Shape

Description automatically generated with low confidence

GRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ANEXO B

TRABAJO DE FIN DE GRADO

ADAPTACIÓN DE BUQUE A NUEVAS FUNCIONES

A picture containing water, boat, outdoor, large

Description automatically generated

**Autor: Rodrigo Vecino de Haro**

Director: Iñigo Sanz Fernández

Entidad Colaboradora: Seaplace

Madrid

20 de Febrero de 2022

Índice de contenido

[*1.* *Introducción* III](#_Toc95668002)

[*2.* *Estado de la cuestión* IV](#_Toc95668003)

[*3.* *Motivación* IV](#_Toc95668004)

[*4.* *Objetivos del proyecto* V](#_Toc95668005)

[*5.* *Metodología del trabajo* V](#_Toc95668006)

[*6.* *Recursos a emplear* VII](#_Toc95668007)

[*7.* *Bibliografía* VIII](#_Toc95668008)

## *Introducción*

En los años noventa se construyen en los Astilleros de Ferrol, Galicia, varias unidades FPSO (Unidad flotante de Producción, almacenamiento y transferencia). Estos buques son diseñados para establecerse durante 25 años en un yacimiento petrolífero, tratando el crudo y almacenándolo. Cuando los tanques de almacén están llenos, son bombeados a otro tipo de buque: “shuttle tanker”, un petrolero más convencional que tan sólo transporta el crudo a la refinería, descargándolo allí.

Los FPSO son diseñados para una vida útil de 25 años, principalmente por la fatiga en el sistema de fondeo, pero el casco, sistemas de propulsión…. tienen una vida útil de hasta 40 años.

Recientemente estás unidades han llegado al fin de su vida útil, siendo reemplazados por otros FPSO o plataformas de producción.

Sin embargo, construir un buque de gran envergadura puede suponer un gran carga económica. Por ello, en este proyecto se va a estudiar si el FPSO Petrojarl Foinaven puede ser convertido a un shuttle tanker, eliminando los módulos de producción. Esta conversión es relativamente sencilla. Es necesario complementar el sistema de propulsión con una línea de ejes convencional o un POD. También se requiere estudiar la temperatura del crudo, ya que los sistemas de bombeo requieren una temperatura mínima entre 40ºC y 60ºC, si se bajara de esa temperatura deberíamos incorporar un sistema para calentar el crudo. Por ello vamos a estudiar la distancia máxima de la refinaría sin necesidad de calentadores.

Igualmente, se deberá incluir un sistema de bombeo del crudo para descargarlo en 8 horas, tiempo normalmente exigido en las operaciones de las refinerías.

## *Estado de la cuestión*

Existen muchos ejemplos en los últimos 40 años de conversiones de buques a FPSO: peroleros, FSU, FSO, shuttle tanker, incluso de buques de carga general. El 70% de los FPSO actuales provienen de una conversión de este tipo.[[1]](#footnote-1)

La necesidad de este tipo de embarcaciones ha disminuido desde en los últimos 15 años debido a la crisis y al precio del barril. Por este motivo se plantea la operación inversa, convertirlos en shuttle tanker para operar en campos que no les queda mucha vida. De esta manera se evita construir otro buque sin tener asegurada su explotación más allá de 10-15 años.

El estudio que se plantea es bastante novedoso, siendo solicitado su estudio por varios armadores.

## *Motivación*

El proyecto se va a realizar para poder alargar la vida útil de un buque FPSO y así evitar grandes gastos económicos.

En meses pasados me he acercado a varias empresas para la realización de prácticas. Seaplace, ingeniería naval especializada en el mundo offshore, me comentó la posibilidad de trabajar en uno de los buques que diseñaron hace 25 años y que ahora se retiraba, planteándome el problema térmico del enfriamiento del crudo y el ahorro de costes si no son necesarios los intercambiadores de calor.

Durante mi desarrollo como ingeniero mecánico he podido estudiar la transmisión de calor y realizar ejercicios económicos en Economía de la Empresa, dos de mis asignaturas favoritas. Además, los barcos son una de mis grandes aficiones. Por todo ello este trabajo supone una gran motivación personal.

Mas allá, la conversión de un buque FPSO a un shuttle tanker nunca se ha realizado, por ello, este estudio supone un reto ingenieril extraordinario con grandes repercusiones reales.

## *Objetivos del proyecto*

Con este proyecto se persigue convertir el FPSO en cuestión en un shuttle tanker para alargar su vida útil y evitar gastos innecesarios.

Para ello se estudiará si puede transportar crudo desde una planta petrolífera hasta una refinería. Para ello, es necesario instalar un sistema de bombeo para descargar el crudo en 8 horas, tiempo medio de descarga establecido por las refinerías. Además, se estudiará la temperatura del crudo a lo largo del trayecto, ya que el sistema de bombeo no puede trabajar a temperaturas menores de 40ºC.

También se estudiará, si es que es posible su traslado, un ejercicio económico de los próximos 10 años de convertir el FPSO en un shuttle tanker comparándolo con adquirir un shuttle tanker. Con ello se pretende buscar si el estudio propuesto es retributivo.

Por último, se quiere estudiar el efecto medioambiental de ambas soluciones, dentro del objetivo del armador (en este caso BP) de cero emisiones netas en 2050. Para ello, se realizará un estudio del CO2 emitido durante el proceso.

## *Metodología del trabajo*

Para el estudio de la propuesta primero se calculará la potencia calorífica de los materiales de los tanques de carga del buque. A continuación, se procede a calcular la pérdida de energía del crudo desde el llenado de los tanques hasta la llegada a la refinería. Para ello se va a emplear la transmisión de conducción de calor del crudo al mar. Para el estudio se empleará la ecuación de Fourier de la conducción y las aplicaciones mencionadas posteriormente.

Posteriormente se estudiará el sistema de bombeo que es necesario instalar para poder descargar el crudo en la refinería en 8 horas.

Además, se hará un ejercicio económico de los próximos 10 años. Para ello se calcularán los gastos necesarios en convertir el FPSO en cuestión en un shuttle tanker y se compararán con los gatos de adquirir un shuttle tanker y su depreciación de valor.

Por último, se realizará un estudio medio ambiental del transporte del crudo. Este estudio se llevará a cabo calculando la cantidad de CO2 que supone el traslado en el FPSO y así poder examinar si los niveles de CO2 emitidos son suficiente bajos o si se puede buscar soluciones para evitar la contaminación del medio ambiente.

Para la realización del estudio de la propuesta se han establecido las siguientes fechas límite para realizar cada paso del proyecto.

En primer lugar, el estudio del cálculo del sistema de bombeo necesario para descargar el crudo en la refinería en 8 horas ha de ser finalizado el 7 de Marzo.

La potencia calorífica de los materiales de los tanques de carga ha de ser finalizado antes del 21 de Marzo.

El cálculo de la perdida de energía del crudo durante el transporte ha de ser realizado antes del 11 de Abril.

El estudio económico de la propuesta ha de ser realizada antes del 2 de Mayo

Por último. El estudio medioambiental del transporte ha de ser realizado antes del 9 de Mayo.

## *Recursos a emplear*

Para realizar del proyecto se usarán herramientas como ANSYS, software para desarrollar simulaciones de ingeniería para diseño, prueba y operación de productos. Esta herramienta, en concreto Fluid Simulation Software se empleará para poder estudiar la transferencia de calor.

Por último, se usarán programas de diseño como AutoCAD y Solid Edge para la realización de diseños en 2 y 3 dimensiones de los tanques donde se albergará el crudo.

## *Bibliografía*

|  |  |
| --- | --- |
| [RGS18] | Soutullo, R.G., “*Buques FPSO y Posicionamiento Dinámico*”, Universidad de Cádiz, Enero 2018. Obtenido de Wuolah: <https://www.wuolah.com/apuntes/Buques-FPSO-y-Posicionamiento-Dinamico4-Buques-FPSO-y-Posicionamiento-Din%C3%A1mico.pdf-727146> |
|  | Ilustración, Septiembre 2019. Fuente obtenida de Teekay: <https://www.teekay.com/wp-content/uploads/2018/04/foinaven-02.jpg> |
|  | “*Petrojarl Foinaven*”. Fuente de Teekay: <https://www.teekay.com/petrojarl-foinaven/> |
| [CR12] | Rodríguez, C., “*FPSO Petrojarl Foinaven*”, Abril 2012. Fuente de Tecnología Marítima: <http://tecnologia-maritima.blogspot.com/2012/04/fpso-petrojarl-foinaiven.html> |
| [PB13] | Boschee, P., “*Tanker Conversions to FPSO Design and Integrity Management -Challenges*”, Septiembre 2013. Fuente de Journal of Petroleum Technology: <https://jpt.spe.org/tanker-conversions-fpso-design-and-integrity-management-challenges> |
| [GGD] | Dimitris, G. G. and Emmanuel, S. S., “*Conversion of an Oil tanker into FPSO: Strength and Reliability Assessment*”. Fuente de CEMT: <https://www.cemt.eu/res/HIMT%20PAPER.pdf> |

1. Proyecto de Georgiadis, G.D. y Samuelides, E.S. (https://www.cemt.eu/res/HIMT%20PAPER.pdf) [↑](#footnote-ref-1)