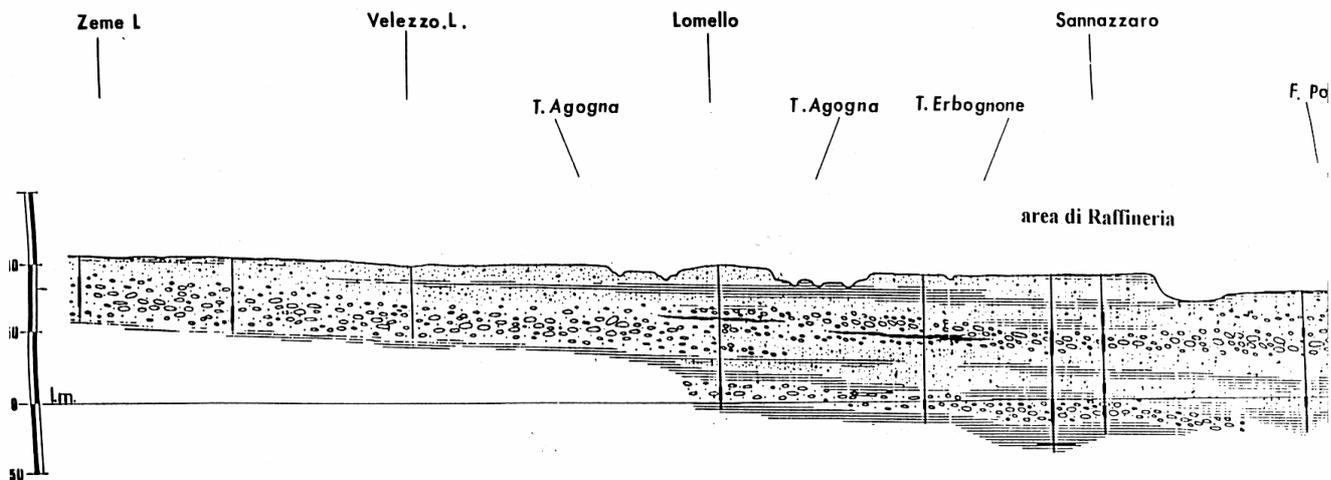


Figura 4: Inquadramento idrogeologico regionale.

Alcuni dei livelli argillosi, presenti nel sottosuolo, sembrano avere un'estensione laterale limitata e si presentano come lenti, il cui spessore si riduce progressivamente; altri invece sono chiaramente correlabili tra loro, manifestando una certa continuità.

Di conseguenza gli strati a granulometria più grossolana, aventi elevati valori di permeabilità, danno luogo ad acquiferi che in alcuni casi possono essere in comunicazione tra loro, in altri possono rappresentare delle falde artesiane confinate a tetto ed a letto da strati impermeabili continui.

In linea generale, i terreni presenti nell'area su cui è impostata la raffineria sono caratterizzati da una marcata variabilità litologica e granulometrica sia verticale che orizzontale, tipica dell'ambiente di sedimentazione alluvionale - fluviale in cui si sono depositate; le varie formazioni alluvionali sono disposte in strati sovrapposti che si interdigitano, perciò il sottosuolo risulta costituito da un'alternanza di livelli argillosi (localmente più o meno sabbiosi), di livelli sabbiosi (di granulometria medio-fine) e ghiaiosi-sabbiosi.

La successione litostratigrafica risulta così schematizzabile, partendo dal piano campagna sino a circa 200 metri di profondità:

- strato superficiale poco permeabile di limo più o meno sabbioso di spessore variabile, fino ad una profondità compresa tra 3-4 metri;
- sabbie a granulometria da finissima a media, con intercalazioni lentiformi di argilla fino a circa 60-65 metri; gli orizzonti impermeabili non sono caratterizzati da continuità laterale, apparendo piuttosto come lenti di estensione più o meno limitata.
- orizzonte argilloso potente sino a 15 metri posto ad una profondità di 60-70 metri dal piano campagna.; tale acquicludo, sempre chiaramente individuabile, è lateralmente continuo.
- orizzonti permeabili costituiti da sabbie generalmente medie in successione sino ad una profondità di circa 200 metri intercalati da acquicludi, costituiti da banchi di argilla di notevole potenza.

L'acquifero costituito da tale successione è sede di una falda superficiale freatica con direzione di flusso da NW verso SE.

I livelli argillosi che separano i diversi orizzonti acquiferi, danno luogo ad un sistema multifalda, così come visualizzato nella sezione idrogeologica di dettaglio, riportata in fig. 5.

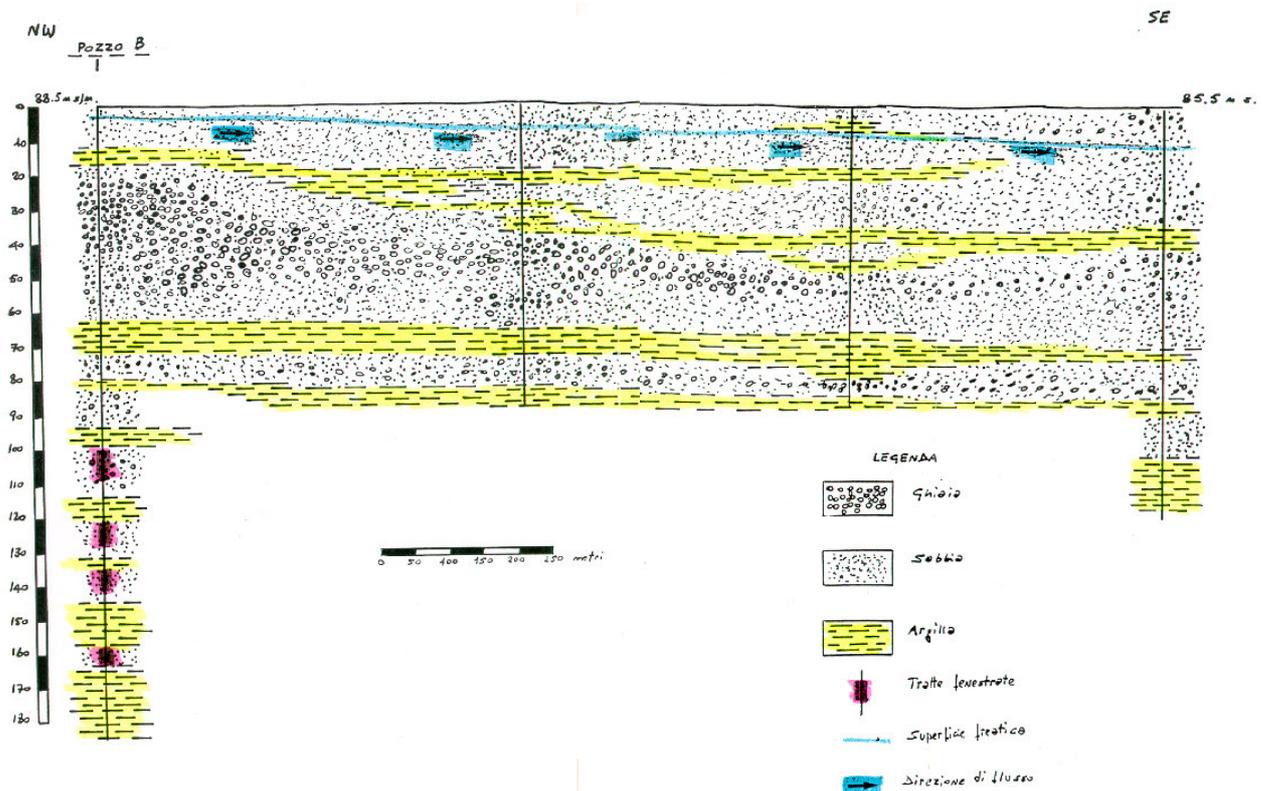


Fig. 5: profilo stratigrafico dell'area di raffineria

Tale situazione riscontrabile dei terreni sottostanti la raffineria, è ricavata dai profili stratigrafici dei pozzi per uso potabile ed antincendio e dai piezometri dell'anello di monitoraggio interno.

Grazie alla presenza dell'orizzonte argilloso, che offre una protezione naturale sicura, non sussistendo ulteriori possibili punti di permeazione della falda freatica verso le falde sottostanti, la vulnerabilità degli acquiferi artesiani profondi può essere considerata nulla.

Nel ripiano sottostante il terrazzo pleistocenico, in corrispondenza della base di scarpata, la successione litostratigrafica è costituita da un banco continuo di limo dallo spessore di 3-5 m che, ostacolando il deflusso dell'acqua, favorisce la venuta a giorno della falda freatica con la formazione delle risorgive di scarpata .

7.4.1 Caratteri idrogeologici

L'esame dei dati stratigrafici disponibili, per l'area di studio e le misure dei livelli piezometrici permettono di individuare l'esistenza di un primo acquifero, compreso nei primi 60-70 metri di profondità, il cui livello statico è molto prossimo al piano campagna (7-10 metri dalla superficie topografica).

L'acquifero nella sua porzione più superficiale è sede di una falda freatica, il cui limite inferiore è situato a circa 30 m s.l.m.

La porzione più superficiale dell'acquifero freatico è generalmente costituita da terreni limosi poco permeabili, mentre al di sotto si trovano sabbie medio-fini a permeabilità discreta.

Nel periodo di massimo innalzamento della falda, l'acquifero può assumere carattere semi-confinato, con tetto rappresentato dallo strato di limo superficiale; inoltre è fortemente connesso, dal punto di vista piezometrico, al reticolo idrografico superficiale.

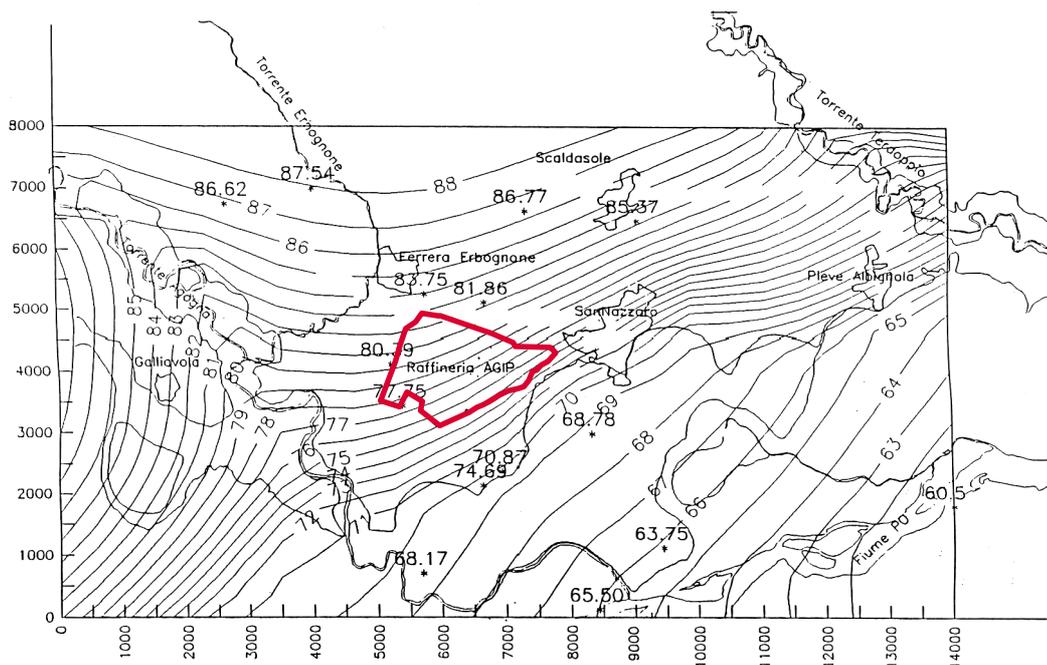


Figura 6: Mapa regionale delle isofreatiche.

Il flusso principale di falda è diretto nella porzione di pianura compresa tra il Torrente Erbognone ed il Torrente Terdoppio, da NNW verso SSE.

Le isolinee si presentano subparallele tra loro e con un'equidistanza che va riducendosi da monte verso valle, sino a presentarsi molto ravvicinate all'approssimarsi del terrazzo alluvionale, evidenziando quindi un progressivo aumento del gradiente idraulico della falda.

Le isopieze, all'approssimarsi del Fiume Po, tendono a ruotare in direzione NS, sino a disporsi localmente in direzione parallela al flusso del fiume.

L'effetto di drenaggio del Torrente Agogna si fa sentire fortemente sul moto di falda nella zona al disopra del terrazzo alluvionale, dando una forte curvatura locale alla superficie freatica; nella valle al di sotto del terrazzo, invece, l'Agogna passa a condizioni di equilibrio, o di lieve ravvenamento, nei confronti della falda.

Il Torrente Terdoppio ha lo stesso comportamento drenante nei confronti della falda, mentre il Torrente Erbognone sembra alimentarla.

L'acquifero più superficiale, è costituito da un complesso permeabile, formato da sabbie sciolte a granulometria da finissima a media, con intercalazioni lentiformi di limo-argilla e di ghiaia, sovrastato da un livello poco permeabile, di spessore variabile, di limo più o meno sabbioso.

7.4.2 Indagini geognostiche, geofisiche, geologiche ed idrogeologiche

Nel 1993, nell'ambito del "Progetto Ambiente" il Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Pavia.. ha effettuato uno studio.

Le finalità del lavoro titolato "Acque superficiali e sotterranee", erano le seguenti:

- individuare le caratteristiche del deflusso sotterraneo nella falda superficiale;
- individuare le interazioni tra falda e il reticolo idrografico superficiale ed in particolare i corsi d'acqua maggiori: Po, Agogna, Terdoppio, Erbognone;
- caratterizzare il ruolo dell'infiltrazione dovuta sia all'irrigazione sia alle precipitazioni sull'andamento della falda;
- legare l'andamento della falda alla morfologia del territorio.

Lo studio ha coperto un'area di 300 Km² con basi in direzione E-O di 25 Km e altezza N-S di 12 Km.

È stato utilizzato un modello matematico consente una simulazione molto completa del sistema idraulico in oggetto ed è stato preparato dal USGS (United States Geological Service).

Sulla scorta dei dati disponibili da indagini precedenti e raccolti nell'ambito dello studio, e dalla loro interpretazione, la falda è considerata ovunque freatica ed appoggiata su un letto impermeabile alla quota media di 20 m s.l.m. per una potenza media di 66 m in corrispondenza del terrazzo.

La conducibilità del mezzo permeabile nella zona al di sopra del terrazzo è stata assegnata in fase di taratura del modello.

È stata supposta una conducibilità idraulica di $1,6 \times 10^{-4}$ m/s sul terrazzo e di $1,5 \times 10^{-3}$ m/s nella valle del Po.

La Raffineria interagisce direttamente con la falda e con il reticolo idrografico unicamente per quel che riguarda l'approvvigionamento idrico a scopi sia potabili sia industriali.

L'approvvigionamento viene effettuato emungendo dalla falda attraverso tre pozzi, realizzati all'interno della Raffineria, e prelevando acqua da due corsi d'acqua superficiali, che fanno parte della rete gestita dall'Associazione di irrigazione Est Sesia: la roggia Gattinera ed il cavo Malaspina.

Lo scarico viene effettuato in fognatura e da lì passa attraverso il cavo Roggione al colatore Riazzolo e poi al fiume Po.

Le misure idrogeologiche sono state ricavate mediante terebrazione di n.5 pozzi nelle seguenti località:

- a) Ferrera Erbognone
- b) Cascina Cardinala
- c) Scaldasole
- d) Casoni Borroni
- e) Sannazzaro- centrale di produzione del gas.

In questi pozzi sono state eseguite le seguenti prove:

- prove di permeabilità in sito a carico costante e variabile
- analisi granulometriche del materiale estratto dal perforo.

Dai pozzi è stato possibile ricavare la stratigrafia e quindi misure indirette di permeabilità.

Le prove di permeabilità hanno dato i seguenti valori puntuali:

nel terrazzo:

perforazione Ferrera	conducibilità $9,9 \times 10^{-4}$ m/s
perforazione Cascina Cardinala	conducibilità $1,0 \times 10^{-4}$ m/s
perforazione Scaldasole	conducibilità $2,5 \times 10^{-4}$ m/s

nella valle:

perforazione Casoni Borroni	conducibilità $3,8 \times 10^{-5}$ m/s
perforazione Sannazzaro	conducibilità $5,8 \times 10^{-4}$ m/s

Oltre ai pozzi sopra citati sono stati poi individuati nella zona altri punti di misura (pozzi privati e piezometri) utilizzati per il rilevamento delle misure freaticometriche:

Sono state stabilite delle scale idrometriche in 7 sezioni dei corsi d'acqua e precisamente:

- due sul Terdoppio,
- tre sull'Agogna,
- una sull'Erbognone,
- una sul Po.

L'andamento della superficie freatica prodotta dal calcolo di simulazione ha confermato la presenza di una elevata pendenza della falda nella direzione del flusso a monte del terrazzo, con gradiente che va accentuandosi in prossimità della scarpata.

La falda ha pendenza molto più lieve nella valle del Po.

Le linee isopieze che sono originariamente disposte da SO a NE all'approssimarsi del Po, tendono a ruotare verso la direzione Sud-Nord fino a disporsi localmente in direzione circa perpendicolare al flusso del fiume.

7.4.3 Caratteri principali della falda freatica sottostante e circostante la raffineria

La rete di piezometri esistente in raffineria è stata integrata, nel corso degli anni da ulteriori punti di misura, per le seguenti esigenze per sostituire piezometri eliminati a causa della costruzione di nuovi impianti e per disporre di sufficienti punti di misura per lo studio dettagliato dello stato dell'inquinamento e per la progettazione delle barriere di protezione;

I numerosi dati disponibili, relativi alle misure di livello, effettuate in periodi diversi, del considerevole numero di piezometri e di pozzi all'interno dell'area della raffineria, hanno consentito di individuare i caratteri dettagliati della falda freatica sottostante lo stabilimento, ed in particolare gli aspetti fondamentali riguardante la direzione di flusso ed il regime piezometrico.

La direzione principale di flusso della falda risulta orientata da NNW verso SSE, con un gradiente idraulico variabile da un minimo di 0,4% a monte dell'insediamento ad un massimo di 1,2% a valle.

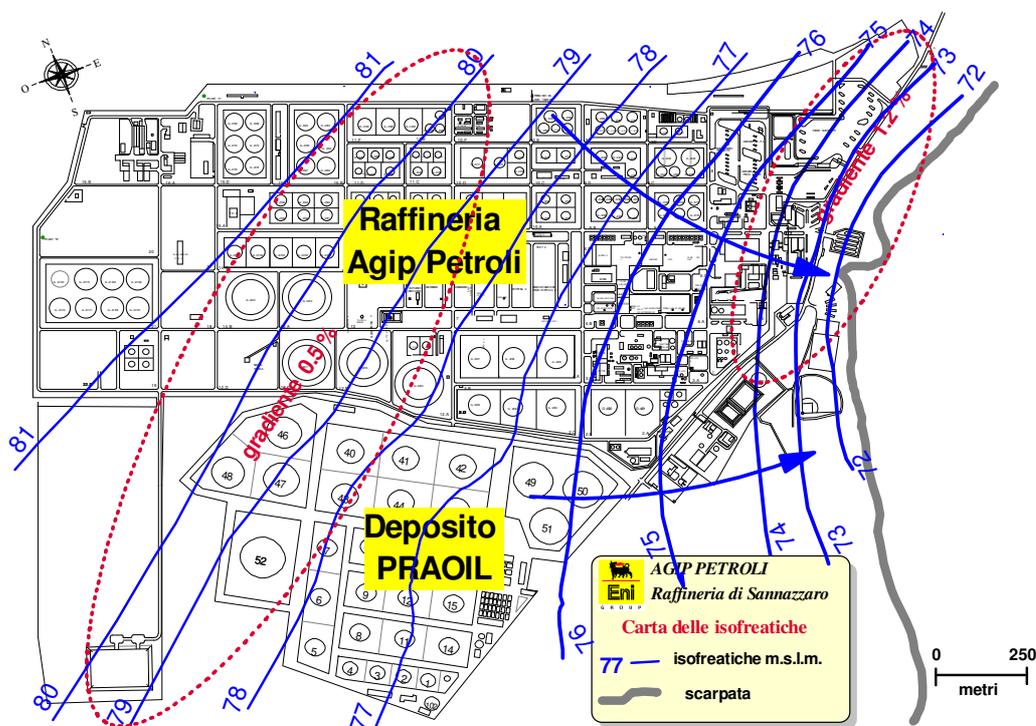


Fig. 6: Carta delle isofreatiche

La ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo basata sui dati ricavati dalle perforazioni, ha evidenziato una certa variabilità sia in senso orizzontale che verticale dei litotipi presenti, incidendo pesantemente sull'omogeneità e sull'isotropia dell'acquifero; sono state infatti rilevate delle lenti limose e argillose, che, a causa di un diverso grado di pulizia delle sabbie, provocano differenze di permeabilità nell'acquifero.

L'anisotropia del terreno provoca variazioni di velocità nelle acque circolanti attraverso i pori dei sedimenti.

La portata della falda si mantiene in ogni caso costante nelle sezioni ortogonali alla direzione di flusso.

Prove realizzate su alcuni pozzi hanno permesso di ricavare informazioni relative alle caratteristiche dell'acquifero.

La definizione delle caratteristiche idrauliche della falda è stata sviluppata considerando un valore medio di Trasmissività pari a $4,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, ottenuto mediando i valori di trasmissività risultanti dalle prove eseguite.

La permeabilità K media è pari a circa $9,7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$, con un gradiente idraulico medio di 0,008; di conseguenza la velocità apparente della falda, risulta pari a $7,8 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$.

Assunta una porosità efficace del 20%, la velocità reale media di falda è di $v = 3,88 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$, corrispondente a circa 0,35 m/giorno.

La falda freatica risulta in netto collegamento col reticolato idrografico superficiale; risultano infatti di notevole importanza le variazioni del livello freatico rispetto al piano campagna.

Il regime piezometrico subisce delle leggere oscillazioni dovute al regime dei corsi d'acqua superficiali e a quello pluviometrico, ma le variazioni più consistenti sono causate dalle irrigazioni agricole, che interessano tutto il territorio; nella zona esiste uno sviluppato sistema di canali artificiali, non rivestiti, utilizzati per l'irrigazione del riso, la cui coltivazione richiede una sommersione prolungata dei campi.

Le misure del livello statico della falda evidenziano un'oscillazione stagionale del regime piezometrico, che, con ciclicità annuale, registra valori di livello massimo fra Agosto e

Settembre e livelli di minimo tra Marzo e Aprile; ciò dimostra lo stretto rapporto esistente tra la superficie freatica e l'alimentazione irrigua delle risaie circostanti la Raffineria.

La conoscenza dei valori di massimo e minimo delle oscillazioni della falda è di particolare importanza nella progettazione dei pozzi di emungimento, in quanto consente di stabilire correttamente le quote di posizionamento delle tratte filtranti e dei dreni e quelle di installazione delle pompe di emungimento.

Dall'esame del regime freaticometrico si confermano le oscillazioni stagionali relativamente costanti e caratterizzate da valori di "falda bassa" nel mese di Aprile e valori di "falda alta" nel periodo compreso fra Agosto e Settembre.

A valle della scarpata del piano generale terrazzato, nell'area interessata dall'integrazione del piano di caratterizzazione, il regime freaticometrico della zona risente in maniera minima delle oscillazioni stagionali a causa della costante alimentazione fornita dalle risorgive poste alla base della scarpata stessa.

Il flusso principale della falda è orientato da NNW verso SSE, (**Tavola 5**) con un gradiente idraulico costante ed inferiore a quello del piano generale terrazzato (<0,4 %).

I caratteri litostratigrafici dei terreni denotano caratteristiche di minore permeabilità rispetto a quelli posti al di sopra della scarpata, con un orizzonti limo sabbiosi e limo argillosi alternati tra loro e di potenza variabile, sino a quote di -5 m dal p.c

A quota inferiore si riscontra la presenza di depositi alluvionali formati da sabbie medie e fini inglobanti ghiaie, sino alla profondità di circa 23-25 m. dal p.c.

Successivamente si riscontra la presenza di un acquicludo formato da limi debolmente sabbiosi di potenza superiore ai 4 – 5 metri.

La falda sottostante il p.c. ha deboli caratteristiche di artesianità, soprattutto in coincidenza dei periodi di "falda alta", mentre l'acquifero sottostante ha più marcate caratteristiche artesiane.

Tali caratteristiche, unitamente ad una ridotta capacità di drenaggio del reticolo idrico superficiale, ha favorito la formazione di ambienti naturali (aree acquitrinose) che influiscono fortemente sulla falda freatica, con soggiacenze prossime (o corrispondenti) al piano campagna. (**Tavola 6**).

7.5 Misure di Sicurezza, opere di protezione

Come già evidenziato nel documento "Situazione dei suoli, sottosuoli acque sotterranee della raffineria di Sannazzaro, ed interventi di messa in sicurezza adottati per assicurare la tutela della

salute e dell'ambiente", la strategia adottata per la protezione della falda, in accordo con le autorità locali, ha portato alla realizzazione, nel periodo 1984-98, di un piano di interventi diretti ad eliminare l'origine dei fenomeni, a contenere e rimuovere i residui nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque sotterranee sottostanti lo stabilimento.

7.5.1 Interventi sul sistema fognario interno

La rete fognaria è costituita complessivamente da circa 40 Km di condotte interrato, con diametro variabile da 10 a 150 cm.

Essa è suddivisa in 3 tipologie di fogne:

- Circuito fogne oleose;
- Circuito fogne meteoriche;
- Circuito fogne acide;

Nel corso degli ultimi 20 anni sono stati programmati ed eseguiti interventi di impermeabilizzazione mediante opere di ricopertura interna con calze continue in vetroresina.

Gli interventi sono stati eseguiti sul sistema fognario oleoso ed acido, inclusi i pozzetti di collegamento, interessando la totalità del parco serbatoi benzine e gasoli, e le tratte di maggiori dimensioni del sistema fognario stesso

7.5.2 Interventi sul parco serbatoi

Dal 1983 ad oggi sono state effettuate annualmente ispezioni ai fondi dei serbatoi costituenti il parco di raffineria, intervenendo ove necessario al rifacimento del fondo.

Il programma periodico è ormai praticamente concluso: sul totale del parco serbatoi ne rimangono da verificare 4 che saranno controllati ed ispezionati prossimamente, secondo il programma pluriennale in corso di completamento.

Contestualmente sono stati eseguiti lavori di impermeabilizzazione dei terreni sottostanti i pettini dei serbatoi stessi, onde evitare eventuale percolazione di idrocarburi nel suolo.

Il programma di revisione del parco serbatoi è ciclico e continuo nel tempo e viene periodicamente rinnovato.

Opere di protezione e risanamento.

Il piano di interventi ha portato alla:

- realizzazione di Barriere di protezione costituite da sbarramenti di pozzi, che assicurano un pompaggio adeguato ad intercettare il flusso di sostanze contaminanti presenti nelle acque sotterranee per sottoporle a trattamenti di disinquinamento;
- costruzione di una Trincea di protezione esterna, costituita da un diaframma impermeabile, posta alla base della scarpata del terrazzo alluvionale.

Gli interventi sono stati realizzati con la seguente sequenza:

1983-85 Realizzazione di una prima barriera idrodinamica interna;

1987 Realizzazione di una trincea di protezione esterna;

1990 Ampliamento della prima barriera idrodinamica di protezione interna;

1995-96 Realizzazione di una 2° barriera idrodinamica a protezione dell'area a valle del parco serbatoi e contestuale realizzazione di un impianto di pretrattamento dell'acqua emunta;

1997-98 Realizzazione di una 3° barriera idrodinamica a protezione della zona a valle delle aree di processo.

7.5.3 Prima barriera di protezione idrodinamica

La prima barriera è situata a SE dell'Isola 10.A, ed è composta da 5 pozzi (S4-S8), con diametro interno variabile da 600 a 750 mm e profondità variabile da 21 a 25 metri.

La barriera è stata infatti progettata e realizzata con lo scopo di intercettare gli idrocarburi sia nelle acque di falda, sia in galleggiamento sulla superficie freatica..

L'opera, realizzata nei primi anni ottanta, era originariamente costituita da 4 pozzi (S1-S4) attrezzati con le prime apparecchiature sperimentali per il recupero degli idrocarburi.

Gli idrocarburi in soluzione e galleggianti sulla superficie freatica, provenienti da perdite pregresse del circuito fognario del parco serbatoi, erano intercettati dai coni di depressione prodotti durante l'emungimento della falda.

Durante l'ampliamento della raffineria, nel 1989/90, alcuni pozzi sono stati eliminati e sostituiti con 4 nuove unità, anch'esse attrezzate con sistemi di pompaggio acqua e recupero dell'olio.

Le attrezzature di recupero erano di nuova generazione e maggiormente efficienti.

Esse erano in fatti in grado di recuperare anche quantitativi minimi di idrocarburi presenti nel raggio di influenza del pozzo.

7.5.4 Seconda barriera di protezione idrodinamica

La seconda barriera di protezione, realizzata a potenziamento ed integrazione della prima, è situata lungo i lati S ed E dell'Isola 9.A, ed è costituita da 11 pozzi (S9-S15, S18 e S21-S23), aventi diametro interno di 300 mm e profondità di 20 metri.

Anche la seconda barriera, posta a protezione del parco serbatoi è stata attrezzata con sistemi di pompaggio acqua e recupero dell'olio.

I pozzi facenti parte la seconda barriera, sono stati realizzati nel periodo 1995-96 tenendo conto degli ostacoli presenti nell'area, (serbatoi, strade, ecc.).

Nella progettazione della II° barriera si è tenuto conto della evoluzione e dello sviluppo dei sistemi di recupero dell'olio, in particolare dei sensori di rilevazione dello stesso.

I pozzi realizzati, di dimensioni decisamente ridotte rispetto ai precedenti, hanno permesso di ridurre ed ottimizzare l'emungimento di acqua necessario al funzionamento dei sistemi stessi.

Al fine di trattare l'acqua emunta, è stato realizzato uno specifico impianto di trattamento ad ozono.

La capacità di trattamento dell'impianto è di circa 400 mc/h.

La seconda barriera, oltre ad avere un'alta efficienza di recupero, unitamente alla prima barriera, costituisce un unico sbarramento orientato in direzione W-E, atto ad intercettare, per una estensione di circa 350 metri, il flusso della falda nella zona parco serbatoi.

7.5.5 Terza barriera di protezione idrodinamica

La necessità proteggere da qualsiasi forma di inquinamento l'acquifero posto a valle (in senso idrogeologico) dell'area su cui sono impostati gli impianti di processo, ha reso necessarie ulteriori misure di sicurezza.

Le elaborazioni dei dati ricavati dalle prove idrauliche effettuate sui pozzi delle prime due barriere, unitamente all'analisi della direzione del flusso della falda, e alla dislocazione dei sottoservizi degli impianti dell'isola 6, hanno permesso di fornire gli elementi per la progettazione di una barriera di protezione avente la finalità di intercettare, bloccare ed eliminare qualsiasi forma di inquinamento presente nelle acque di falda.

La barriera, realizzata nel 1998, è situata lungo i lati S ed E dell'Isola 9.A, ed è costituita da 16 pozzi (S24-S39), aventi diametro interno di 300 mm e profondità circa 20 metri.

I pozzi della terza barriera sono attrezzati con sistemi di pompaggio acqua e predisposta per l'installazione di sistemi elettronici per il recupero dell'olio.

La progettazione dell'opera è stata attuata con l'ausilio di modelli matematici e informatici che schematizzano i moti di filtrazione sotterranei reali.

7.5.6 Trincea di protezione esterna

La trincea di protezione esterna, il cui progetto è stato autorizzato nel 1987, è costituita da un diaframma impermeabile profondo circa 3-4 mt, posizionato alla base della scarpata del terrazzo alluvionale pleistocenico.

L'opera, è stata progettata e realizzata con le seguenti finalità:

- formare una barriera impermeabile atta a captare le acque affioranti della falda freatica dal piede del terrazzo;
- consolidare la scarpata, mediante formazione di una viminata costituita da alberi di vario genere, che radicando, consentono la formazione di una vegetazione del tutto spontanea;
- creare un perfetto drenaggio delle acque di risorgiva;

- recuperare la zona ai piedi del terrazzo, con la messa a dimora di essenze arboree ed arbustacee tipiche della zona.

Il manufatto, lungo circa 600 mt, è costituito da una paratia che ha la funzione di trattenere le acque di risorgiva, e da una serie di tubazioni di drenaggio, che hanno la funzione di convogliare l'acqua ad un pozzetto.

Nel pozzetto è installata una pompa che mantiene il livello dell'acqua ad una quota leggermente inferiore rispetto alla falda freatica attigua.

In tal modo, le acque emergenti sono intercettate ed inviate all'interno dello stabilimento.

L'opera costituisce una barriera insuperabile ad eventuali residui di contaminazione che nel passato possono aver accidentalmente superato i sistemi di protezione installati all'interno dello stabilimento.

La posizione delle opere di protezione è indicata in **Tavola 7**.

8. Indagini pregresse

Il piano di indagini effettuato nel 2000 e 2001 e descritto nel documento presentato dall'AgipPetroli di Sannazzaro in data 22 Ottobre 2001, avente come oggetto "Situazione dei suoli, sottosuoli acque sotterranee della raffineria di Sannazzaro, ed interventi di messa in sicurezza adottati per assicurare la tutela della salute e dell'ambiente", ha permesso di confrontare le caratteristiche qualitative dei terreni e delle acque di falda sottostanti il sito industriale con i valori di concentrazione limite previsti dalla normativa vigente.

Le caratterizzazioni chimiche sono state effettuate su campioni di terreno estratti dalle carote a diverse profondità e su campioni di acque sotterranee prelevati da piezometri, già esistenti sul sito, attestati nel primo e secondo acquifero.

8.1 Parametri indagati

Sulla base delle attività produttive attuali e passate, ed in funzione di quanto prescritto dalla normativa vigente (D.M. 471/99), sono stati ricercati su suoli e/o acque i seguenti composti:

- benzene
- toluene
- xileni
- etilbenzene
- n-esano
- Idrocarburi leggeri C<12
- Idrocarburi pesanti C>12
- Cadmio
- Piombo
- Policiclici aromatici

Le sostanze sono state scelte, oltre che per la loro rappresentatività, anche per le caratteristiche di pericolosità intrinseca; Il benzene e i policiclici aromatici sono infatti classificati R 45 dalla Direttiva europea 6/548/Cee.

8.2 Indagini sui suoli

L'area interessata dalle indagini ha compreso tutto l'insediamento industriale (circa 200 ettari) nonché la fascia esterna ad est dello stabilimento, sino ai margini della zona ad uso agricolo al di sotto della scarpata morfologica che separa il livello fondamentale della pianura dalla valle del fiume Po.

8.2.1 Ubicazione dei sondaggi

L'ubicazione dei sondaggi è stata effettuata mediante una maglia quadrata lato di circa 130 metri, che ha portato alla suddivisione dell'area da investigare in n. 78 settori numerati in ordine progressivo.

Alcuni dei settori hanno interessato porzioni di terreno che, sebbene esterni allo stabilimento, sono stati comunque analizzati, perché ritenuti comunque vulnerabili da possibili fenomeni di inquinamento pregresso.

L'area interessata dai settori esterni è posta sul fronte della raffineria, al limite della scarpata del terrazzo alluvionale.

L'ubicazione dei sondaggi è indicata in [Tavola 8](#), mentre le stratigrafie dei carotaggi sono indicate in [Allegato n° 7](#).

8.2.2 Profondità dei sondaggi

Si è reputato di indagare lo stato del terreno su tutto l'orizzonte insaturo, considerato al momento della massima soggiacenza stagionale di falda, che è coincisa col periodo nel quale sono state intraprese le terebrazioni.

Dal momento che la soggiacenza della falda varia, oltre che stagionalmente, anche arealmente a seconda della porzione dello stabilimento considerata, la profondità delle terebrazioni è variata in funzione dell'ubicazione dei sondaggi, passando da un minimo di 2 m (area esterna alla raffineria a

valle della scarpata morfologica, dove la tavola d'acqua è sempre prossima al piano campagna) sino ad un massimo di 16 m da p.c. (area esterna alla raffineria immediatamente a monte della scarpata morfologica).

Complessivamente sono stati effettuati circa 760 m di perforazione.

8.2.3 Prelievo dei campioni

Nel corso del sondaggio sono state man mano raccolte e conservate, in apposite cassette catalogatrici in legno a scomparti, le carote di terreno rappresentative della stratigrafia.

Per ciascun sondaggio sono stati prelevati e sottoposti ad analisi da 1 sino a 5 campioni, in funzione della profondità del sondaggio, per un totale di n. 264 campioni .

8.3 Indagini sulle acque

I punti di prelievo, costituiti da una esistente rete di piezometri/pozzi utilizzata per il controllo dell'inquinamento, sono stati raggruppati e codificati in funzione della loro posizione, rappresentatività e specificità:

- Piezometri di controllo della falda freatica sottostante il parco serbatoi e gli impianti produttivi (PZ 1-23), (PS 1-6) costituiti da 36 piezometri, realizzati tra il 1983 ed il 2000;
- Pozzi delle barriere di protezione interna (S 4-15, S18, S21-39) costituiti da 32 pozzi realizzati tra il 1982 ed il 1998;
- Piezometri dell'anello di monitoraggio della falda artesiania interna;
- Sono costituiti da 8 piezometri interni lo stabilimento (PA10-PA17), impiegati per il controllo della falda artesiania;
- Piezometri dell'anello di monitoraggio della falda freatica esterna, costituiti da 11 piezometri esterni (PA 1-6, 8-9, 18-20) impiegati per il monitoraggio della falda freatica.

La posizione dei suddetti punti è indicata nella [Tavola 7](#) ed i profili stratigrafici in [Allegato n° 8](#).

8.4 Metodologie di campionamento

Per i terreni sono state utilizzate le metodiche ufficiali dei Quaderni IRSA-CNR 64-25, mentre per le acque le metodiche ufficiali IRSA-CNR 1030;

Per i piezometri ogni campionamento è stato preceduto da uno spurgo della durata di circa 3-4 ore.

8.5 Metodologie di analisi

Terreni

Sono stati utilizzati gli esistenti metodi ufficiali per i seguenti parametri:

- Metalli pesanti totali: Quaderno IRSA-CNR 64-10
- Cadmio: Metodi analitici per le acque IRSA 3060 (metodo per spettrofotometria di Assorbimento Atomico);
- Piombo: Metodi analitici per le acque IRSA 3150 (metodo per spettrofotometria di Assorbimento Atomico);
- Per i restanti parametri, stante l'assenza al momento di metodiche ufficiali sono stati utilizzati i seguenti metodi interni, tali comunque da garantire i limiti di sensibilità analitica previsti dal D.M. 471/99:
- determinazione degli idrocarburi alifatici frazione C5-C12 (GRO) (metodo GC-FID EPA n° 8015B);
- determinazione degli idrocarburi alifatici frazione >C12 (DRO) (metodo GC-FID ISO TR 11046 ed EPA n° 8015B);
- determinazione degli idrocarburi aromatici (metodo GC-MS EPA n° 8260A);
- determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici (metodo GC-MS EPA n° 8270C);
- determinazione degli idrocarburi totali (TPH-FTIR) (metodo spettrofotometrico FT-IR ISO TR 11046);
- determinazione dei metalli (metodo ICP-AES EPA n° 6010B);

Acque

Per le analisi delle acque, sono stati utilizzati i seguenti metodi EPA e IRSA:

- determinazione degli idrocarburi alifatici nelle acque (metodo GC-FID EPA n° 8015B);
- determinazione degli idrocarburi aromatici nelle acque (metodo GC-MS EPA n° 8260A);
- determinazione degli idrocarburi policiclici aromatici (metodo GC-MS EPA n° 8270C);
- determinazione dei metalli (metodo ICP-AES EPA n° 6010B).

8.6 Risultati delle indagini

8.6.1 Indagini sui suoli

La situazione dell'inquinamento dei suoli, così come risultante dalle indagini effettuate, è illustrata integralmente in [allegato 9 \(tab 1a 1b\)](#), ove sono riportati i risultati di tutte le indagini analitiche effettuate sui campioni di terreno prelevati all'interno e all'esterno dello stabilimento.

Sui n. 264 campioni analizzati, in soli n. 6 settori interni lo stabilimento, sono stati osservati dei superamenti dei limiti del D.M. 471 (Tabella 1B dell'Allegato 1, "Siti ad uso commerciale ed industriale").

I superamenti hanno riguardato i parametri benzene, toluene, xileni, idrocarburi leggeri e quelli pesanti, mentre i policiclici aromatici (risultati sempre inferiori al limite di sensibilità strumentale) ed i metalli (Cd e Pb) non rappresentano motivo di contaminazione.

In nessun caso i superamenti dei limiti hanno riguardato i suoli superficiali in accordo con le evidenze emerse in fase di perforazione, la contaminazione è risultata riguardare essenzialmente le porzioni più profonde dell'orizzonte investigato.

Quest'ultimo, insaturo al momento delle perforazioni, è comunque interessato dalle oscillazioni stagionali della tavola d'acqua.

Il fenomeno interessa una porzione di stabilimento arealmente ben definita, in corrispondenza di aree interessate dal parco serbatoi e dalle strutture impiantistiche..

Non sono state pertanto reputate necessarie ulteriori indagini geognostiche per la delimitazione della zona interessata.

Lo stato dei terreni è evidenziato nel documento "Situazione dei suoli, sottosuoli acque sotterranee della raffineria di Sannazzaro, ed interventi di messa in sicurezza adottati per assicurare la tutela della salute e dell'ambiente", mediante elaborazione di alcune mappe tematiche riassuntive, con riferimento al supero dei limiti del D.M. 471 (Tabella 1B dell'Allegato 1) per i parametri più significativi.

Analogamente, sono state prodotte mappe tematiche relative ai risultati delle analisi effettuate per i terreni esterni lo stabilimento, con riferimento al D.M. 471 (Tabella 1A dell'Allegato 1, "Siti ad uso verde pubblico....").

8.6.2 Indagini sulle acque

Falda artesianiana

I controlli effettuati sugli 8 piezometri (PA10-PA17) dell'anello di monitoraggio della falda profonda sottostante lo stabilimento, ha dimostrato che l'acquifero artesianiano è del tutto immune da tracce di idrocarburi; i risultati sono riportati in [allegato 9 \(tabella n° 2\)](#).

Falda freatica esterna

Sul totale degli 11 piezometri (denominati PA1-6,8,9 PA18-20) dell'anello di monitoraggio della falda superficiale esterna, non sono stati osservati superamenti dei valori di concentrazione limite accettabili nelle acque sotterranee (all. 1 D.M. 471); I risultati sono riportati in [allegato 9 \(tabella n° 3\)](#).

Falda freatica interna

Lo stato dell'acquifero interno è stato monitorato tramite la rete di piezometri spia distribuiti su tutta l'area dello stabilimento.

Le analisi effettuate sui campioni di acqua dei punti di controllo hanno confermato il quadro globale; i fenomeni sono principalmente localizzati nell'area del parco serbatoi ed in corrispondenza delle barriere di protezione interna.

I superamenti hanno riguardato unicamente gli idrocarburi aromatici, sostanze maggiormente solubili in acqua.

I policiclici aromatici, il Piombo ed il Cadmio non rappresentano motivo di contaminazione nella falda freatica sottostante il sito (in accordo con quanto emerso dalle analisi dei suoli).

I risultati sono riportati in [allegato 9 \(tabella n°4\)](#).

I valori più elevati sono stati rilevati in corrispondenza delle aree isole 9, 10 e 11, dove storicamente è stata riscontrata l'origine del fenomeno.

La contaminazione dei piezometri 8, 17, 23 e 30, anche se leggermente superiore ai limiti tabellari, è da considerarsi riferita a microperdite del circuito fognario, sanate dalle opere di impermeabilizzazione a suo tempo eseguite.

Pozzi delle barriere di protezione

La qualità delle acque emunte dai pozzi delle barriere di protezione ([allegato 9 tabella n° 5](#)), denota la corretta disposizione degli sbarramenti idrodinamici, anche se in genere, i valori rilevati dai sistemi di sbarramento sovrastimano lo stato di inquinamento dell'acquifero.

9. Indagini integrative

I terreni oggetto di integrazione di indagini, così come indicato nel documento prot. 09041 del 8 Marzo 2002 della R. Lombardia, sono individuati in un'area posta a sud-est dello stabilimento, a valle della scarpata alluvionale del piano terrazzato pleistocenico.

L'estensione dell'area oggetto della caratterizzazione è di circa 35 ha. (Tavola 5)

9.1 Selezione dell'ubicazione dei punti di campionamento

Per fornire un campione rappresentativo delle matrici ambientali, suolo, sottosuolo e acque sotterranee, AgipPetroli propone che la selezione dei punti di campionamento sia effettuata predisponendo una griglia teorica con lato di maglia di circa 150 m in corrispondenza dell'area posta valle della scarpata alluvionale.

Suolo, sottosuolo

I punti di indagine sono localizzati in all'interno di ogni maglia tenendo conto (ubicazione sistematica casuale) degli eventuali impedimenti (presenza di canali, infrastrutture, vegetazione, coltivazioni, ecc....).

Sulla base delle dimensioni dell'area da investigare (circa 350.000 m²) si considera l'ipotesi di effettuare circa 14 carotaggi.

I carotaggi avranno profondità compresa tra -3 e -6 m dal p.c., in funzione della quota della tavola d'acqua.

la profondità delle terebrazioni varierà in funzione dell'ubicazione dei sondaggi, passando da un minimo di 2 m (area dove la tavola d'acqua è più prossima al piano campagna) sino ad un massimo di 6 m da p.c. (area dove la tavola d'acqua è posizionata ad una quota inferiore).

Per ciascun sondaggio saranno prelevati e sottoposti ad analisi da 1 sino a 3 campioni, in funzione della profondità del sondaggio,.

Il campionamento del terreno è avvenuto in modo da evitare perdite delle frazioni leggere.

I campioni sottoposti ad analisi saranno prelevati in ciascun sondaggio generalmente alle profondità di 2, 4, 6 m da p.c.

Al fine di impedire la percolazione verso la falda di elementi presenti nella porzione superficiale del terreno, a conclusione delle operazioni di perforazione e campionamento sarà realizzata la chiusura mineraria di tutti i sondaggi.

La chiusura mineraria sarà effettuata mediante riempimento del perforo con materiale impermeabile (bentonite in polvere ed acqua.).

Le specifiche tecniche dei sondaggi sono trattate in apposito capitolo del presente documento.

Acque sotterranee

Particolare attenzione è stata posta nella definizione dei punti di monitoraggio aggiuntivi, sulla base della caratterizzazione idrogeologica dell'area e delle caratteristiche dell'acquifero.

Si ritiene pertanto di realizzare alcuni piezometri secondo quanto previsto dall'all.2 del D.M. 471 e comunque con specifiche indicate nel protocollo di carotaggio/perforazione concordato con le autorità.

I piezometri proposti, 10 in totale, forniranno le indicazioni necessarie alla verifica dello stato di contaminazione dell'area.

Essi saranno realizzati a rotazione ad andamento verticale e, a partire dal piano campagna fino a fondo foro, completamente a carotaggio continuo con diametro del perforo reso finale di 153 mm circa, con carotiere avente diametro di 101 mm.

La perforazione a carotaggio continuo verrà condotta per quanto possibile a secco per realizzare il massimo recupero senza dilavamento delle parti fini.

La perforazione sarà spinta, in rapporto alla natura del terreno attraversato, sino alla quota che garantisca l'attraversamento del I° acquifero (freatico), ad una profondità utile del piezometro di 10,00 metri lineari.

Tre dei piezometri saranno spinti a profondità maggiore, (superiore a 30 metri di profondità), sino all'intercettazione del I° acquifero artesiano.

Le specifiche tecniche dei piezometri sono indicate in apposito capitolo del presente documento.

Acque superficiali

Per i corsi d'acqua superficiali presenti nell'area di indagine (**Tavola 6**) sarà effettuata una campagna di caratterizzazione chimica in corrispondenza dei tratti alimentati da risorgive, al fine di individuare gli eventuali effetti derivanti dalla presenza di inquinanti provenienti dal sito industriale.

Campioni del fondo naturale

Agip Petroli intende effettuare alcuni campionamenti di acque superficiali di aree adiacenti alla raffineria non interessate da eventuali processi di contaminazione provenienti dalla stessa.

Campioni di controllo

Due controcampioni ufficiali saranno prelevati dal responsabile degli interventi di bonifica: un campione per permettere all'autorità competente di approfondire le indagini o eseguire verifiche sui valori di concentrazione risultanti dalle analisi; un campione dovrà essere conservato, conformemente ai criteri di qualità di seguito indicati per eventuali contestazioni e controanalisi.

9.2 Indagini integrative presso gli impianti di trattamento acque di falda e processo

In riferimento alla richiesta di integrazione (documento R. Lombardia prot. 09041 dell' 8-3-02) relativa ai terreni e all'acquifero sottostanti gli impianti di depurazione acque reflue e acque di falda, nell'ambito del piano di indagini effettuato nel 2000 e 2001, sono stati effettuati alcuni sondaggi nelle adiacenze di tali impianti.

I campioni di terreno ricavati dai sondaggi S77/74, S36/70, S5/63, S15/71, S17/75, i più prossimi agli impianti suddetti, non hanno rilevato traccia di contaminazione.

Nell'ambito del programma di investigazione più ampio, AgipPetroli propone una serie di indagini integrative all'interno delle aree occupate dagli impianti di trattamento acque di raffineria.

Sondaggi integrativi

In particolare si propone la perforazione di n° 4 sondaggi integrativi (**Tavola 9**).

Essi sono ubicati con gli stessi criteri adottati nella precedente campagna, predisponendo una griglia teorica con lato di maglia di circa 100 m all'interno delle aree oggetto di studio.

I carotaggi avranno profondità compresa tra -13 e -15 m dal p.c., e penetreranno per circa 1 m nell'acquifero.

Per ciascun sondaggio saranno prelevati e sottoposti ad analisi campioni di terreno a partire dalla profondità di 1 m e, con intervalli di 2 m sino all'interno della zona satura.

Le specifiche tecniche dei sondaggi, delle modalità di campionamento ed analisi, sono trattate in apposito capitolo del presente documento.

Indagini sulle acque

I punti di prelievo, più prossimi alle aree oggetto di integrazione di studio, sono costituiti da alcuni degli esistenti piezometri di controllo della falda freatica sottostante il parco serbatoi e gli impianti produttivi.

I piezometri PS 1, PS 2 e PZ 21, già inseriti nel protocollo di controllo delle acque di falda proposto da AgipPetroli, sono ritenuti sufficienti per la caratterizzazione delle acque sotterranee sottostanti gli impianti di depurazione.

9.3 Protocollo di campionamento ed analisi

Campioni di suolo e sottosuolo e nuovi piezometri

Per i campioni di suolo e sottosuolo e per i nuovi piezometri proposti nel piano di investigazione si propone il seguente protocollo analitico:

n-esano;

Benzene;

Toluene;

Xileni totali;

Etilbenzene;

Idrocarburi leggeri C< 12 (*solo per terreni*)

Idrocarburi pesanti C> 12 (*solo per terreni*)

Policiclici aromatici;

Piombo;

Cadmio;

MTBE; (*)

Fenoli. (*)

(*) Sostanze richieste da R. Lombardia

Per l'MTBE, l'indagine è effettuata a titolo di pura ricerca, non trattandosi di elemento normativamente e tecnicamente classificato come contaminante e pertanto ritenuto ininfluenza ai fini del procedimento di caratterizzazione e del D.M. 471

Piezometri esistenti

Sulla base delle osservazioni della R. Lombardia, l'AgipPetroli intende programmare la futura campagna analitiche sui piezometri/pozzi indicati nel documento presentato dall'AgipPetroli di Sannazzaro in data 22 Ottobre 2001, avente come oggetto "Situazione dei suoli, sottosuoli acque sotterranee della raffineria di Sannazzaro, ed interventi di messa in sicurezza adottati per assicurare la tutela della salute e dell'ambiente" per l'accertamento dei seguenti parametri:

Controllo analitico proposto:

- n-esano;
- Benzene;
- Toluene;
- Xileni totali;
- Etilbenzene;
- Policiclici aromatici;
- Piombo;
- Cadmio;
- MTBE; (*)
- Fenoli. (*)

(*) Sostanze richieste da R. Lombardia

AgipPetroli propone la realizzazione di n° 1 campagna di controllo (Giugno 2002) ed una eventualmente di verifica (Ottobre 2002) per il controllo dei parametri sopra indicati, per tutti i punti di prelievo catalogati, (n° totale: 100) comprensivi dei piezometri di controllo della discarica interna e dei pozzi di approvvigionamento acqua potabile/industriale.

AgipPetroli propone inoltre la seguente futura periodicità di controllo:

Piezometri Pz1 – Pz30, Ps1-Ps6 di controllo della falda freatica sottostante il parco serbatoi e gli impianti produttivi

N° punti di prelievo: 36

Periodicità: Semestrale (Giugno e Dicembre di ogni anno)

Pozzi delle barriere di protezione interna (S 4-15, S18, S21-39); (totale n° 32 pozzi)

N° punti di prelievo: 32

Periodicità: Quadrimestrale (Febbraio, Giugno e Ottobre di ogni anno)

Piezometri (PA10-PA17) dell'anello di monitoraggio della falda artesianica interna;

N° punti di prelievo: 8

Periodicità: Semestrale (Aprile Ottobre di ogni anno)

Piezometri dell'anello di monitoraggio della falda freatica esterna (PA 1-6, 8-9, 18-20)

N° punti di prelievo: 11

Periodicità: Semestrale (Aprile Ottobre di ogni anno)

Piezometri di controllo della discarica di rifiuti speciali 2B (N-E-S-W, pd1-pd4, D1-D3)

N° punti di prelievo: 11

Periodicità: Semestrale (Giugno e Dicembre di ogni anno)

Pozzi di approvvigionamento idrico (pozzo B e pozzo C)

N° punti di prelievo: 2

Periodicità: Semestrale (Giugno e Dicembre di ogni anno)

10. Metodologie di campionamento ed analisi

I criteri che Agip Petroli intende adottare in ogni fase di indagine, campionamento e analisi, si rifanno a quanto indicato in allegato 2 del D.M. 471.

Al fine di garantire il controllo e la qualità delle operazioni di campionamento, sarà predisposta appropriata documentazione delle attività che consenta la rintracciabilità dei campioni prelevati dal sito da inviare al laboratorio di analisi.

La documentazione comprenderà anche le azioni di controllo delle attività di campo e di laboratorio.

Agip Petroli propone di avvalersi di qualificato laboratorio di analisi che dovrà essere certificato e corrispondere ai necessari requisiti di qualità.

Agip Petroli propone inoltre specifici protocolli di carotaggio, campionamento ed analisi, con descrizione delle procedure di campionamento e di analisi per le opportune verifiche e successiva approvazione da parte dell'autorità pubblica (ARPA). (Allegato n°10)

Il presente studio è stato elaborato da Agip Petroli comunque sul presupposto della attivazione delle procedure in conformità a quanto previsto dal D.M. 471/99 e viene quindi inoltrato sotto condizione della messa a punto degli adempimenti preventivi ex D.M. 471 che fanno capo alla R. Lombardia ed alle altre amministrazioni pubbliche.

11. Calendario delle attività

Le attività previste dal presente progetto sono le seguenti:

- Verifica efficienza del sistema di raccolta e stoccaggio acque reflue;
- Studio per il campionamento automatico delle acque di scarico della raffineria;
- Campagna di controllo analitico dei piezometri esistenti;
- Campagna di controllo analitico dei corsi d'acqua superficiali presenti nell'ara sottostante la raffineria
- Esecuzione indagini integrative interne ed esterne lo stabilimento (perforazione di carotaggi e piezometri)
- Accertamenti analitici sui nuovi punti di controllo
- Campagna di misure freaticometriche;
- Redazione del piano di caratterizzazione.

Il calendario proposto delle attività sopra descritte è di seguito indicato in un apposito diagramma.

Allegati:

- ALLEGATO n°1: Descrizione ciclo produttivo impianti
- ALLEGATO n°2: Tabelle dati qualità aria relativi al giorno 15/11/2001
- ALLEGATO n°3: Rapporti monitoraggio qualità dell'aria (Giugno e Dicembre 2001)
- ALLEGATO n°4: Perizia tecnica
- ALLEGATO n°5: Ordinanza sindacale
- ALLEGATO n°6: Schede di sicurezza prodotti Agip Petroli
- ALLEGATO n°7: Stratigrafie sondaggi eseguiti nel Maggio 2000
- ALLEGATO n°8: Stratigrafie dei pozzi e dei piezometri della Raffineria
- ALLEGATO n°9: Risultati indagini pregresse
- ALLEGATO n°10: Protocolli di carotaggio, campionamento e analisi
- DISEGNO n°1: Planimetria generale Serbatoi di stoccaggio
- DISEGNO n°2: Planimetria generale Percorso trincee
- DISEGNO n°3: Planimetria generale Fognature
- DISEGNO n°4: Planimetria generale Trattamento acque
- DISEGNO n°5: Planimetria generale Trattamento e smaltimento rifiuti
- DISEGNO n°6: Ubicazione stazioni rete di controllo qualità aria

- TAVOLA 1: Planimetria generale con definizione delle aree esterne di proprietà
- TAVOLA 2: Planimetria generale con definizione delle zone di P.R.G.
- TAVOLA 3: Planimetria generale con definizione delle attività antropiche
- TAVOLA 4: Planimetria generale con identificazione degli approvvigionamenti idrici
- TAVOLA 5: Planimetria generale con definizione delle isopieze
- TAVOLA 6: Planimetria generale con definizione dei corsi idrici superficiali
- TAVOLA 7: Planimetria generale con definizione delle opere di protezione
- TAVOLA 8: Planimetria generale con ubicazione dei sondaggi del maggio 2000
- TAVOLA 9: Planimetria generale con ubicazione dei sondaggi e nuovi piezometri

Elaborati

- cartografia storica relativa alla cartografia I.G.M. scala 1:25.000 aggiornata al 1922
- corografia generale scala 1:6000 del comune di Sannazzaro.