

Saras SpA



Raffineria
Sede legale

I-09018 Sarroch (Cagliari)
S.S. Sulcitana n.195 - Km.19°
Telefono 070 90911
Fax 070 900209



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e
del Mare - Direzione Generale Valutazioni Ambientali

E.prot DVA-2010-0009558 del 13/04/2010

Spett.le
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale
Divisione VI
Rischio Industriale - Prevenzione e Controllo Integrati dell'Inquinamento
Via Cristoforo Colombo, 44 - 00147 Roma (RM)
c.a. dott. Giuseppe LO PRESTI

e p.c.

Spett.le
ISPRA
Servizio Interdipartimentale per l'Indirizzo
il Coordinamento e il Controllo delle Attività Ispettive
Via Vitaliano Brancati, 47 - 00144 Roma (RM)
c.a. ing. Alfredo PINI

Spett.le
ARPAS
Direzione Tecnico-Scientifica
Via Palabanda, 9 - 09100 Cagliari (CA)
c.a. dott. Giorgio SANNA

Spett.le
ARPAS
Dipartimento di Cagliari
Viale Ciusa, 6 - 09100 Cagliari (CA)
c.a. dott. Massimo CAPPALÀ

000208



Sarroch, 8 aprile 2010

Oggetto: Adempimenti autorizzativi.

Riferimento: DSA-DEC-2009-000230 del 24.03.2009 - Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione a Ciclo Combinato (IGCC) della società Saras S.p.A sito in Sarroch (CA)

Con riferimento all'oggetto il sottoscritto Guido Grosso, gestore dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione a Ciclo Combinato (IGCC)" della società Saras S.p.A, trasmette in allegato uno studio per l'ottimizzazione dei flussi idrici applicando un approccio di process integration mediante "water pinch analysis", come richiesto al punto 5 "emissioni in acqua" pagina 42 del Parere Istruttorio.

Restando a disposizione per qualsivoglia chiarimento in merito, porgiamo

Cordiali saluti

GLP
IP

SARAS SpA
Il Direttore di Raffineria
Ing. Guido Grosso

Direzione generale
Sede amministrativa
I-20122 Milano
Galleria de Cristoforis 8
Telefono 02 77371
Fax 02 76020640

Direzione relazioni pubbliche e
affari amministrativi
I-00187 Roma
Salita S. Nicola da Tolentino 1/b
Telefono 06 4203521
Fax 06 4203522

Cap. Soc. Euro 54.629.666,67 int. vers.
Reg. Imprese Cagliari, Cod. Fisc. e
P. Iva 00136440922



Ottimizzazione del ciclo delle acque applicando la tecnica della WATER PINCH per adempimenti AIA



SARAS



INDICE

Gruppo di lavoro	3
1. Premessa	4
2. Executive summary	5
3. Analisi delle MTD, generali e specifiche	8
4. Approccio metodologico	10
5. Descrizione del sistema delle acque dello stabilimento	20
6. Fasi dello studio	25
6.1. <i>Raccolta dati e ricostruzione bilanci idrici</i>	25
6.2. <i>Studio degli scenari</i>	36
6.3. <i>Individuazione delle criticità e delle possibili aree di miglioramento</i>	42
7. Conclusioni	46



Gruppo di lavoro

COORDINAMENTO ATTIVITA'

Davide Carta

Alessia Meloni

ATTIVITA'

Nicola Piga – implementazione modelli di simulazione e sviluppo scenari

GRUPPO LAVORO BRAZIL

Guido Capobianco

Gergely Szabadka



1. Premessa

L'AIA del complesso Raffineria+IGCC prevede come prescrizione la realizzazione entro 12 mesi dal rilascio dell'autorizzazione di uno **studio per l'ottimizzazione dei flussi idrici** applicando un approccio di process integration mediante "**Water Pinch Analysis**".

Gli obiettivi del presente studio hanno riguardato:

- la ricostruzione completa di tutti i flussi del sistema delle acque della raffineria;
- l'individuazione preliminare di ulteriori possibili azioni per un risparmio dei consumi idrici e per un miglioramento degli scarichi;
- l'individuazione delle aree di miglioramento per un recupero di efficienza energetica.

Lo studio realizzato ha permesso di ricostruire i bilanci idrici di stabilimento e per singola unità di processo, la GAP analysis e l'individuazione di possibili aree di miglioramento.

Risultati: ricostruzione delle reti su ArcGis, bilanci preliminari riconciliati su stabilimento e su singolo impianto mediante WaterTracker, individuazione di possibili indirizzi di miglioramento.

Sono stati inoltre individuati ulteriori possibili approfondimenti utili per lo sviluppo interno dello studio.



2. Executive summary

La raffineria SARAS ha sempre avuto una notevole attenzione al problema degli scarichi liquidi e ha investito molto per costruire e mettere a punto impianti di trattamento delle acque di scarico in grado di garantire la qualità dell'acqua trattata nelle più svariate condizioni di marcia e nelle situazioni meteorologiche più critiche.

In particolare, dopo la costruzione di un impianto di trattamento degli scarichi a ciclo completo ha successivamente fatto i seguenti investimenti:

- Vasca di equalizzazione di notevoli dimensioni
in grado di ammortizzare le variazioni sia della portata, che della concentrazione dei parametri chimici critici.
- Nuovo impianto di trattamento biologico
in grado di far avvenire fenomeni di nitrificazione e denitrificazione.
- Vasca di raccolta dell'acqua piovana
in grado di superare senza particolari problemi situazioni eccezionali di piovosità.

Di conseguenza è stata in grado di garantire una buona e soprattutto costante qualità dell'acqua di scarico che ne ha permesso il riutilizzo come:

1. Reintegro alla rete antincendio
 - dopo trattamento di filtrazione e sterilizzazione → ~ 200 m³/h
2. Reintegro ai circuiti di raffreddamento
 - dopo trattamento di filtrazione e sterilizzazione → ~ 260 m³/h

E' in fase di avviamento un impianto pilota di trattamento di ultrafiltrazione e osmosi inversa che permetterà il reintegro per produzione acqua demi di circa ~ 40 m³/h. Tale installazione è finalizzata alla messa in esercizio a fine 2010 di un impianto di trattamento che permetterà un ulteriore riutilizzo dell'acqua di scarico: è infatti in costruzione un impianto di ultrafiltrazione e osmosi inversa da ~ 200 m³/h, che produrrà acqua di qualità tale da essere utilizzata come acqua demi.

Tutto ciò porterà a:

- un riutilizzo di una quantità di acqua di scarico da:
~ 500 m³/h a ~ 700 m³/h



- una riduzione dello scarico a mare da:

~ 500 m³/h a ~ 300 m³/h

che corrisponde ad un livello di recupero dell'acqua di scarico del ~ 70%.

Come previsto dal "Reference Document on BAT for Mineral Oil and Gas Refineries" 2003, il benchmark per i consumi di fresh water è generalmente ricompreso nell'intervallo 0,01 – 0,62 m³/t di grezzo, in relazione alle differenti configurazioni impiantistiche e alle condizioni del sito.

La SARAS:

- nel corso del 2008 ha registrato un consumo specifico di fresh water di circa 0,42 m³/t di grezzo lavorato;
- nel 2° semestre 2009 si è posizionata a 0,52 m³/t (in una situazione di criticità a causa del fuori servizio per manutenzione di un dissalatore);
- a regime prevede di posizionarsi in un range tra 0,25 – 0,40 m³/t, dopo la messa in esercizio del nuovo impianto di trattamento.

Tenendo presente che:

- la SARAS nasce con un circuito di raffreddamento a torri evaporative alimentato ad acqua grezza diretta dalla fonte primaria (che comporta consumi più elevati rispetto ad altre scelte progettuali);
- la SARAS è una raffineria molto complessa (che significa più impianti per ulteriori lavorazioni rispetto alle tonnellate di grezzo lavorate);

riteniamo che i risultati raggiunti possano essere considerati ottimi, già oggi ed ancora di più in previsione della messa in esercizio del nuovo impianto di trattamento.

Bisogna inoltre tenere presente che un sistema, nel quale c'è una notevole quantità di acqua che evapora, tende a concentrare al suo interno i sali e tale concentrazione tende rapidamente a salire a mano a mano che si ricicla l'acqua.

Dopo che si è ridotto a ~ 300 m³/h lo scarico a mare ulteriori piccoli recuperi di acqua di scarico, comportano un notevole incremento della concentrazione di sali, con potenziali forti problemi tecnici.

Pertanto si può affermare che il livello di riciclo dell'acqua di scarico del 70% rappresenta il risultato massimo raggiungibile.



Eventuali ulteriori interventi di riduzione dei consumi di acqua non possono quindi essere cercati, come si è fatto fino ad oggi, riciclando l'acqua di scarico (*end of pipe*), ma piuttosto a monte valutando la possibilità di riutilizzo di correnti di acqua prodotte dal singolo impianto o apparecchiatura come reintegro per un altro impianto o apparecchiatura, anche mediante trattamenti intermedi per favorirne il riutilizzo, con il risultato di trattare minori volumi idrici, con efficienze di trattamento migliori dovute alla maggiore concentrazione delle specie chimiche che non risentono dell'effetto di diluizione dell'impianto di trattamento delle acque di scarico, con la possibilità di commisurare i trattamenti al possibile processo di riutilizzo e non allo scarico a mare.

La tecnica della Water Pinch Analysis, descritta dettagliatamente di seguito, è una metodologia rigorosa e affidabile che permette di identificare le potenziali aree di miglioramento in modo sistematico.

L'utilizzo interno del metodo della Water Pinch potrà inoltre permettere di individuare anche le criticità e le ottimizzazioni possibili a livello gestionale. Infatti sulla base dello studio sulla qualità delle acque sarà possibile valutare le problematiche operative e gestionali legate anche all'introduzione della nuova unità di trattamento e che hanno un impatto sui costi di pompaggio del sistema di trattamento acque reflue, sull'efficienza di trattamento, sull'uso di chemicals e sui costi di trattamento legati alla maggior concentrazione delle specie chimiche sull'unità TAS, e per la gestione dell'unità di ultrafiltrazione ed osmosi nonché valutare l'impatto sulla qualità delle acque allo scarico, sui volumi e sulla qualità dei fanghi prodotti e da smaltire. Conseguentemente sarà possibile valutare anche i potenziali benefici sulla gestione operativa dell'introduzione di unità di trattamento a monte su singole correnti di impianto.

In questo studio preliminare, in mancanza di informazioni complete sulle portate e sulle concentrazioni delle specie nelle diverse correnti di processo, non è stato possibile effettuare una Water pinch analysis completa.

I dati di bilancio e le elaborazioni sviluppate hanno permesso di identificare le potenziali aree di miglioramento e affinare il modello per le eventuali ottimizzazioni.

3. Analisi delle MTD, generali e specifiche

Tra le misure previste dalla Direttiva IPPC (Integrated, Pollution, Prevention and Control), tecnicamente nota come 96/61/CE revisionata e riemessa come 2008/1/CE, vi è l'applicazione di un insieme di soluzioni tecniche (impiantistiche, gestionali e di controllo), note con il nome di BAT (Best Available Technique) o MTD (Migliori Tecniche Disponibili), presenti sul mercato ma anche economicamente sostenibili dalle aziende, per evitare, qualora non sia possibile, ridurre le emissioni nell'aria, nell'acqua, nel suolo.

Fra le MTD generali, applicabili all'intero stabilimento raffineria, inerenti la gestione ottimale delle acque, come indicato nel documento linee guida nazionali "LG raffinerie", si possono annoverare le seguenti:

1. Analisi integrata e studi sulle possibilità di ottimizzazione della rete acqua e delle diverse utenze, finalizzata alla riduzione dei consumi;
2. Adozione di un sistema di gestione delle acque, come parte integrante del più ampio sistema di gestione ambientale;
3. Minimizzazione del consumo di acqua fresca (fresh water) aumentando il ricircolo della stessa; applicazione di tecniche per il riutilizzo dell'acqua reflua trattata ove tecnicamente ed economicamente possibile;
4. Applicazioni di tecniche per ridurre la quantità di acqua reflua generata in ogni singolo processo, attività, o unità produttiva;
5. Applicazioni di procedure operative finalizzate alla riduzione della contaminazione dell'acqua reflua;
6. Collettamento delle acque di dilavamento delle aree inquinate ed invio delle stesse all'impianto di trattamento.

Con riferimento a queste MTD generali il presente studio, anche mediante l'ausilio del software WaterTracker®, ha consentito di:

- svolgere un'analisi delle diverse reti idriche di stabilimento e dei bilanci idrici preliminari (rif. MTD n°1);
- valutare i recuperi di acqua fino ad oggi presenti in stabilimento, quelli previsti con la conclusione dei prossimi investimenti, ed i limiti ad ulteriori attività di recupero end of pipe (rif. MTD n°3);

**Studio ottimizzazione del ciclo
delle acque**

DATA: 8 APRILE 2010

N. DEF



- realizzare un modello (Watertracker) utile alla programmazione ed alla gestione operativa per la migliore gestione delle acque di stabilimento (rif. MTD n°2).



4. Approccio metodologico

La Pinch Analysis e il WaterTracker®

Ricollegandosi brevemente all'executive summary, l'obiettivo del presente studio si può riassumere in tre punti cardine:

- riduzione del consumo di acqua;
- riduzione dei costi di gestione dell'utilizzo di acqua;
- miglioramento dell'efficienza dei processi.

L'approccio globale a tale studio è avvenuto prendendo in considerazione l'intero ciclo delle acque della raffineria, andando a indagare su tutti gli input d'acqua del sistema e individuando, in ogni punto del modello che è stato ricreato, il reale consumo, la reale richiesta e, inoltre, l'effettiva produzione di reflui negli impianti a monte dei sistemi di trattamento presenti.

Il procedimento di ottimizzazione del ciclo delle acque della raffineria verrà portato a termine mediante l'applicazione della Water Pinch Analysis, metodologia che prende origine dalla più generica Pinch Analysis relativa agli scambi di calore.

Attraverso tale tecnica sistematica è possibile perseguire la riduzione del consumo di acqua e della generazione di reflui, integrando le attività e i processi che, all'interno della raffineria, richiedono l'utilizzo delle risorse idriche: si tratta di una tecnica oggi giorno ampiamente utilizzata come strumento per garantire la conservazione dell'acqua all'interno di comparti industriali, tecnica che tiene inoltre conto del fatto che ogni impianto è unico per via delle sue peculiari caratteristiche e struttura.

Un tipico procedimento di Water Pinch Analysis si articola secondo due passi: l'inquadramento degli obiettivi e la progettazione di una rete ottimizzata per il raggiungimento degli stessi.

L'individuazione dei *targets* di massimo recupero di acqua avviene tramite l'analisi delle reti e del bilancio idrico in seno all'impianto industriale, utilizzando sistemi basati prevalentemente sul trasferimento di materia che conducono alla ricostruzione delle così dette curve composite relative a ogni tipo di operazione e di impianto in cui l'acqua viene generata (source) e consumata (sink).

Lo scopo ultimo dell'applicazione di siffatta tecnica è l'implementazione di azioni progettuali volte al miglioramento dell'utilizzo dell'acqua, azioni che si esplicano principalmente attraverso l'ottimizzazione del riuso e della rigenerazione interna

dell'acqua stessa e diminuendo, di conseguenza, i costi dovuti al trattamento degli effluenti di processo destinati allo scarico.

Il conseguimento delle finalità individuate dalle azioni progettuali si tradurrà in consistenti benefici sia ambientali che economici (in questo secondo caso si parla di risparmi accertati tra il 25 e il 40%).

È importante spiegare concettualmente l'importanza del metodo anche dal punto di vista grafico: nella figura 1 sono raffigurate le curve composite per un singolo contaminante che rappresentano le fonti (curva in rosso) complessive disponibili nel sito e i pozzi (curva in blu) di acqua richiesti dall'intero processo.

Per la ricostruzione di tali curve è necessario conoscere i dati relativi alle portate dei singoli flussi e alle concentrazioni di sostanze inquinanti presenti negli stessi.

Laddove la curva delle fonti e la curva dei pozzi si incontrano si individua il punto di pinch, mentre la sovrapposizione orizzontale tra le due curve determina l'entità del possibile riuso di acqua, al contrario i tratti in cui non vi è sovrapposizione costituiscono il consumo di acqua (tratto a destra del punto di pinch) e la generazione di reflui (tratto a sinistra del punto di pinch); è facile intuire, a questo punto, come maggiore sia la sovrapposizione tra le due curve e maggiore sarà la possibilità di riutilizzare l'acqua determinando, conseguentemente, la diminuzione del consumo di risorse idriche e della produzione di effluenti inquinati.

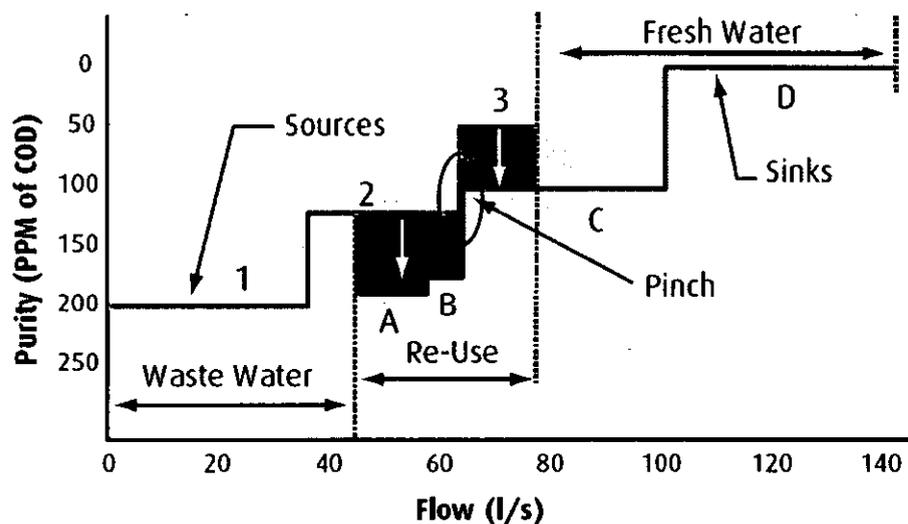


Figura 1: esempio di curve composite

Dalla figura 2 infatti si evince come, da una modifica ai processi in atto, sia possibile ottenere un notevole incremento della sovrapposizione tra le due curve e, pertanto, un incremento del riuso di acqua all'interno del medesimo processo: nella fattispecie si tratta del massimo quantitativo di acqua che è possibile riutilizzare a seguito del procedimento di ottimizzazione.

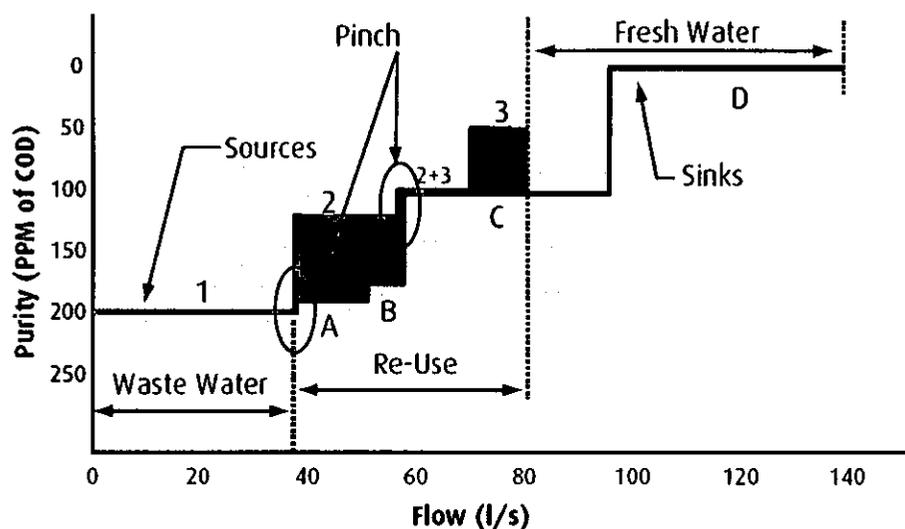


Figura 2: esempio di ottimizzazione

La prima parte della Water Pinch Analysis è stata realizzata mediante il supporto del software WaterTracker® fornito da KBC, la cui finalità è specificamente quella di fornire la base da cui partire per conseguire l'ottimizzazione del ciclo delle acque della raffineria.

Tale software consente di disegnare graficamente, (vedasi figura 3 - esempio di barra degli strumenti), un modello in grado di ricostruire lo schema attuale della raffineria nel quale i nodi della rete rappresentano le singole unità di impianto, siano esse produttori o utilizzatori della risorsa idrica, mentre i rami rappresentano i flussi di acqua che, nelle sue diverse forme, passano da un impianto all'altro. Quando si parla di acqua nelle sue varie forme si intende che, nell'ambito di questo studio, si considerano anche i flussi in cui essa è presente sotto forma di vapore o di condensa.



Figura 3: barra degli strumenti di WaterTracker®

Il modello restituisce le informazioni sulla ripartizione dei flussi nella rete, su come i flussi sono interconnessi tra loro e sui limiti fisici (in questo caso le portate massime fisicamente consentite dalle dimensioni dei tubi) imposti dalle caratteristiche reali della struttura (vedasi figura 4 – esempio di rete, ricostruita con WaterTracker®).

Più in generale WaterTracker® consente di sopperire alle incertezze legate a:

- misurazioni inadeguate;
- conflitto tra i dati a disposizione;
- risorse limitate.

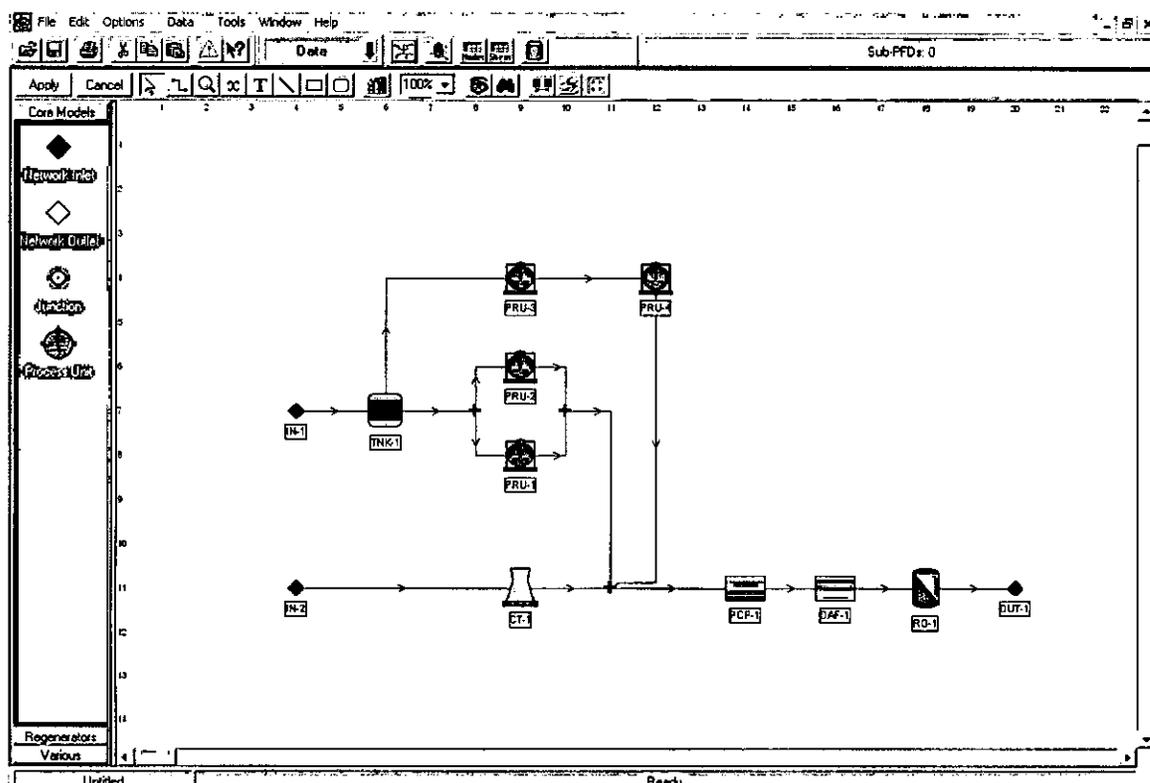


Figura 4: esempio di rete ricostruita con WaterTracker®

Per realizzare un modello di questo genere, il software mette a disposizione un editor standard che offre diverse tipologie di default (vedasi figura 5 – tipologie di nodi fornite

dall'editor) per rappresentare i nodi: grazie a ciò è pertanto possibile rappresentare gli ingressi (network inlets) e le uscite (network outlets) del modello globale, le singole unità di processo (process units) che costituiscono il modello e le intersezioni (junctions) tra i diversi stream della rete.

Sono disponibili inoltre altre tipologie di nodi utili per rappresentare le unità dei sistemi di trattamento delle acque (unità di osmosi inversa, filtri a scambio ionico, bacini di flottazione e stripper) e ulteriori unità quali torri di raffreddamento e serbatoi.

È presente, in aggiunta, un Wizard che guida l'utente nella creazione di unità di processo ad hoc.

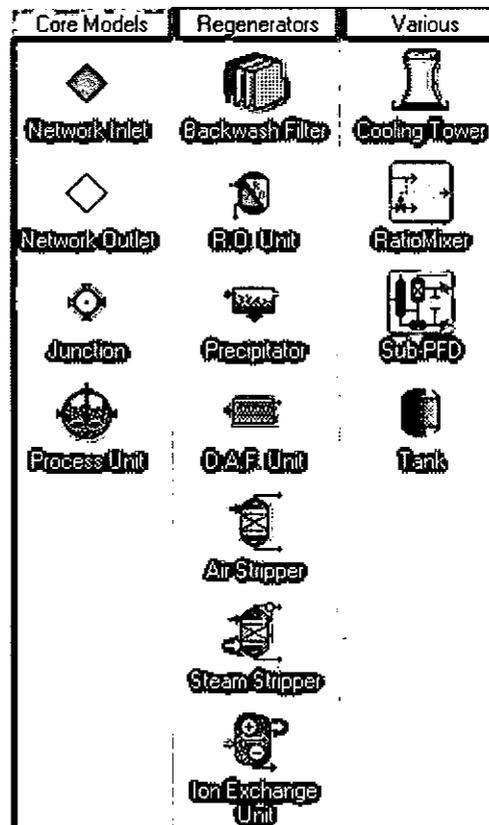


Figura 5: tipologie di nodi fornite dall'editor

Tutti i modelli specifici di cui sopra hanno una propria finestra di dialogo dedicata e, a seconda del tipo di nodo, è possibile utilizzare l'editor dei nodi per specificare differenti informazioni. È permesso, ovviamente, utilizzare l'editor per cambiare il nome del nodo o per registrare una descrizione testuale, ma anche per definire i requisiti di portata, le restrizioni relative alle concentrazioni in ingresso, eventuali guadagni o perdite, e per



precisare lo status del nodo in relazione al software WaterPinch® che, successivamente alla chiusura del bilancio, implementerà l'ottimizzazione.

Il "Through Flow" di un nodo rappresenta la portata totale dei flussi che passano per quel determinato nodo ed è dato dalla sommatoria di tutti gli stream in ingresso o in uscita. L'informazione chiave relativa a quest'elemento è restituita mediante il "Typical Value" immesso dall'utente, esso può essere una misura diretta o una buona stima di tale flusso (vedasi figura 6 – esempio di inserimento dati di input). Al valore tipico si accompagna l'informazione legata al range di valori all'interno del quale esso può variare: ciò si può esprimere in termini di percentuale o gli estremi possono essere fissati manualmente dall'utente.

Un'altra informazione che è possibile inserire è il limite fisico, imposto dalle caratteristiche del nodo o del tratto di rete considerato, che vincola il valore massimo che una portata può assumere quando il software tenta di chiudere il bilancio.

Attraverso ulteriori funzioni (connect nodes) messe a disposizione dal programma nella barra degli strumenti, è quindi possibile congiungere in maniera univoca (gli stream sono unidirezionali) le diverse unità rappresentate, originando così i flussi che costituiscono il reale oggetto di interesse dello studio che è stato portato avanti.

Unitamente ai dati relativi alle portate di ogni singolo flusso, il programma permette di inserire le concentrazioni degli inquinanti che si vogliono considerare: in questa prima parte dello studio, tuttavia, l'attenzione è stata focalizzata esclusivamente sulla parte quantitativa del bilancio idrico, ossia unicamente sulle portate, rimandando a una fase successiva le considerazioni di tipo qualitativo circa le sostanze presenti all'interno del bilancio.

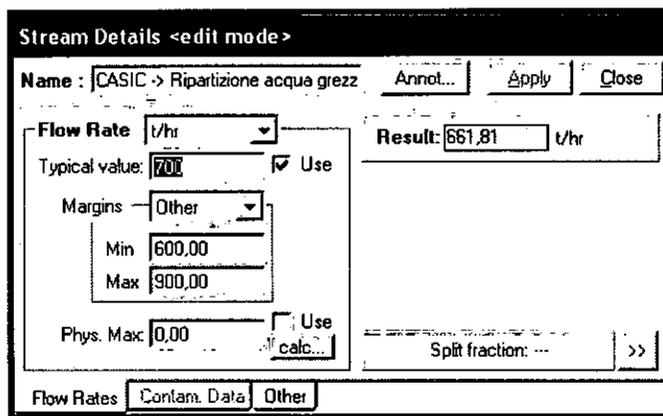


Figura 6: inserimento dei dati in input

Con i dati a disposizione opportunamente inseriti è quindi possibile implementare il programma ottenendo, attraverso la risoluzione dei conflitti attinenti ai dati, la riconciliazione del bilancio e l'indicazione su quali flussi si richiedano ulteriori verifiche circa i dati di input. In primo luogo il software verifica la connettività della rete assicurandosi che i nodi siano correttamente collegati, dopo di che chiude il bilancio attorno a ogni singolo nodo mantenendo invariati, laddove sia possibile, i valori inseriti manualmente dall'utente o comunque rimanendo all'interno di un range di valori specificato dall'utente stesso: quando il valore corretto dal software ricade al di fuori del range impostato, vengono riportati la percentuale di correzione applicata e l'analisi di sensitività su tali valori permettendo di focalizzare l'attenzione su quali flussi vadano indagati in maniera più approfondita.

Questo secondo passaggio avviene nella "Results View" del software che ha la funzione di aiutare a raggiungere il miglior bilancio di massa possibile per l'acqua attraverso il minor numero di misurazioni (extra).

La Results View da accesso a:

- *data checking*, valuta la fattibilità di poter bilanciare gli attuali dataset. Prova a superare gli eventuali conflitti dei dati e restituisce un report su quei conflitti che non è in grado di risolvere;
- *mass balancing*, esegue la riconciliazione del bilancio rilassando in maniera opportuna, ove necessario, i dati inseriti;

- *metering analysis*, aiuta a individuare i punti più strategici del modello dove effettuare campionamenti supplementari di portata e di indica quali valori minimi e massimi potrebbero avere queste nuove misurazioni.

Durante controllo dei dati, WaterTracker® controlla rigorosamente la coerenza degli input immessi dall'utente. Dalla simulazione della propagazione delle portate in tutta la rete, il data checking (vedasi figura 7 – esempio di schermata) identifica eventuali clash sui dati. Ove possibile, il software cercherà di superare tali incongruenze rilassando in maniera selettiva i valori impostati originariamente.

Rilassare significa ampliare i margini intorno ad un typical value: il limite massimo sarà portato a "infinito" e il limite inferiore a zero, dopodì che i restanti dati specificati possono imporre nuovi limiti inferiori e superiori su tale flusso. Nei casi in cui venga rilassato uno stream per il quale è stato specificato un limite fisico, questo verrà impostato come nuovo limite superiore.

Quando si riscontra un'incongruenza di dati, il software provvede a segnalare tutti quei typical value immessi dall'utente che potrebbero esserne causa.

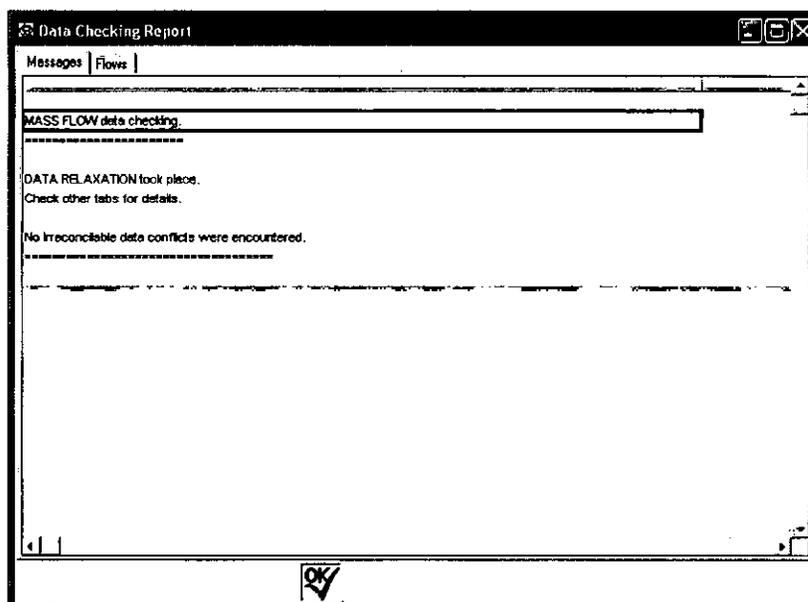


Figura 7: data checking report

Dopo il controllo dei dati, il programma esegue l'ottimizzazione del bilancio del modello matematico della rete (vedasi figura 8 – esempio di schermata); lo scopo di tale ottimizzazione è quello di trovare quei valori di portate che minimizzano la somma delle "relative-deviations-from-Typical-values" pur mantenendo in equilibrio il bilancio di massa attorno a ciascun nodo.

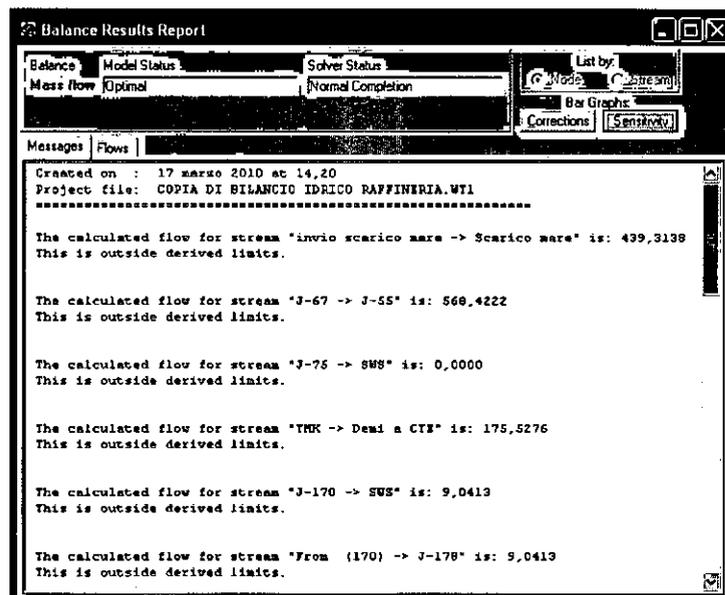


Figura 8: balance results report

L'ultimo passo di questa sezione è rappresentato invece dalla metering analysis (vedasi figura 9 – esempio di schermata) che, indicando su quali stream sia necessario indagare ulteriormente, restituisce un'informazione su come l'incertezza del modello migliori una volta che dei nuovi valori più corretti siano stati introdotti.

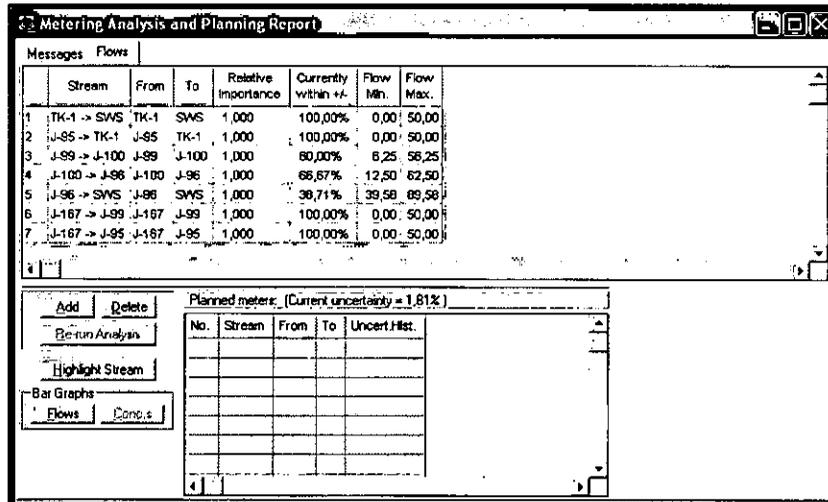


Figura 9: metering analysis report



5. Descrizione del sistema delle acque dello stabilimento

Nello stabilimento di Sarroch l'acqua (vedasi figura 10) viene utilizzata prevalentemente per la produzione di vapore per usi tecnologici, per l'alimentazione della rete antincendio, per il reintegro delle perdite del ciclo di raffreddamento e per usi civili.

Attualmente le tipologie di risorse idriche utilizzate nella raffineria sono prevalentemente le seguenti:

- acqua grezza fornita dall'acquedotto industriale CASIC (Consorzio Area Sviluppo Industriale di Cagliari);
- acqua di mare sottoposta a trattamento di dissalazione mediante unità dedicate;
- acqua recuperata dall'impianto di depurazione delle acque di scarico, previa filtrazione.

Il trattamento dell'acqua grezza prelevata dalla rete industriale del CASIC, proveniente dagli invasi del fiume Flumendosa, avviene nell'impianto TMK. In esso si produce acqua chiarificata ed acqua demineralizzata.

L'acqua avviata al sistema di trattamento subisce una serie di operazioni, quali un trattamento chimico-fisico per abbattere la durezza temporanea e la torpidità, una filtrazione, una demineralizzazione e deionizzazione, una potabilizzazione.

Descrivendo ciò in maniera più dettagliata, nell'impianto di trattamento l'acqua subisce un percorso attraverso le seguenti sezioni di trattamento e/o operative:

- unità di chiariflocculazione (reactivator);
- unità di filtrazione su sabbia (filtri manovalve);
- unità di correzione pH (acidificazione);
- sezione di stoccaggio e rilancio dell'acqua chiarificata e condizionata chimicamente (correzione pH, make-up per torri di raffreddamento, acqua di processo, acqua per alimento impianto di potabilizzazione);
- sezione di stoccaggio e rilancio dell'acqua chiarificata e filtrata per l'alimentazione dell'impianto di demineralizzazione;
- sezione di stoccaggio e dosaggio reattivi chimici.



L'acqua grezza non presenta, in partenza, caratteristiche qualitative particolarmente pregiate, tipiche di acque per uso industriale, e viene direttamente utilizzata per il parziale rabbocco delle torri di raffreddamento, con integrazione proveniente dall'acqua di recupero dell'impianto TAS, sono in particolar modo utilizzate tal quali per il make up delle torri Fluor che servono il circuito di raffreddamento collegato con l'impianto di alchilazione. Un'altra parte di acqua grezza non trattata (50 m³/h) viene destinata a un sistema di distribuzione a manichette che servono le diverse unità di processo e sono indipendenti dalla rete antincendio: tale rete, denominata rete servizi, è utilizzata in maniera discontinua per usi civili come pulizie e raffreddamenti ed è parzialmente integrata con acqua reflua trattata proveniente dal TAS.

La rimanente quota di acqua grezza, sottoposta invece ad addolcimento chimico, viene inviata ad ulteriori trattamenti specifici quali chiarificazione e demineralizzazione che la rendono disponibile per i generatori di vapore a media e bassa pressione degli impianti.

Vi è un'ulteriore quota esigua di quest'acqua che viene invece sottoposta a trattamento di potabilizzazione destinata a servire la rete interna per usi civili. A quest'ultimo si somma una quota di acqua potabile di circa 10 m³/h proveniente dall'acquedotto ESAF.

L'acqua dissalata proviene da un impianto di dissalazione, di proprietà Saras, di acqua mare in grado di produrre fino a 300 m³/h di acqua di ottima qualità e da due impianti di dissalazione, di proprietà Sarlux, la cui produzione massima arriva fino a 550 m³/h.

La tecnologia di dissalazione adottata nel dissalatore Saras è del tipo "multiflash" ad evaporazioni successive, caratterizzata dal massimo recupero energetico dal distillato prodotto, mentre la tecnologia che caratterizza i due dissalatori Sarlux è a termocompressione.

L'acqua dissalata si congiunge al circuito delle acque demineralizzate immediatamente a valle delle unità cationiche/anioniche e prima dei letti misti. Tale flusso è in parte utilizzato tal quale, senza necessità di ulteriori affinamenti, per alimentare i generatori di vapore a media e bassa pressione degli impianti della raffineria, mentre la restante parte è sottoposta a un'ulteriore demineralizzazione tramite un'unità a letti misti di resine a scambio ionico al fine di essere utilizzata per la produzione di vapore ad alta pressione all'interno della centrale termoelettrica.



In uscita dai letti misti viene inoltre inviata una quota consistente di circa 550 m³/h all'impianto IGCC per la produzione interna di vapore.

I riusi interni delle acque trattate rappresentano circa la metà del totale delle acque reflue che entrano nel TAS, e ciò costituisce una quota estremamente rilevante dell'intero ammontare dei flussi idrici presenti in raffineria.

Le acque reflue del ciclo di lavorazione del petrolio sono tipicamente caratterizzate dalla presenza di una notevole varietà di sostanze inquinanti, tra le quali idrocarburi, metalli pesanti, tensioattivi, fenoli, ma anche di sostanze nutrienti come azoto e fosforo, che, qualora immesse nell'ambiente in quantità rilevante, sarebbero in grado di alterarne l'equilibrio, dando luogo ad esempio a problemi di tossicità e fenomeni di eutrofizzazione.

Le acque provenienti dagli impianti di processo e dal parco serbatoi vengono raccolte in un impianto di trattamento delle acque di scarico (API-TAS) dove vengono depurate le acque che confluiscono nel sistema fognature oleose, provenienti da:

- unità di strippaggio acque acide;
- desalter dei topping;
- spurgo del sistema torri di raffreddamento;
- fognatura oleosa della raffineria;
- fognature oleose dell'IGCC.

Il trattamento di tali acque avviene nelle seguenti sezioni:

- impianto di separazione gravimetrica API SEPARATOR
- impianto di flocculazione;
- impianto di flottazione;
- sezione di equalizzazione;
- trattamento biologico (nitrificazione, denitrificazione, chiarificazione);
- filtri a sabbia e a sabbia-antracite.

Una volta trattate, invece, si ottengono acque destinate a usi che non richiedono una qualità particolarmente elevata e vengono pertanto rimesse a disposizione previo trattamento fisico, chimico, biologico e filtrazione a sabbia finale. Il trattamento infatti consente di ottenere un'acqua idonea per un parziale riutilizzo nella rete antincendio, nelle torri di raffreddamento (torri Marley) e con caratteristiche qualitative tali da poter essere scaricata in mare.

Come appena accennato, parte dei riusi (250 m³/h) è destinata alla rete antincendio collegata al sistema di erogazione a manichette che serve tutte le aree della raffineria: si tratta di una quantità d'acqua a cui si fa ricorso in maniera discontinua, talvolta anche per altri usi civili (lavaggio di piazzali e altre operazioni di pulizia), e la quasi totalità di queste acque, una volta utilizzate, viene recuperata dalla fognatura e inviata nuovamente al TAS.

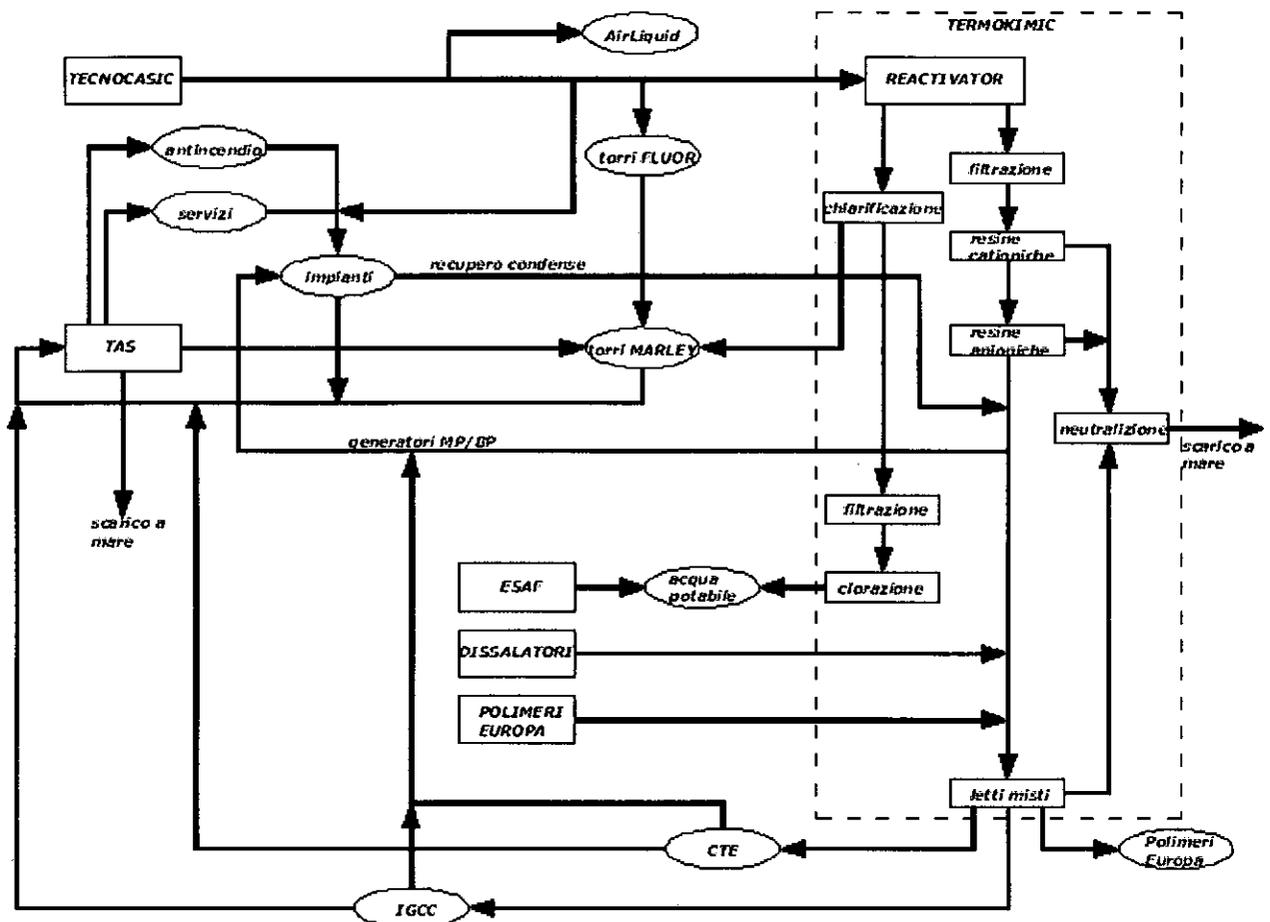


Figura 10: macroschema dei flussi idrici

Un'ulteriore tipologia di acque presenti in raffineria è il circuito delle acque di raffreddamento: si è già detto precedentemente, durante la descrizione dell'approccio metodologico, che tale circuito non è stato studiato in quanto costituisce un ciclo chiuso.



È tuttavia interessante, a carattere illustrativo, descriverne le caratteristiche per completare la visione d'insieme dell'intero stabilimento. Sono presenti due circuiti di raffreddamento: il principale, quello che fa capo alle torri Marley, copre quasi tutti gli impianti, ad eccezione dell'impianto di alchilazione, che è servito dal circuito dedicato delle torri Fluor.

Lo scambio termico avviene essenzialmente per evaporazione dell'acqua a contatto con l'aria e lo scambio dipende pertanto dall'umidità dell'aria. I due fluidi, aria e acqua, sono portati a diretto contatto fra loro per il trasferimento di calore favorendo lo scambio termico per evaporazione dell'acqua a contatto con l'aria. L'acqua viene pompata in cima alla torre di raffreddamento e quindi fluisce giù attraversando un riempimento che ha la funzione di massimizzare la superficie di contatto aria-acqua, mentre fluisce verso il basso l'acqua, sotto forma di gocce emette calore.

Per le torri Marley la minimizzazione del consumo di acqua è stata realizzata utilizzando come make-up lo spurgo delle torri Fluor come e il reintegro dell'acqua dell'impianto TAS, opportunamente filtrata in un sistema a filtri a sabbia. A sua volta, il blow down della Marley viene indirizzato al TAS.



6. Fasi dello studio

Il presente studio si è svolto secondo le seguenti fasi:

- raccolta dati per la ricostruzione e validazione del bilancio idrico esistente;
- studio dei diversi scenari di consumi ed approvvigionamenti idrici e riconciliazione dei bilanci, identificazione e risoluzione dei conflitti relativi ai dati considerati mediante l'utilizzo di WaterTracker®;
- individuazione delle criticità e delle possibili aree di miglioramento.

6.1. Raccolta dati e ricostruzione bilanci idrici

La raccolta dei dati utili per la ricostruzione di un modello veritiero della raffineria si è svolta in parallelo considerando da una parte il materiale grafico (planimetrie e schemi delle reti idriche) che ha permesso di ricostruire il network oggetto di studio e dall'altra tutte le informazioni relative alle portate in ingresso e in uscita dai nodi di tale network, ottenuti grazie alla collaborazione dei responsabili di ogni singola unità di impianto che hanno fornito quanto necessario per poter proseguire nell'implementazione del modello.

Dal materiale cartografico cartaceo e digitale rappresentante la raffineria è inoltre stato possibile riprodurre in un GIS (vedasi figura 11 – ricostruzione delle reti della raffineria con ArcGis®) le diverse tipologie di reti esistenti. In particolare sono state ricostruite le seguenti reti:

- acqua chiarificata;
- acqua deionizzata;
- acqua demineralizzata;
- acqua desalinizzata;
- acqua grezza;
- acqua di mare;
- acque acide;
- recupero condense;
- blow down torri;
- controlavaggio filtri;
- eluato;



- acqua servizi (rappresentata opportunamente in maniera semplificata);
- rete antincendio (rappresentata opportunamente in maniera semplificata);
- acqua potabile (trascurabile nel bilancio);
- acqua riuso reflua;
- acqua TAS;
- acque di zavorra;
- fognatura oleosa;
- vapore alta pressione;
- vapore media pressione;
- vapore bassa pressione.

Occorre precisare che la rete dell'acqua potabile è stata omessa dallo studio in quanto incide in maniera trascurabile sul bilancio e inoltre viene interamente recuperata nella rete fognaria.

L'acqua servizi è invece un'acqua grezza che dall'S-53 TK-1 del Termokimik viene ripartita a tutti gli impianti della raffineria: si tratta di una quantità totale di 50 m³/h utilizzata in maniera discontinua e che viene inoltre interamente recuperata dalla rete fognaria e inviata al TAS, per cui nel WaterTracker® è stata rappresentata in maniera semplificata come uno stream inviato direttamente al TAS by-passando la reale distribuzione tra tutti gli impianti (fatta eccezione per un'aliquota di 5 m³/h inviata alle torce).

Stesso discorso vale per l'acqua del servizio antincendio che rappresenta la quota parte destinata agli impianti dell'acqua trattata nel TAS e riutilizzata.

Non viene inoltre considerata, in questo studio, la rete delle acque di raffreddamento che, dalle torri Marley e Fluor, raggiunge tutti gli impianti, poiché si tratta di un ciclo chiuso; il software provvede a calcolare di default, a partire dal dato di input che costituisce il make-up delle torri, l'aliquota relativa alle perdite di tale rete.

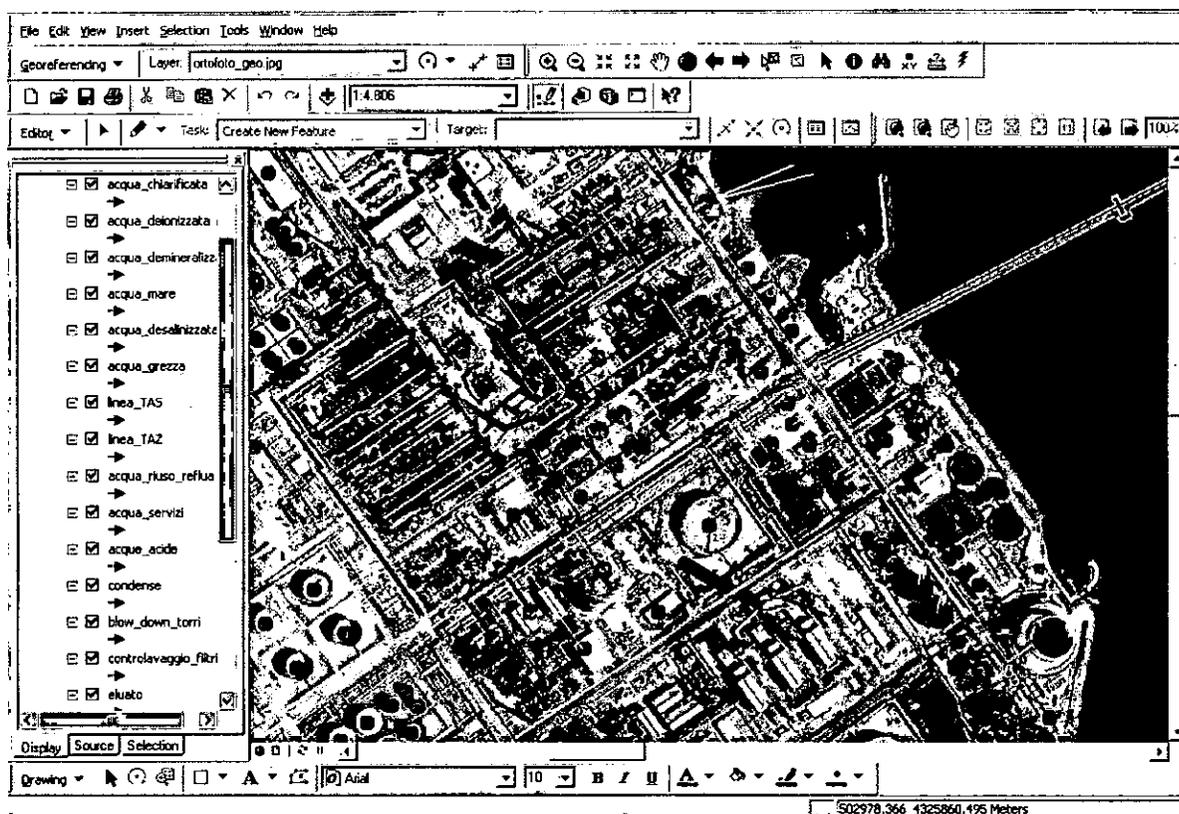


Figura 11: ricostruzione delle reti della raffineria con ArcGis®

Grazie a siffatto strumento di georeferenziazione è stato possibile ricomporre una visione d'insieme e avere un quadro generale chiaro di tutti gli stream presenti, ciò è stato successivamente di fondamentale importanza al fine di ricostruire un modello coerente all'interno del software WaterTracker®.

Per quanto riguarda i nodi della rete, sono stati invece reperiti i dati relativi alle portate in ingresso e in uscita per le seguenti unità di processo:

- Topping 1 (distallazione atmosferica);
- Topping 2 (distallazione atmosferica);
- Topping RT2 (distallazione atmosferica);
- Vacuum 1 (distallazione sottovuoto);
- Vacuum 2 (distallazione sottovuoto);
- Visbreaking RT1 (cracking termico olio combustibile);
- Merox (trascurabile nel bilancio);
- Merox Kerosene (trascurabile nel bilancio);



- CCR (reforming catalitico);
- FCC/CO Boiler (cracking catalitico a letto fluido);
- CTE (produzione combinata di vapore ed energia elettrica);
- U300 (desolforazioni kerosene e gasolio);
- U400 (desolforazioni kerosene e gasolio);
- U500 (desolforazioni gasolio);
- U700 (desolforazioni gasolio);
- U800
- DEA 1/2/3/4 (lavaggio e rigenerazione gas per distribuzione);
- MHC1 (desolforazioni gasolio da vuoto);
- MHC2 (desolforazioni gasolio da vuoto);
- Alchilazione (produzione benzine ad alto numero di ottano);
- TAME (eterificazione benzina leggera);
- Prime G+
- I2/I3/I4 (recupero zolfo);
- TGTU
- Torce
- Torri Marley (sistema di raffreddamento);
- Torri Fluor (sistema di raffreddamento);
- Impianto TAS (trattamento acque di scarico);
- Impianto TAZ (trattamento acque di zavorra);
- Impianto TMK (trattamento acque industriali);
- Impianto SWS (trattamento acque acide);
- IGCC
- Torre SARLUX (sistema di raffreddamento).

La rete viene poi completata dai nodi di input:

- CASIC (acqua grezza);
- dissalatore Sarlux (acqua di mare dissalata destinata previo trattamento ad alimentare);
- dissalatore SARAS (acqua di mare dissalata);



- Polimeri Europa (un input relativo all'acqua demi e un input relativo a vapore di media pressione, entrambi discontinui e assunti con un valore tipico pari a zero);
- un input fittizio di immissione nella rete dell'acqua in ingresso col grezzo da trattare;
- un prelievo a mare che alimenta la torre SARLUX;
- il pontile da cui viene immessa l'acqua di zavorra da trattare.

Mentre i nodi di output sono invece:

- Air Liquid (acqua grezza);
- Polimeri Europa (un output relativo all'acqua demi e un output relativo a vapore di alta pressione, entrambi discontinui e assunti con un valore tipico pari a zero);
- scarico a mare dal TAS;
- scarico a mare dalla torre SARLUX (valore non impostato assegnato automaticamente dal software);
- vapore a dissalatore SARAS;
- scarico acque di zavorra;
- perdite dell'IGCC;
- perdite per evaporazione dagli impianti SARAS (valore ricavato come sommatoria delle evaporazioni dai singoli impianti).

Ulteriori output non rappresentati visivamente nel modello, ma comunque presenti di default, sono l'evaporazione e le perdite dalle torri di raffreddamento, che vengono calcolate proporzionalmente al dato immesso in ingresso alle torri stesse.

I dati sono stati forniti dai responsabili degli impianti della raffineria seguendo lo schema generale raffigurato in Figura 12, dal quale si evince chiaramente la tipologia e la portata degli stream in ingresso e in uscita dalle singole unità di processo, rappresentate in maniera convenzionale in questi schemi come dei box chiusi attorno ai quali chiudere i bilanci idrici.

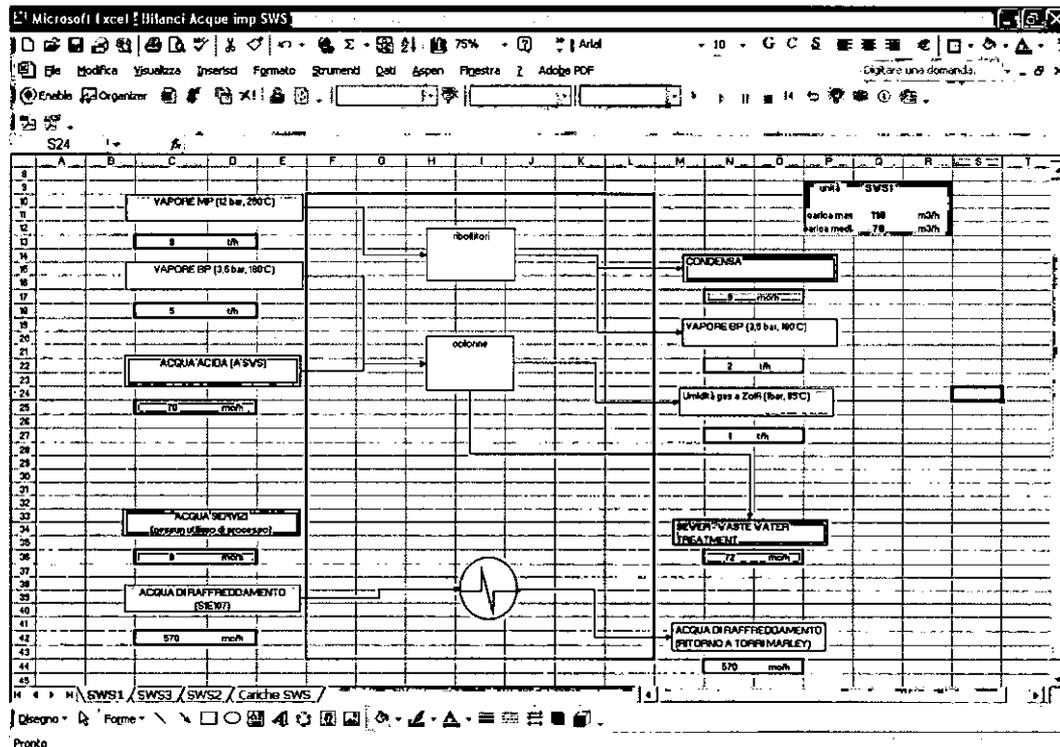


Figura 12: schema di acquisizione dati degli impianti

I dati relativi alle reti vapore sono dati misurati, come pure i dati di acqua prelevata dalla rete CASIC e lo scarico dell'impianto TAS.

Tutte gli altri dati di portata sono stimati a partire dai dati di progetto o sulla base degli assetti operativi.

Sulla base di tutti i dati reperiti è stato quindi possibile sviluppare con WaterTracker® un modello della raffineria (vedasi figura 13 – modello della raffineria con Water Tracker®) che ha permesso di studiare l'andamento e le caratteristiche dei flussi dell'intero network ricostruito.

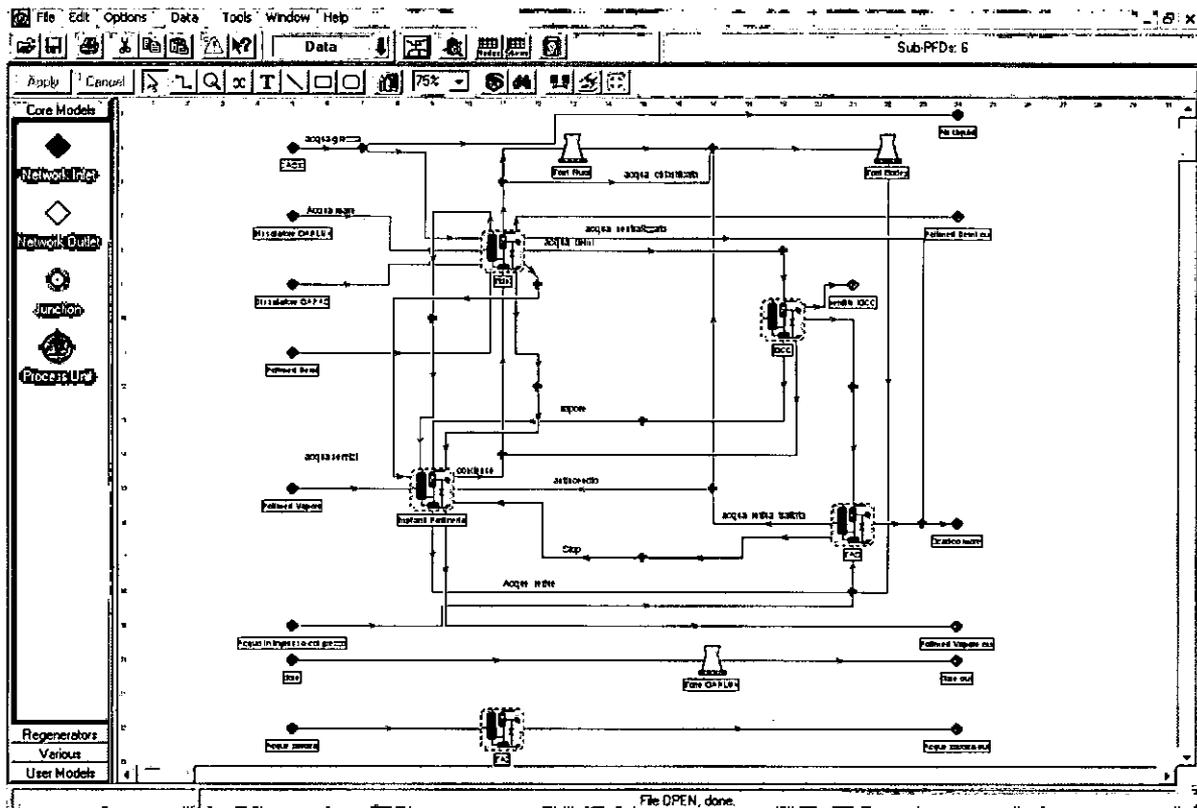


Figura 13: modello della raffineria con Water Tracker®

Si riportano di seguito le ricostruzioni dei diversi network dell'attuale assetto della raffineria:

- Descrizione del network globale della raffineria + IGCC coi relativi input e output (figura 14);
- Descrizione dell'impianto di trattamento acque industriali Termokimik (figura 15);
- Descrizione dell'impianto di trattamento acque di scarico TAS (figura 16);
- Descrizione dell'area impianti (figura 17).

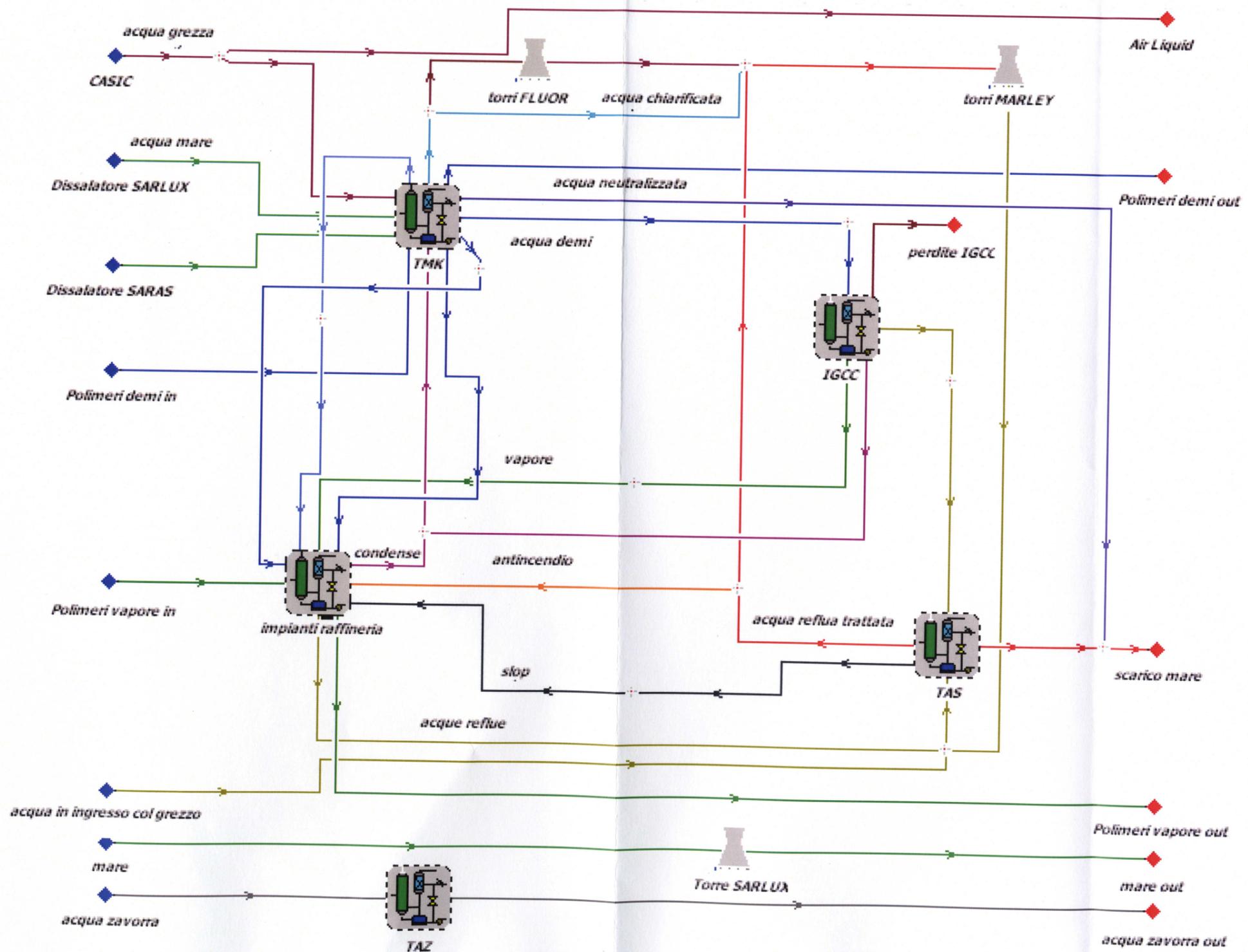


Figura 14 - network globale della raffineria + IGCC coi relativi input e output

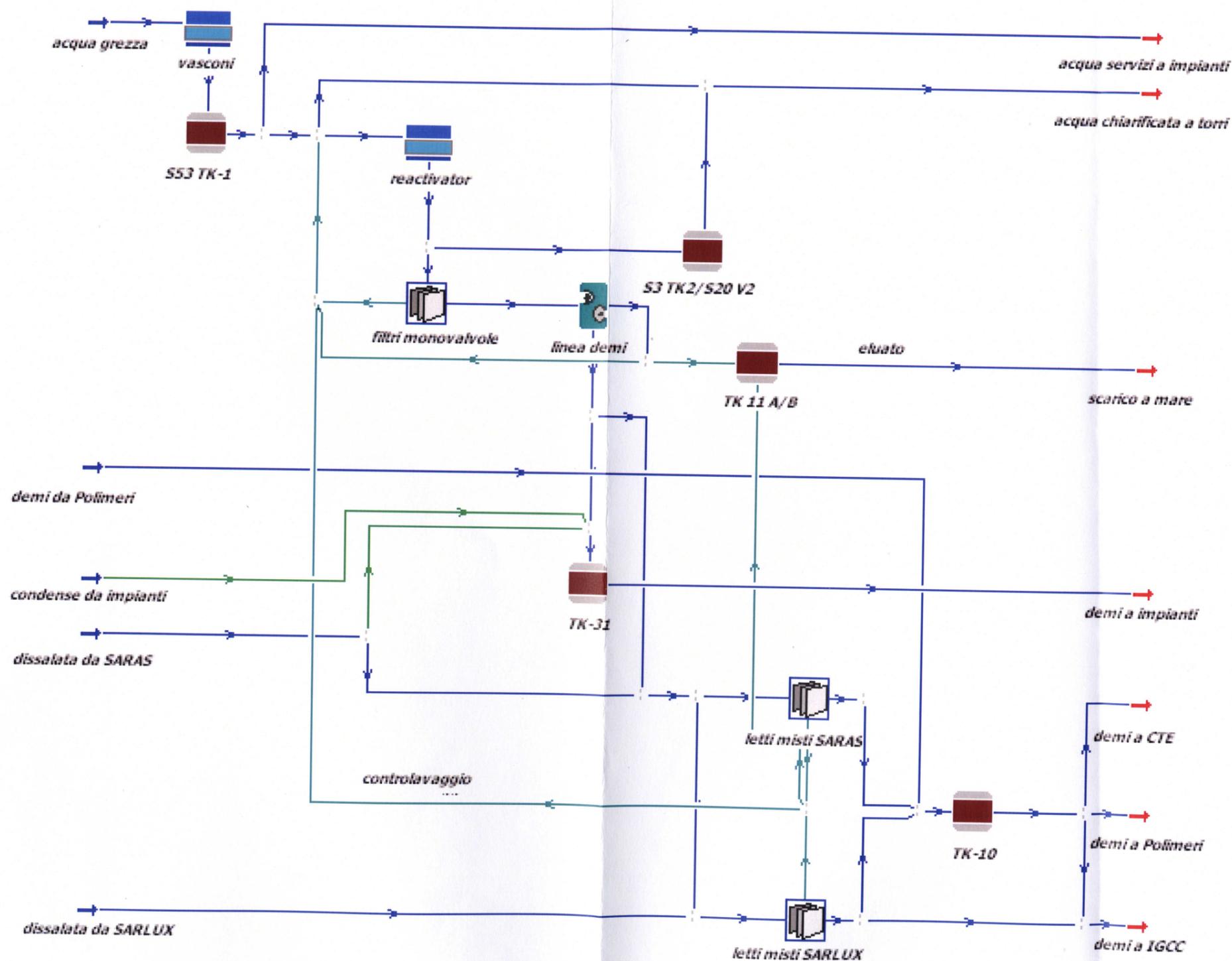


Figura 15 - impianto di trattamento acque industriali Termokimik

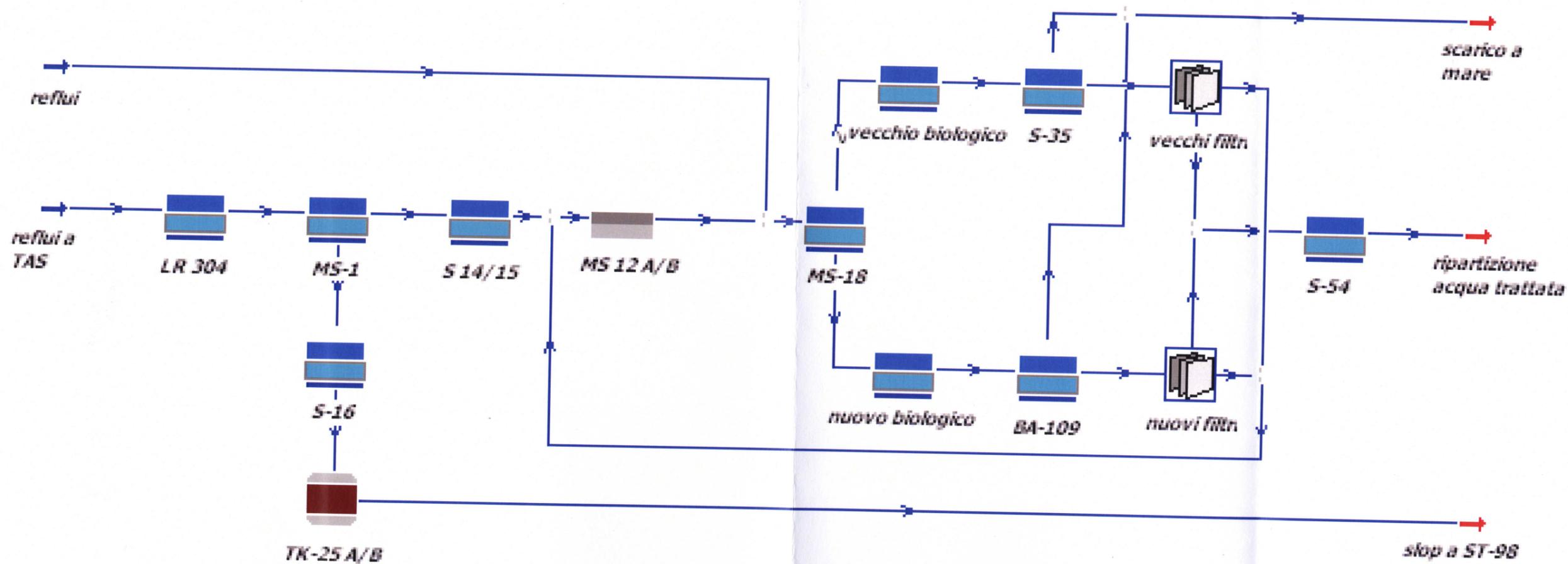


Figura 16 - impianto di trattamento acque di scarico TAS

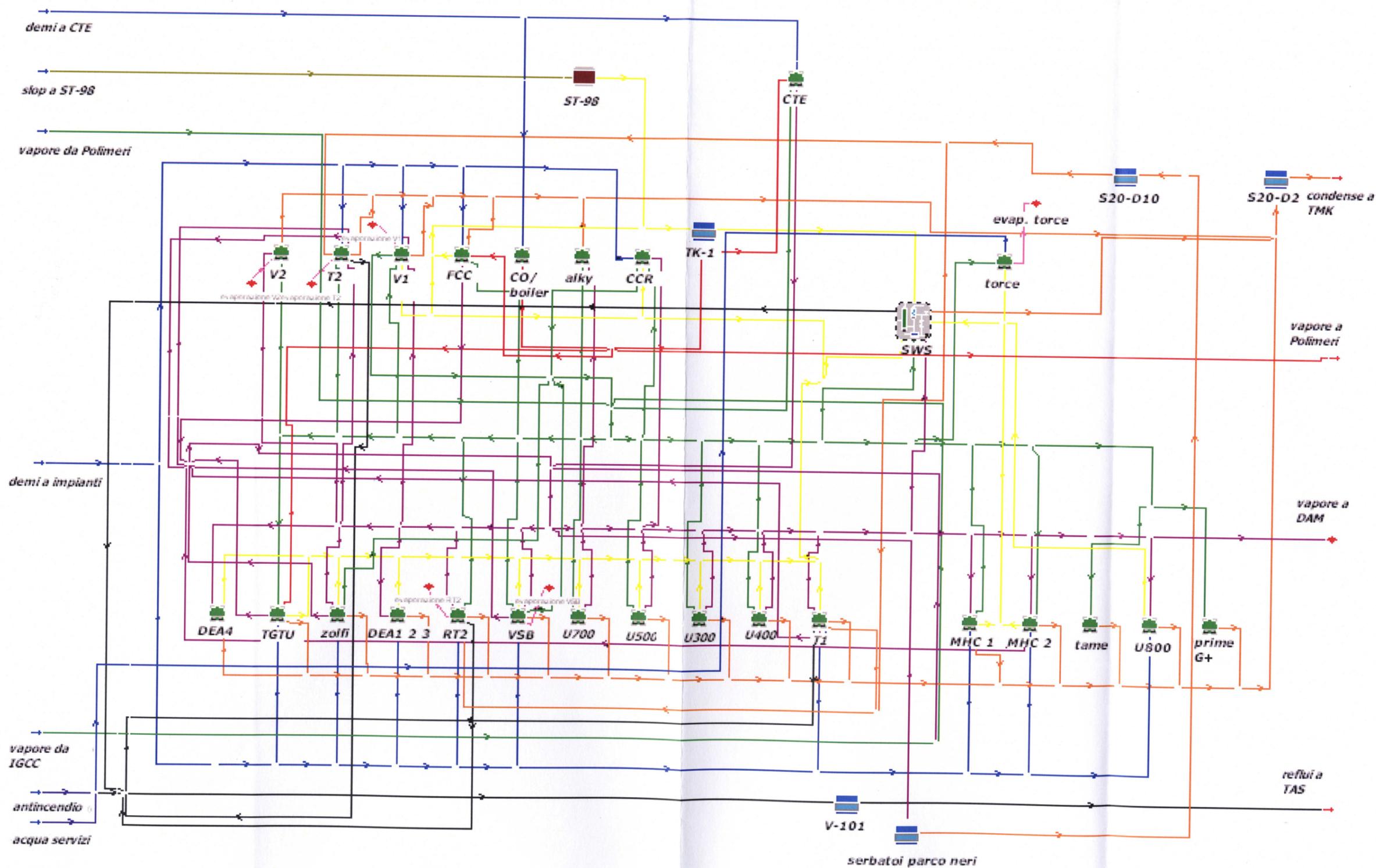


Figura 17 - area impianti



6.2. Studio degli scenari

Una volta ricostruito graficamente il modello, sono state prese in considerazione quattro differenti condizioni operative, al fine di studiare, al variare dei valori dati in ingresso, il diverso comportamento degli stream dello stabilimento.

Le quattro differenti condizioni considerate sono:

- condizioni operative standard, i cui dati sono quelli relativi all'anno 2003 considerato come anno di riferimento nella domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale;
- condizioni operative straordinarie in caso di periodi di manutenzione, per le quali è stata presa in considerazione una situazione riscontrata durante l'ultimo periodo in cui il dissalatore Sarlux produce circa 200 m³/h in meno che devono invece essere reperite presso il CASIC;
- condizioni operative di massima capacità produttiva, i cui dati sono riferiti alla massima capacità produttiva dello stabilimento (lavorazione di 17.106.455 tonnellate/anno), secondo quanto indicato nella domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale;
- scenario futuro, modellizzato sulle condizioni operative di massima capacità produttiva, con l'introduzione di un ulteriore sistema di trattamento a ultrafiltrazione e osmosi inversa a valle del TAS, già pianificato dalla raffineria ed attualmente in fase di realizzazione.

Per ciascuna di queste quattro condizioni operative da prima è stato chiuso il bilancio attorno a ogni singolo nodo e, in seguito, sono stati inseriti i dati nel WaterTracker®.

Nelle sub-unit relative agli impianti di trattamento sono stati invece impostati dei margini ad hoc in funzione delle reali portate minime e massime che si possono effettivamente riscontrare in funzione del periodo considerato.

Nel caso delle ultime due condizioni operative riprodotte su WaterTracker®, trattandosi di dati di progetto, il Typical Value introdotto coincide col limite fisico consentito per quello stesso valore.

Dalle indicazioni presenti nella metering analysis del programma si evince inoltre che dalla misurazione delle portate di ulteriori stream le incertezze di misura possono tendere a zero.

Scenario 1

Tale scenario è stato ricostruito in base ai dati presenti nella domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale riferiti all'anno 2003 in una condizione operativa standard: l'anno 2003 è stato scelto in quanto rappresenta il periodo più significativo di marcia dell'intero stabilimento degli ultimi anni in termini di continuità operativa e di qualità dei grezzi lavorati (14.293.781 tonnellate di grezzo lavorate).

Il bilancio è stato riconciliato dal programma (vedasi figura 18 - bilancio scenario 1) ottenendo che la sommatoria delle portate in ingresso sia uguale alla sommatoria delle portate in uscita: il software ha restituito un'ulteriore informazione relativa all'incertezza riscontrata nei dati pari a 1,78%, ritenuta soddisfacente ai fini studio portato avanti.

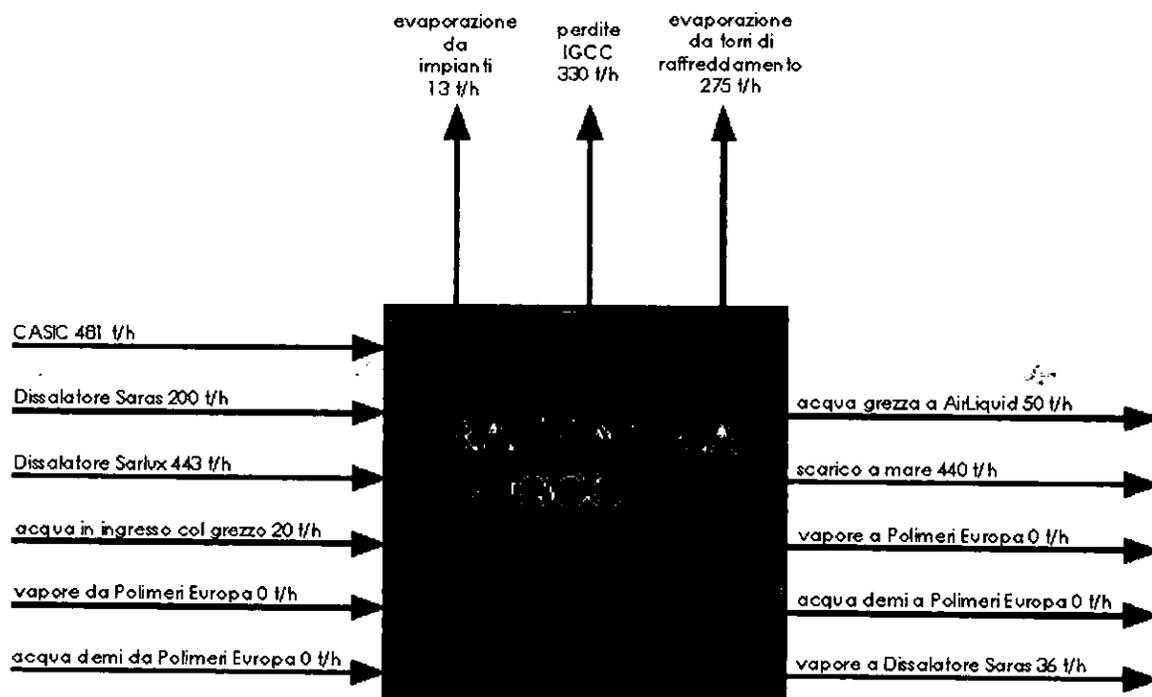


Figura 18: bilancio scenario 1

Scenario 2

Lo scenario 2 ricalca nella quasi totalità i dati e la struttura del precedente modello, eccezion fatta per due dati di input: è stata descritta una particolare condizione operativa, riscontrata nel secondo semestre del 2009, in cui i dissalatori Sarlux (di cui uno fermo per manutenzione straordinaria) forniscono circa 200t/h in meno rispetto alle ordinarie condizioni di marcia.

Questo implica di conseguenza il dover reperire la quota mancante dal CASIC, con incremento dei consumi di fresh water.

A fronte di questa situazione tuttavia il resto del bilancio non viene modificato e restano per tanto valide le considerazioni fatte per lo scenario precedente.

La figura 19 invece schematizza i risultati ottenuti dal software a seguito della riconciliazione del bilancio.

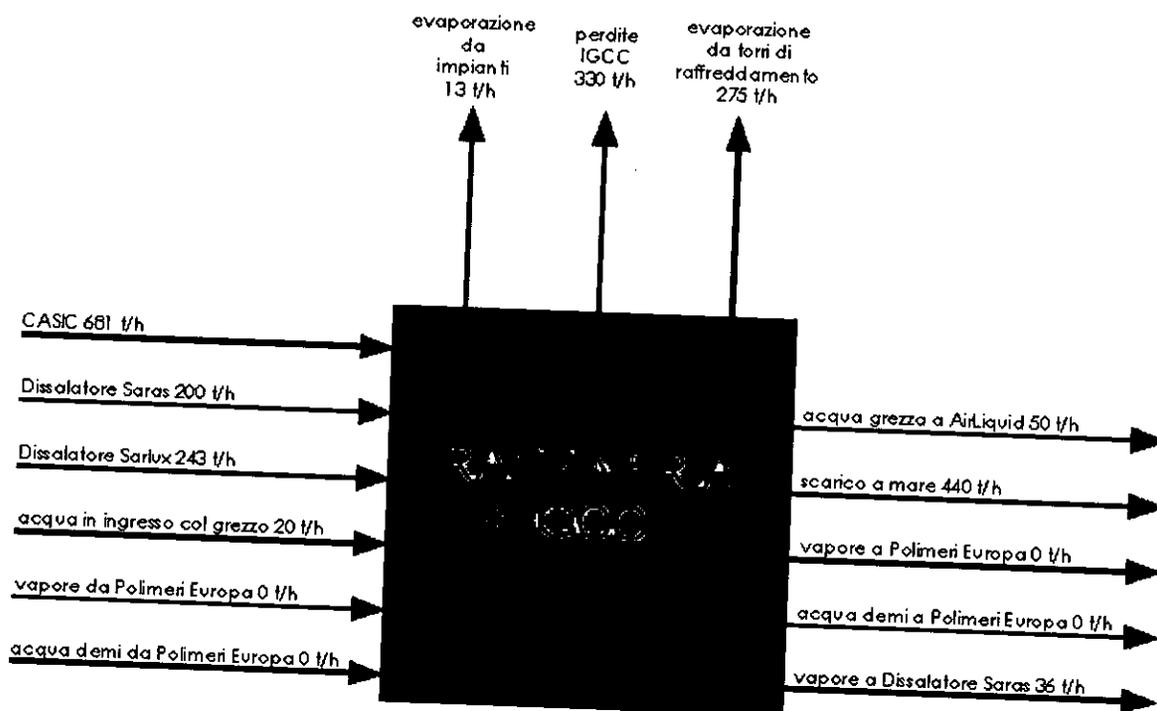


Figura 19: bilancio scenario 2

Scenario 3

Per la ricostruzione di questo scenario occorre innanzitutto precisare che per "capacità produttiva" si intende un aspetto produttivo basato sulla miscela di grezzi più rappresentativi nel mercato di approvvigionamento dei grezzi tipici per Saras. Anche in questo caso si è fatto riferimento ai dati presenti nella domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale.

La massima capacità produttiva utilizzata come scenario di riferimento per l'AIA è di circa 17.106.455 tonnellate/anno, intesa come capacità degli impianti di distillazione atmosferica. Tale assetto si riflette in particolar modo sui consumi di combustibile, mentre non ha significativi impatti sui consumi di risorse idriche e sui consumi di energia elettrica e additivi.

Per quanto riguarda la riconciliazione del bilancio, la figura 20 schematizza e definisce numericamente i risultati ottenuti; cambiano i dati di input relativi al consumo di fresh water e all'acqua dissalata proveniente dai dissalatori Sarlux e Saras: la conseguenza di ciò è che varia l'output relativo allo scarico a mare.

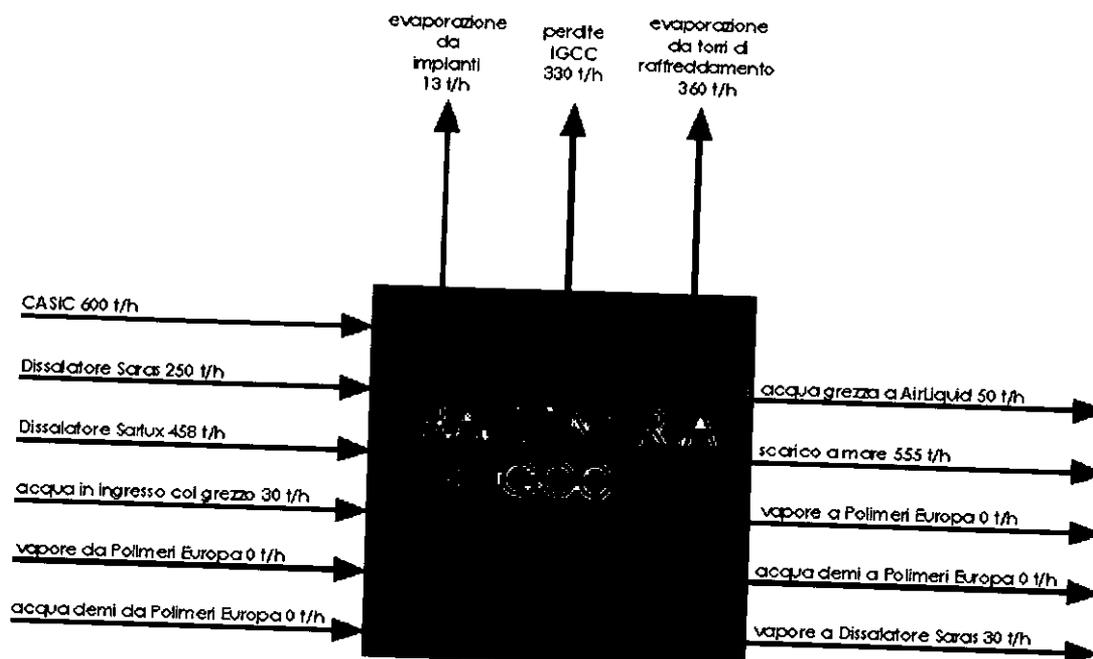


Figura 20: bilancio scenario 3

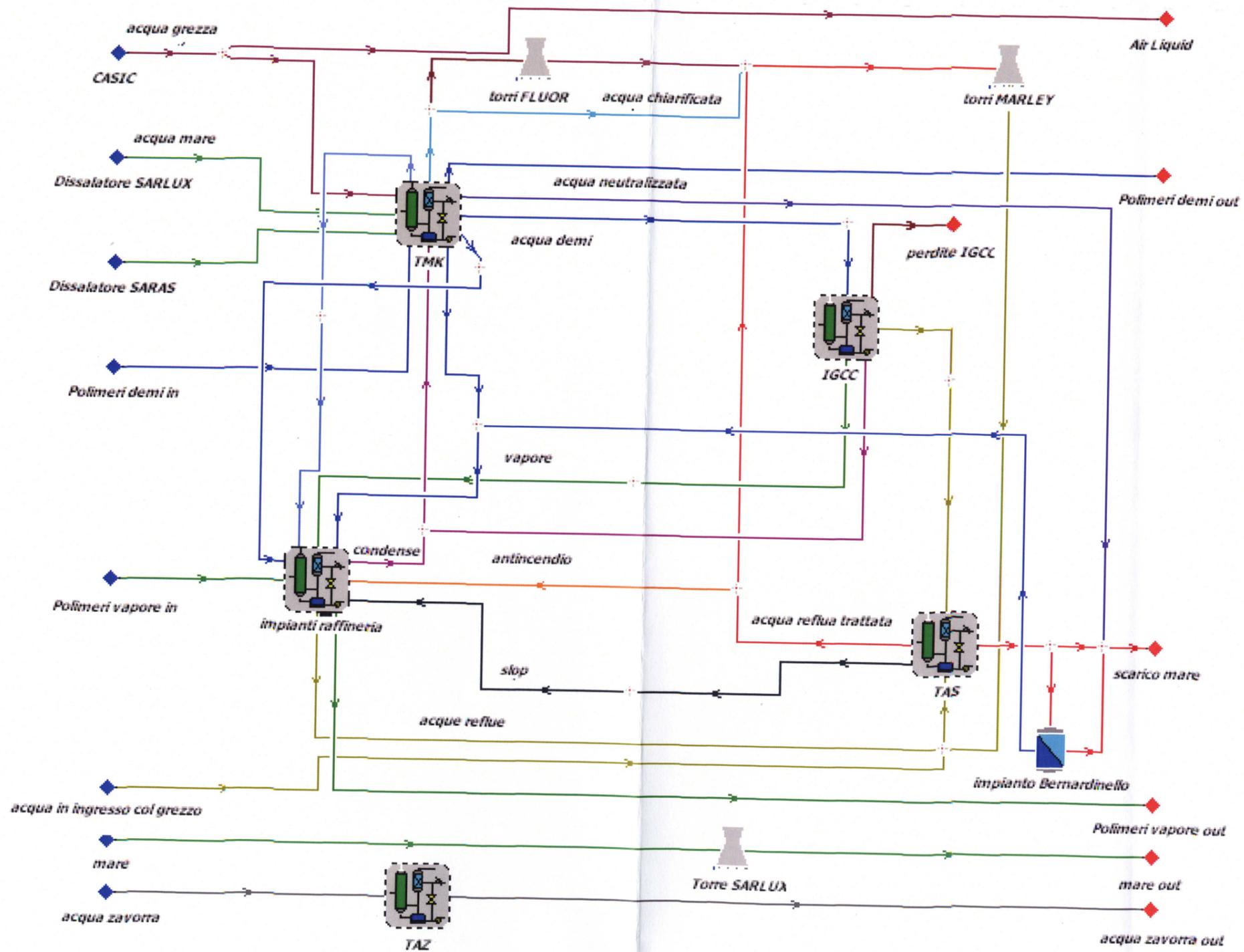


Figura 21 - assetto globale della raffineria + IGCC a seguito della presenza del nuovo sistema di trattamento

Scenario 4

L'ultimo scenario è costituito sulla base del precedente, differenziandosi per l'aggiunta, a valle del sistema di trattamento delle acque di scarico, di un ulteriore impianto di trattamento a ultrafiltrazione e osmosi inversa, finalizzata a un riuso di acqua demi di 200 t/h destinata agli impianti. La conseguenza di tale riuso è la riduzione di una pari quantità dal prelievo di fresh water dal CASIC e di un decremento dello scarico a mare che passa da circa 500 a circa 300 t/h portando il totale del riuso di acqua in uscita dal TAS a circa il 70%.

La figura 21 descrive il nuovo assetto globale della raffineria + IGCC a seguito della presenza del nuovo sistema di trattamento, precedentemente descritto, mentre la figura 22 schematizza i risultati ottenuti mettendo in evidenza l'efficacia del sistema adottato.

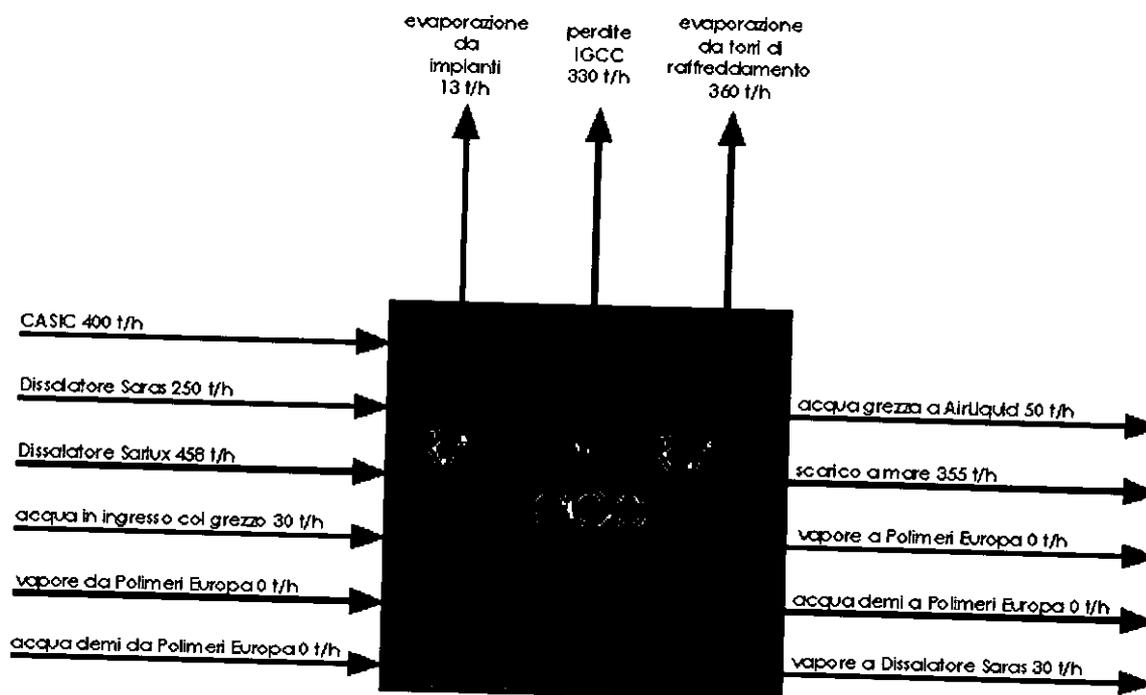


Figura 22: bilancio scenario 4



6.3. Individuazione delle criticità e delle possibili aree di miglioramento

L'applicativo WaterTracker® ha permesso di simulare i diversi scenari e di riconciliare i bilanci massici delle diverse correnti principali.

Sulla base dell'analisi dei diversi scenari emerge che:

- la ricostruzione con dati stimati permette di riconciliare i bilanci di stabilimento;
- l'incertezza complessiva del bilancio idrico di stabilimento è molto bassa (inferiore al 2 %);
- la riconciliazione dei bilanci è stata comunque ottenuta con una variabilità delle corrente di entrata ed uscita agli impianti del +/- 25%, per cui risulta comunque decisivo per comprendere il funzionamento delle singole unità di processo, ed in particolare quelle più critiche, l'esatta quantificazione delle portate più significative;

L'analisi dei dati consolidati e derivati dalle simulazioni dei diversi scenari danno un consumo specifico di fresh water con un massimo di 0,52 m³/t di grezzo lavorato (scenario 2 - dato riferito al 2° semestre 2009 in una situazione di criticità a causa del fuori servizio per manutenzione di un evaporatore SARLUX) e un consumo specifico compreso in un range tra 0,25 – 0,40 m³/t, dopo la messa in esercizio del nuovo impianto di trattamento (scenario 4).

Tali risultati dimostrano che pur in situazioni critiche come quella attuale con un evaporatore fuori servizio i consumi di fresh water rimangono comunque nel range riportato nel Bref Comunitario del 2003 di 0,01-0,62 m³/t di grezzo lavorato e che la realizzazione del nuovo impianto di trattamento migliorerà comunque in misura significativa tali consumi specifici.

Sulla base dello studio dell'attuale assetto di raffineria e di quello imminente con la messa in esercizio della nuova unità di trattamento con ultrafiltrazione ed osmosi inversa si raggiungerà un livello di riciclo dell'acqua di scarico del 70%, che rappresenta il massimo risultato conseguibile con questo approccio.

Infatti, bisogna tenere presente che un sistema, nel quale c'è una notevole quantità di acqua che evapora, tende a concentrare al suo interno i sali e tale concentrazione tende rapidamente a salire a mano a mano che si ricicla l'acqua con un andamento

del tipo di quello riportato nella figura seguente (calcolata sulle portate di acqua tipiche della raffineria):

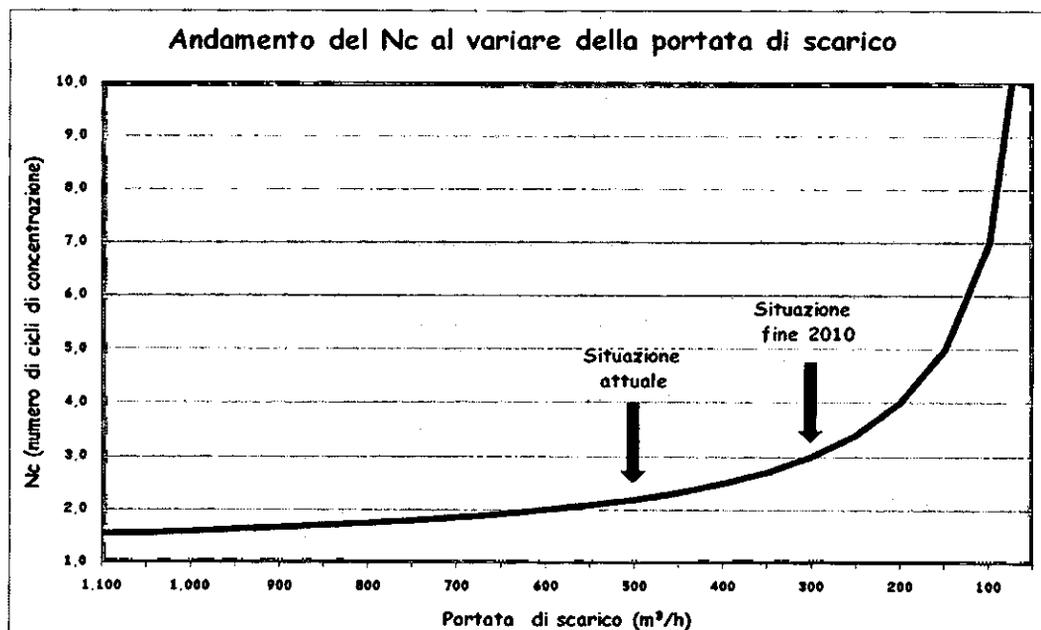


Figura 23 - Andamento cicli di concentrazione

Come si può vedere nella figura 23 (costruita nell'ipotesi che non ci sia precipitazione di sali all'interno dei circuiti) al diminuire del quantitativo finale di acqua scaricata dopo i ricicli aumenta la concentrazione di sali all'interno dei circuiti della raffineria di un fattore moltiplicativo pari al Nc (numero di cicli di concentrazione).

Dopo che si è ridotto a ~ 300 m³/h lo scarico a mare, raggiungendo un Nc = ~ 3, ulteriori piccoli recuperi di acqua di scarico, comportano un notevole incremento del Nc, con potenziali forti problemi tecnici dovuti all'incremento delle concentrazioni saline all'interno dei circuiti.

Lo studio ha consentito inoltre di individuare alcune aree su cui è opportuno sviluppare ulteriori approfondimenti sulla base di un quadro più puntuale delle misure di portata delle diverse correnti e di dati di qualità delle acque:

- Circuiti di raffreddamento.
- Impianti di trattamento acque di scarico.
- Possibili utilizzi delle acque di falda a valle della realizzazione della barriera fisica.



Circuiti di raffreddamento

- Le informazioni disponibili sulle portate sono molto limitate.
- La funzionalità degli impianti è significativamente condizionata, dalla corretta funzionalità dei circuiti di raffreddamento.
- Un sistema con raffreddamento con aria a monte e con acqua a valle nasconde problemi sull'acqua per la gran parte dell'anno eccettuato i periodi più critici (alta temperatura e alta umidità dell'aria).
- Per quanto il trattamento chimico possa avere ulteriori aree di miglioramento, riteniamo che i problemi principali di condensazione siano legati alla cattiva distribuzione dell'acqua.

Impianti di trattamento delle acque di scarico

- È necessario approfondire lo studio delle unità di trattamento delle acque di scarico anche a valle dell'avvio a regime della nuova unità di trattamento mediante ultrafiltrazione ed osmosi, in quanto l'incremento della quantità di acque riciclata all'interno dello stabilimento determinerà una maggiore concentrazione delle specie chimiche.
- Sarà inoltre opportuno valutare l'impatto che l'incremento del riciclo avrà sulla operatività e sui costi di gestione degli impianti, con particolare riferimento ai costi di pompaggio sull'intero sistema di trattamento, ai consumi di chemicals e ai costi conseguenti, ai volumi di fanghi generati ed ai costi di smaltimento.
- Anche al fine di ottimizzare la gestione delle unità di trattamento delle acque reflue, dove comunque anche a fronte di una maggiore concentrazione delle specie chimiche legata ai ricircoli, sarà opportuno utilizzare internamente la Water Pinch Analysis al fine di individuare possibili trattamenti delle correnti a monte finalizzati da un lato ad incrementare i recuperi di acque su altre unità di processo, e dall'altra a favorire il trattamento delle correnti reflue e la qualità dello scarico trattando correnti con portate più basse e quindi con minore diluizione delle specie chimiche e conseguente migliore efficienza dei processi di separazione.

Possibili utilizzi delle acque di falda a valle della realizzazione della barriera fisica



- È necessario sviluppare uno studio specifico sull'impiego delle acque di falda dopo la realizzazione della barriera fisica e la messa in esercizio dell'intero sistema di aggottamento per una quantità complessiva di circa 1000 m³/giorno
- Si tratta di valutare le possibilità di impiego delle acque emunte dai pozzi a valle dello stabilimento, sostanzialmente prive di contaminazione, ma comunque con concentrazioni apprezzabili di Fe e Mn dovute alla natura della falda.
- Si dovrà infine valutare la possibilità di recupero ai desalter, ovvero individuare altri possibili impieghi, dell'intera portata di acqua emunta nell'area dello stabilimento caratterizzata da contaminazione prevalentemente di composti organici.



7. Conclusioni

È stato sviluppato un modello delle reti idriche della raffineria, che permette di riconciliare i bilanci di acqua, tenendo presente che l'acqua passa da una rete all'altra, cambiando le sue caratteristiche.

Il modello realizzato permette di avere uno strumento utile per lo studio degli assetti operativi in fase di programmazione permettendo di avere una visione dall'alto sull'intero sistema particolarmente complesso dell'insieme raffineria+IGCC.

Lo studio presentato ha permesso comunque di valutare i positivi riscontri degli investimenti fino ad oggi realizzati per la riduzione dei consumi idrici mediante approccio "End Of Pipe" (circa 70% di recupero a valle della messa in esercizio dell'unità di trattamento di ultrafiltrazione ed osmosi inversa), che rappresentano il massimo limite tecnico raggiungibile in relazione alla crescita esponenziale della concentrazione delle specie chimiche conseguente ai ricircoli dell'acqua a valle dell'impianto TAS.

Ulteriori informazioni, su dati precisi di portata e sulle concentrazioni delle diverse specie chimiche, permetteranno di utilizzare il WaterTracker® in unione con il WaterPinch® per sviluppare ulteriori valutazioni di possibili soluzioni realistiche di ottimizzazione. In particolare:

- valutare l'effetto dell'incremento del recupero, a valle della messa in esercizio della nuova unità di trattamento, sull'impianto TAS e conseguentemente sulla qualità delle acque allo scarico con particolare riferimento alla concentrazione di alcuni contaminanti;
- valutare l'effetto dell'incremento del recupero sui costi operativi legati all'incremento dell'uso di chemicals, all'incremento delle operazioni di pompaggio, all'incremento dei fanghi prodotti;
- valutare le possibilità di impiego delle acque derivanti dalle operazioni di aggotamento della falda alla conclusione della realizzazione della barriera fisica, con la distinzione della differente qualità delle acque a monte dello stabilimento



(acque non contaminate) e all'interno dello stabilimento (acque contaminate prevalentemente da composti organici);

- valutare la possibilità di riutilizzo di correnti di acqua prodotte dal singolo impianto o apparecchiatura come reintegro per un altro impianto o apparecchiatura;
- valutare possibili trattamenti intermedi per favorirne il riutilizzo delle correnti sui processi, trattando minori volumi idrici, con efficienze migliori dovute alla maggiore concentrazione delle specie chimiche.