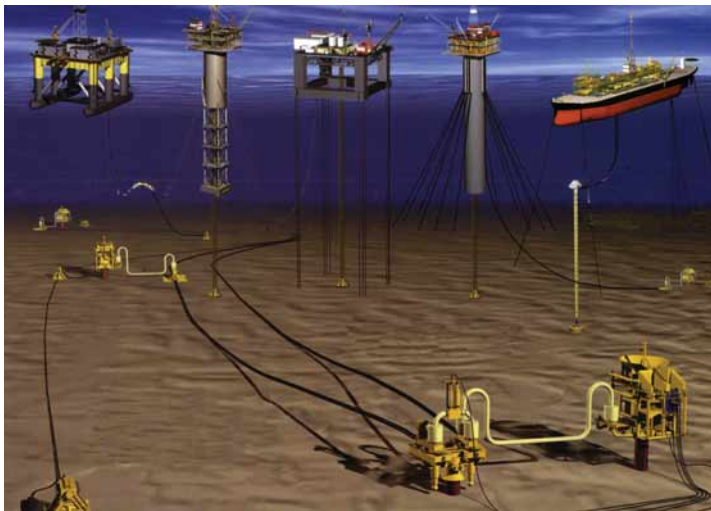


Il progetto di piattaforme petrolifere



1. Piattaforma semi-sommersibile,
3 piattaforme tipo Tension-Leg e nave FPSO.

Lo sfruttamento di giacimenti di petrolio in condizioni difficili rende necessario lo studio e l'applicazione di nuovi materiali e nuove soluzioni costruttive per la realizzazione delle piattaforme offshore.

L'ingegneria strutturale cerca soluzioni sia attraverso l'uso sempre più spinto di prototipi virtuali, sia mediante nuovi programmi di calcolo

Le piattaforme sono strutture oceaniche usate per operazioni di esplorazione, estrazione e stoccaggio di petrolio. I tipi di piattaforme marittime, utilizzati nelle attività petrolifere, comunemente incontrati sono i seguenti:

- piattaforma semi-sommersibile (Semi-Sub Platform): imbarcazione composta da deck sostenuti da colonne verticali che si reggono in grandi serbatoi di fluttuazione sottomarina (figura 1);
- piattaforma Tension-Leg: piattaforma flutuante in cemento armato o in acciaio, la cui stabilità è assicurata da elementi strutturali verticali, costantemente in tensione i quali ancorano la piattaforma stessa al fondo del mare (figura 1);

- piattaforma tipo boa: piattaforma flutuante, la cui stabilità è assicurata da cavi i quali ancorano la piattaforma sul fondale marino. Essa è generalmente costruita in cemento armato;

- piattaforma ad autoregolazione di altezza (Jack-up Platform): piattaforma che si appoggia al fondale attraverso tre o quattro gambe che possiedono un meccanismo di auto-elevazione del piano di lavoro, per essere utilizzate in acque di differenti profondità (generalmente non superiori a 100 metri);

- piattaforma a gravità (Gravity Structure): struttura che si appoggia al fondale e mantiene stabilità grazie al proprio peso. Generalmente è costruita in cemento armato;



2, 3. Piattaforme fisse.

- piattaforma fissa di acciaio (Fixed Steel Platform): struttura fissata al fondo del mare dove sono installate le attrezzature di perforazione e estrazione di petrolio.

Le piattaforme fisse (figura 2 e figura 3) sono normalmente composte da tre strutture: jacket, deck e moduli. Jacket è una struttura tubolare che va

dalle fondamenta fino a poco più in alto del livello del mare e sopra il quale sono installati i Deck e/o i moduli, progettata per resistere ai carichi provenienti dai Deck e Moduli e dalle forze provocate dall'azione delle onde e correnti marine nella struttura. È inoltre progettata per essere trasportata (figura 4), lanciata a mare e verticalizzata. Deck è l'area di lavoro, area delle apparecchiature. I moduli sono grandi containers che contengono attrezzi, apparecchiature, materiali, ecc. Essi possiedono dimensioni standard e la loro unione, sopra il Deck della piattaforma, compone la struttura unitaria operativa della piattaforma stessa.

Normalmente le piattaforme fisse vengono usate fino a profondità di 200 metri:

- piattaforma torre articolata (Articulated Platform): struttura marittima con le finalità principali di carico e attracco di navi e alla combustione di gas delle tubazioni che arrivano dal campo marittimo;

- piattaforma tipo torre (Guyed Tower): piattaforma ancorata al fondale la cui parte superiore accompagna il movimento delle onde.

In acque profonde (oltre i 1000 metri) sono usate navi piattaforma, che spesso sono la conversione di navi petrolifere, con la introduzione di moduli di processo, ciascuno con un ben specifico compito nell'impianto.

Le navi piattaforma appartengono ai seguenti tipi:

a) sistema fluttuante di trattamento, stoccaggio e scarico (Floating Production Storage and Offloading System (FPSO)): imbarcazione con capacità di trattare, stoccare e scaricare greggio ad un'altra nave (figura 5);

b) sistema fluttuante di stoccaggio e scarico (Floating Storage and Offloading System (FSO)): imbarcazione con capacità di stoccare e scaricare greggio ad un'altra nave (figura 6).

Esperienza diretta

Progettare: *Ingegnere Puppo ha avuto modo di partecipare a qualche realizzazione particolare per dimensioni o problematiche da affrontare?*

Puppo: Sì, molte volte ci sono limitazioni nel peso massimo di sollevamento del modulo dovuto alla capacità della gru disponibile: questo, infatti, non può superare un certo valore, ciò richiede un controllo maggiore di tutti i pesi dei componenti del modulo e il dimensionamento dell'acciaio deve essere ottimizzato.

Progettare: *Le realtà più significative che operano in questo settore di quale nazione sono? E perché?*

Puppo: Lo sviluppo del settore è collegato alla presenza di grandi campi petroliferi quindi le realtà più significative in questo settore sono quelle situate in aree con grandi bacini petroliferi. Le nazioni più attive nel settore sono Norvegia, per il campo petrolifero del Mare del Nord, Usa per il campo petrolifero del Golfo del Messico, Brasile per il campo petrolifero della Bacia di Campos a Rio de Janeiro, e l'Italia, con l'Eni, che opera nell'Adriatico e ovunque.

Progettare: *Il know-how acquisito è specifico del settore o può essere "esportato" in altri settori? E quali?*

Puppo: Il Know-how acquisito, ad esempio l'uso di moduli prefabbricati, può essere utilizzato in svariati settori; impianti olio gas, raffinerie e impianti industriali sarebbero, tuttavia, i più congeniali.

Progettare: *Nella sua attività è prevista anche la fase di messa in opera e di sperimentazione?*

Puppo: Sì, la soluzione con Moduli prefabbricati diminuisce il lavoro di installazione a mare (detto Hook-up) e la fase di sperimentazione è molto importante per le apparecchiature visto che, proprio grazie a quest'ultima, i sistemi saranno controllati.

Progettare: *Dal punto di vista tecnico e tecnologico dove sono da attendersi gli sviluppi maggiori?*

Puppo: Sicuramente nella disciplina Processo, penso che tra qualche anno si riuscirà a fare a meno delle piattaforme, il collegamento sarà effettuato tutto sul fondale marino, di conseguenza avremo un ulteriore sviluppo dei materiali impiegati nelle suddette strutture, pompe, tubature, ecc.



4. Racket di una piattaforma fissa.

6. Nave tipo FSO.



5. Nave tipo FPSO.



della struttura e consiste nel rappresentare tutte le travi del piano, le colonne, i diagonali, i supporti del modulo, le variazioni di sezione e l'eccentricità dei nodi strutturali. La seconda fase consiste nella individuazione e stima dei carichi agenti. La precisione dei risultati ottenuti è direttamente collegata alla precisione delle fasi di modellazione sopra menzionate, in

Progetto e costruzione dei moduli

La maggior parte delle piattaforme fisse d'acciaio, le navi FSO e FPSO, e le semi-sommergibili sono composte da moduli, ciascuno dei quali svolge una ben precisa funzione. Il modulo è il componente che contiene attrezzature di produzione o perforazione, come per esempio separatori, alloggiamenti, stoccaggio di materiali, ecc, ciascuno con un obiettivo definito nell'impianto; il collegamento integrato di essi sopra il Deck della piattaforma o della imbarcazione compone l'unità operativa della piattaforma.

Questi moduli sono costruiti in cantiere, trasportati per via marittima fino alla piattaforma dove sono posizionati mediante gru.

I moduli sono strutture saldate e sono composti da piani ed elevazioni, nelle quali il metodo costruttivo normalmente impiegato consiste nel costruire i piani separatamente per poi sovrapporli con l'inclusione di colonne e diagonali. Le apparecchiature e i materiali vengono montati successivamente. Il progetto strutturale inizia con il "Layout del Modulo", disegno che fornisce le principali dimensioni dell'impianto, il posizionamento e le dimensioni delle principali apparecchiature, le aree di carico e scarico, le monorotaie, i mezzanini di operazione, le vie di fuga, le passerelle e i diversi accessi. L'obiettivo principale di un ingegnere strutturale impegnato nel progetto di una di queste piattaforme è proget-

tare una struttura, ora chiamata "Struttura Principale", corrispondente al disegno "Layout del Modulo", ai disegni delle apparecchiature e delle attrezzature; tale Struttura Principale viene verificata per le diverse condizioni di carico che caratterizzano la vita utile della struttura stessa. Esse, in linea di massima, sono riconducibili alle seguenti situazioni:

- (1) Modulo in costruzione,
 - (2) Modulo in trasporto,
 - (3) Modulo in sollevamento,
 - (4) Modulo operativo montato sulla piattaforma.
- Questa struttura principale è composta da diversi piani ed elevazioni, concretizzati da travi e colonne portanti e, quindi, fondamentali per l'integrità strutturale.

L'Ingegnere strutturale, avvalendosi di programmi di calcolo specifici, crea uno o più modelli per ciascuna situazione di vita utile del modulo.

I programmi di calcolo, comunemente usati, sono il Gtstrudl della Georgia Tech. e il Sacs della Engineering Dynamics. Modellare significa "fotografare", rappresentare sia tutta la geometria della struttura sia le diverse condizioni di carico che sono presenti per poter così dimensionare e/o verificare tutti i componenti della struttura (travi, colonne, diagonali, ecc.) con l'obiettivo di arrivare al soddisfacimento dei requisiti imposti dalle norme. Sta alla esperienza e sensibilità strutturale dell'ingegnere creare un modello che rispecchi il più possibile la realtà analizzata. La prima fase della modellazione riguarda la geometria

quanto gli stati di tensione negli elementi strutturali sono funzione diretta del modello generato e delle considerazioni assunte dall'ingegnere strutturale.

Normalmente gli elementi strutturali sono verificati secondo le seguenti normative:

- American Institute for Steel Construction (AISC);
- American Petroleum Institute (API-RP2A).

Dopo avere dimensionato e verificato la struttura principale per le diverse condizioni che si incontreranno nella sua vita utile, l'ingegnere dimensiona gli elementi detti secondari, non responsabili per l'integrità della struttura come per esempio le travi secondarie del piano, passerelle, scale, ecc. In passato il modello dell'impianto era utilizzato per il controllo delle interferenze, oggi invece si sono adottati software di modellazione 3D. Una struttura principale ben analizzata e studiata facilita tutto il processo costruttivo successivo.

F. Puppo, ingegnere senior di Strutture in Acciaio.

Bibliografia

Programma GTSTRUDL,
www.gtstrudl.gatech.edu/

Programma SACS, www.sacs-edi.com