



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Desempeño de labores como
ingeniero en operaciones en la
industria energética en el sector de
gas natural**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de:

Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Aldair Cruz Contreras

ASESOR DE INFORME

Dr. Adrian Espinosa Bautista



Índice

Contenido

Objetivo.....	4
La compañía	5
Organigrama del Área Operativa	6
Perfil de puesto desempeñado	6
Antecedentes	7
Definición del problema	8
Proceso de inicio de proyecto	9
Definición de los requerimientos.....	9
Análisis de los requerimientos	10
Propuesta de solución.....	12
Acondicionamiento de equipos	17
Comisionamiento de los equipos en sitio	19
Resultados	20
Conclusiones	21

Agradecimientos

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, a mis amigos, a mis profesores y a la UNAM

A mis padres por siempre apoyarme de forma incondicional tanto a lo largo de mi carrera como en la parte profesional con el amor que me brindan cada día.

A mis amigos, que con su compañía y comprensión lograron forjar en mí la persona que soy, en especial a Samuel quien me ha mostrado el significado de amistad desde el primer día que nos conocimos.

A mis profesores por compartir conmigo sus conocimientos y motivarme siempre a dar lo mejor de mí, sus enseñanzas siempre estarán conmigo.

A la UNAM por darme la oportunidad de pertenecer a esta institución y confiar en que mi desarrollo profesional permitirá materializar el crecimiento de nuestro país con la pasión que nos caracteriza a todos los universitarios.

Objetivo

El presente trabajo tiene como objeto dar una descripción de las labores que se han desempeñado en Stabilis Solutions, una empresa dedicada a la venta y distribución de gas natural licuado, enfocándose en el proceso que se llevó a cabo para la implementación de tecnología en el uso de Gas Natural Licuado, en un proyecto donde, se requiere sustituir unidades de autotransporte que utilizan combustible Diesel por unidades que utilicen Gas Natural Licuado.

Se espera que este reporte permita dar una idea más clara de las labores y habilidades que requieren los ingenieros que estén en el sector energético de hidrocarburos, así como de algunas de las diversas actividades que se desarrollan en el campo laboral.

El reporte aquí mostrado está completamente enfocado en describir el proceso que se siguió en la realización del proyecto que se menciona.

La compañía

La compañía fue fundada en 2013 con la visión de proporcionar soluciones de gas natural de bajo costo, de manera escalable y en pro del medio ambiente en toda América del Norte. Actualmente la compañía es un productor, comercializador y distribuidor líder de Gas Natural Licuado (GNL) e hidrógeno, dando servicio a una extensa cartera de clientes en Canadá, Estados Unidos y México.

Los clientes de esta empresa utilizan el GNL en diversas aplicaciones en la industria, desde el transporte, la generación de energía, la minería y diferentes servicios públicos.

La empresa tiene su sede en Houston, TX, y cuenta con una planta de producción de GNL de última generación en George West, TX. Junto con una gran red de socios de producción y distribución, la empresa ha entregado más de 25,000 pipas de gas natural licuado y más de 250 millones de galones de GNL en los Estados Unidos, México y Canadá.

Stabilis tiene como principales objetivos cumplir con los compromisos con el medio ambiente, la salud y la seguridad. De esta forma la empresa, se ha comprometido a alcanzar los más altos estándares de calidad, salud, seguridad y medio ambiente (QHSE por sus siglas en inglés) en todos los aspectos de su negocio, por lo que se hace hincapié en las siguientes acciones principales para garantizar que se cumplen con las leyes y regulaciones de QHSE aplicables:

- Demostrar liderazgo y responsabilidad al hacer de la gestión de QHSE una responsabilidad y gestión de primer nivel.
- Tener una comunicación clara y eficiente con los clientes, trabajadores, socios, proveedores y demás contratistas sobre los objetivos y expectativas de QHSE.
- Reclutar personal responsable y capacitado para ejecutar correctamente las políticas de acuerdo con el QHSE, manteniendo una buena participación mediante la implementación de programas de reconocimiento e incentivos.
- Evaluar y actualizar de manera constante las políticas de salud, seguridad y medio ambiente.

En la actualidad, la empresa está apostando fuertemente al crecimiento del sector energético en México, viendo un área de oportunidad y de crecimiento excepcional, en cuanto al uso y transición a las energías limpias y en el cual, puede colaborar con toda su experiencia el ramo energético para generar oportunidades económicas, operativas y ambientales que dejen una huella positiva en dicho sector.

Organigrama del Área Operativa

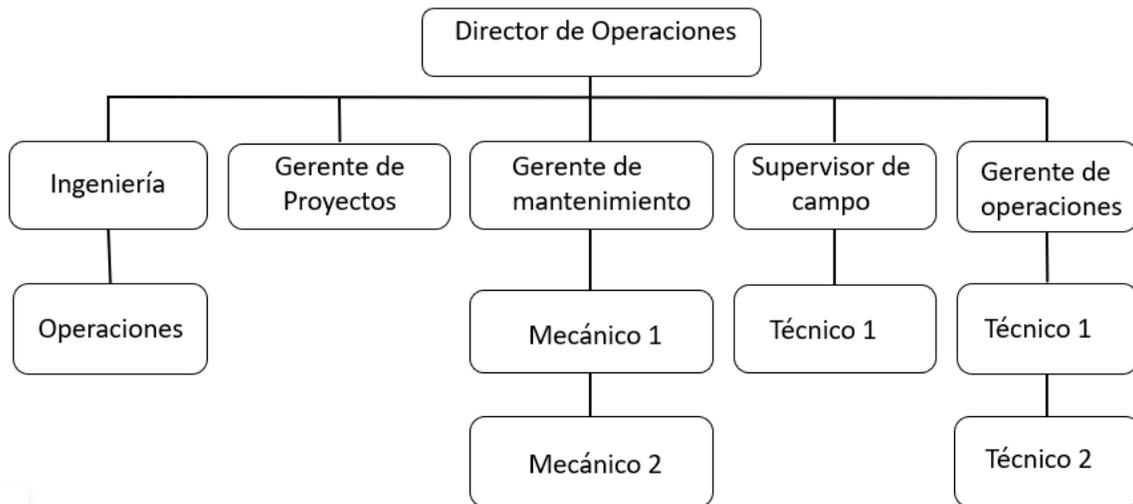


Diagrama 1. Distribución del área operativa de la empresa.

Perfil de puesto desempeñado

El puesto a desempeñar es como gerente de operaciones, el cual se enfoca en coordinar y desempeñar la operación desde el inicio conceptual con los requerimientos del cliente, planteamiento de la solución, adaptación de los equipos que utilizarán la tecnología de GNL, comisionamiento de los equipos de la empresa en sitio, monitoreo de la operación, mantenimiento y seguimiento para mejora continua.

Para desempeñar este puesto, el candidato debe cumplir con amplios conocimientos en el área de ingeniería mecánica, haciendo énfasis en conocimientos como son: termodinámica, transferencia de calor, materiales, mecanismos, electricidad y electrónica.

Se requiere de habilidad para el desensamble de equipos, por lo que es necesario el manejo de múltiples herramientas y disponibilidad de viajar a cada uno de los sitios donde se encuentre la operación, esto con la finalidad de realizar la puesta en marcha de equipos, realizar de mantenimiento preventivo, correctivo y supervisión de la operación.

En la parte operativa, es imperativo realizar un plan de trabajo acorde a los tiempos y metas esperadas considerando las diferentes herramientas con las que se cuenta, refiriéndonos con esto a los activos de la empresa y personal de trabajo.

Antecedentes

El GNL se ha presentado en la actualidad como una alternativa de combustible limpio a un bajo costo, todo esto permitiendo las bondades de transporte que tienen algunos combustibles convencionales como el Diesel y la gasolina.

Así también, el GNL se usa como solución a los problemas que existen en la distribución o ramificación de la red de gasoductos, permitiendo llevar GNL a zonas donde es muy complicado construir la infraestructura necesaria para la distribución, ya sea por el difícil acceso a las zonas o debido a volúmenes muy bajos de consumo, a este tipo de soluciones se les conoce como gasoductos virtuales.

En la industria del gas natural son utilizados gran variedad de dispositivos, algunos de ellos son de medición, como son: manómetros mecánicos o digitales, medidores de flujo, sensores de temperatura, sensores de presión, todo esto manejado por un controlador lógico programable, otros más son los que constituyen la red de distribución o almacenamiento del mismo gas, esto por medio de ductos o tanques.

El gas natural al ser extraído suele estar combinado con otros elementos, como son propano, etano, nitrógeno, agua y demás elementos, por lo cual se requiere de separadores y secadores que procesan el gas, una vez que se extrae del pozo. Ya que el gas está en las condiciones de pureza deseadas, se busca distribuirlo, principalmente mediante ductos, haciéndolo llegar a las diferentes industrias que puedan utilizarlo, como lo son: invernaderos, minas, calderas, transporte terrestre, transporte marítimo, plantas generadoras de electricidad y cualquier área de la industria donde pueda reemplazar combustibles convencionales como son el Diesel, la gasolina o el carbón.

Ante la gran diversidad de aplicaciones y enorme variedad de dispositivos que se emplean al aplicar la tecnología del GNL, se genera la necesidad de cumplir con la demanda de gente capacitada para el uso de este tipo de tecnología que, como se ha mencionado antes, está atada al uso de gran cantidad de dispositivos, conocimientos técnicos y de ingeniería que permitan tomar decisiones óptimas y convenientes para el desempeño correcto de estos sistemas.

Otros dispositivos, comúnmente usados en esta industria, son los compresores de gas natural, los cuales permiten el almacenamiento de grandes cantidades de masa en volúmenes relativamente pequeños, esto a través de la compresión del gas a presiones elevadas, dando con ello retos de ingeniería, tanto en la eficiencia de los procesos, como en la automatización de sistemas mecánicos y el uso de materiales resistentes a altas presiones y temperaturas.

En la actualidad, el gas natural es mucho más barato que los combustibles convencionales, lo que da como resultado una oportunidad bastante atractiva para los inversionistas que, además de contribuir con el medio ambiente, tienen una tasa de retorno de inversión alta.

De esta manera, diferentes sectores de la industria se han ido interesando en formar parte de esta transición, siendo Trucka, uno de ellos.

Definición del problema

Una de las empresas transportistas más grandes de México, Trucka, decidió empezar a utilizar el Gas Natural Licuado (GNL) en sus tracto camiones, reemplazando sus unidades de transporte, que usualmente usan Diesel, por unidades que usen GNL, para ello realizaron la compra de 76 unidades que funcionan 100 % a gas natural, con ello surgió la necesidad de buscar puntos de abastecimiento de GNL que estén de acuerdo con las rutas de viaje que maneja la empresa en la actualidad para proveer el servicio de transporte a sus clientes.

De acuerdo con datos del cliente, se tenía un crecimiento de consumo de gas natural licuado, aproximado a lo que se muestra en la siguiente tabla.

Locación	Capacidad	Equipo	Fecha inicio	Unidades	Incremento (semana)	Incremento (semana)
[estado]	[galones]	[tipo]	[fecha]	[cantidad]	[litros]	[galones]
Aguascalientes	15,000	Fueller Queen	Jul 19-23	8	21,187	5,597
Queretaro	6,000	Fueller pawn	Jul 20-30	20	74,153	19,589
Guadalajara	6,000	Fueller pawn	Ago 02-06	19	124,471	32,882
Nuevo Laredo	15,000	Fueller Queen	Ago 09-13	19	174,789	46,175
Torreon	6,000	Fueller pawn	Ago 16-20	10	201,272	53,171
Total	48,000			76	595,872	157,414

Tabla 1. Fecha de entrega de unidades e incremento del consumo proporcionada por el cliente.

Cada camión fue equipado con al menos 1 tanque de GNL de 1,350 litros y en algunos casos, los camiones cuentan con 2, 3 y 4 tanques de 1,350 litros, lo que llega a ser una máximo de 5,000 litros.

El cliente requiere que se pongan estaciones en cada uno de sus patios, con la finalidad de disponer en todo momento del combustible y salir beneficiados del fácil acceso de este, lo que ayuda a mejorar sus tiempos y facilita la logística.

Al ser un combustible, es considerado un material peligroso, por lo que se requiere cumplir con los permisos y la aplicación de las normas de acuerdo con el país, siendo esto otro reto en la realización del proyecto.

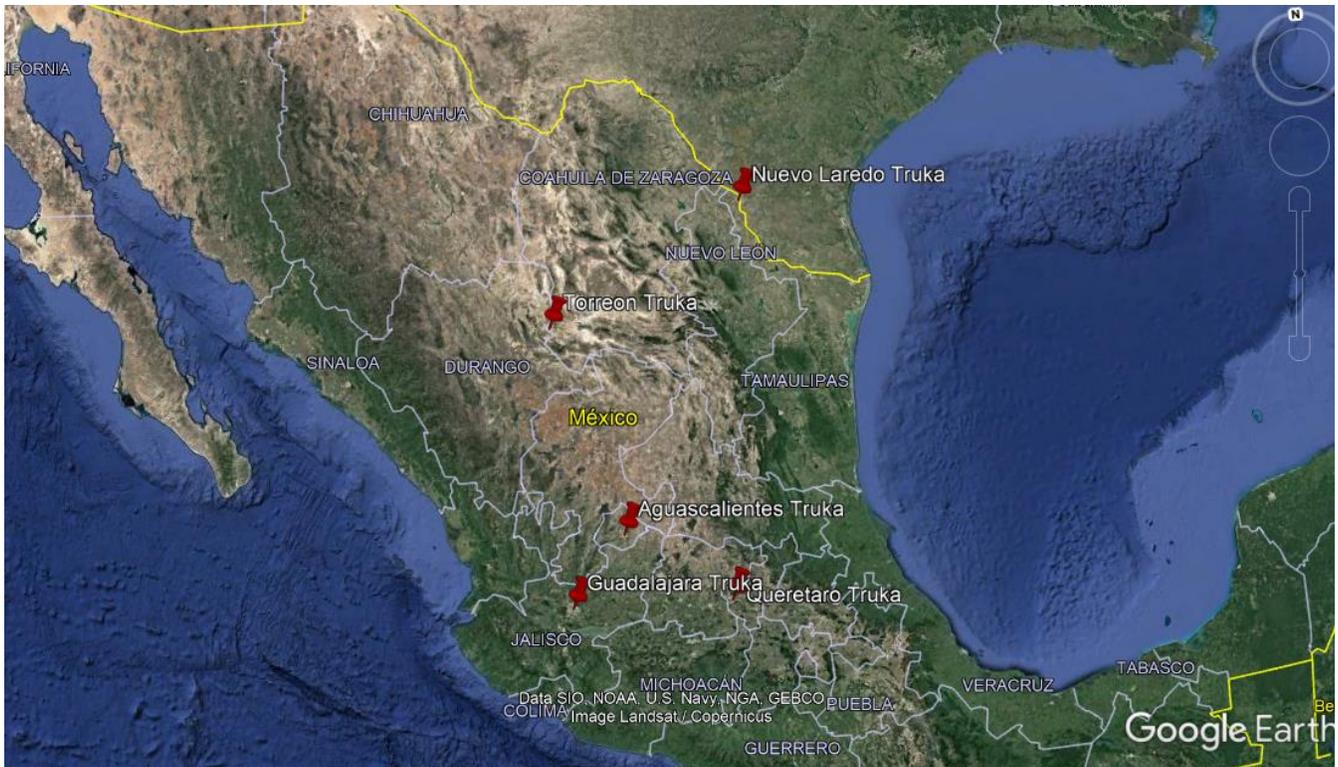


Figura 2. Los marcadores en rojo muestran los sitios donde se requieren las estaciones de GNL.

Proceso de inicio de proyecto

Definición de los requerimientos

Para el comienzo de cualquier proyecto, realicé la delimitación de los requerimientos del cliente, esto con base en los equipos que ellos adquirieron y con ello poder determinar cuál era nuestro alcance ante este proyecto, para ello formulé las siguientes preguntas:

1. ¿Se requiere de GNL saturado para el sistema que utilizará el combustible?
2. ¿Qué presión de saturación requiere el cliente?
3. ¿Qué presión de gas de alimentación requiere el motor de los camiones?
4. ¿Cuál es el volumen de los tanques que estarán montados en los camiones?
5. ¿Cuál es la cantidad promedio de carga de cada camión por día?
6. ¿Qué tipo de receptáculos de carga son los que utilizan los camiones?
7. ¿Qué tipo de receptáculo de venteo son los que utilizan los camiones?
8. Fecha de cuando inicia operaciones cada sitio
9. Número de camiones cargando en cada sitio
10. ¿Se cuenta con 480V en cada sitio para la alimentación de los equipos?

De acuerdo con la respuesta de las preguntas anteriores, planteé un plan de acción para dar cumplimiento con los requerimientos.

Análisis de los requerimientos

1. ¿Se requiere de GNL saturado para el sistema que utilizará el combustible? Sí, el sistema de combustible requiere que el GNL este saturado para el correcto funcionamiento del motor.
2. ¿Qué presión de saturación requiere el cliente? El proveedor de los camiones y el cliente solicitan que el combustible tenga una saturación de 120 psi, lo que originó un problema, ya que los equipos de la empresa solo saturan a un máximo de 80 psi, esto es debido a que, si el GNL se satura a un mayor nivel, al momento de transferirlo por cualquier línea o ducto donde cambien las características termodinámicas, ya sea presión o temperatura, se provocaría un cambio de fase del combustible que se está transfiriendo, dando problemas en el llenado, el despacho y en la cantidad de masa que se puede almacenar, esto último, por el cambio de densidad que se generaría en el combustible.
3. ¿Qué presión de gas de alimentación requiere el motor de los camiones? El cliente mencionó que la presión de alimentación de los motores es entre el rango de 120 y 150 psi.
4. ¿Cuál es el volumen de los tanques que estarán montados en los camiones? El volumen por cada tanque es de 1,350 litros (365 galones)
5. ¿Cuál es la cantidad promedio de carga de cada camión por día? La cantidad de GNL que cargarán los camiones está determinada por la ruta que sigan, como el cliente tiene diferentes puntos de entrega en la republica mexicana, este valor promedio fue completamente aleatorio, debido a que los camiones pueden estar en cualquiera de las rutas, ya que la programación de entregas esta basada en la disponibilidad de unidades, mas no así, asignadas solamente a un destino. Debido a ello la precisión del valor promedio de carga no es tan representativo para el cálculo de aproximado de consumo por día en los sitios. De acuerdo con información del cliente, en promedio las unidades cargan 1,100 litros.
6. ¿Qué tipo de receptáculos de carga son los que utilizan los camiones? El tipo de receptáculo que se usa en los camiones es el conector estándar para transferencia de GNL de 1 pulgada, para ello el cliente, mediante su proveedor, hizo entrega del plano de la pieza, con lo que se busca asegurar, contar con los conectores correspondientes.

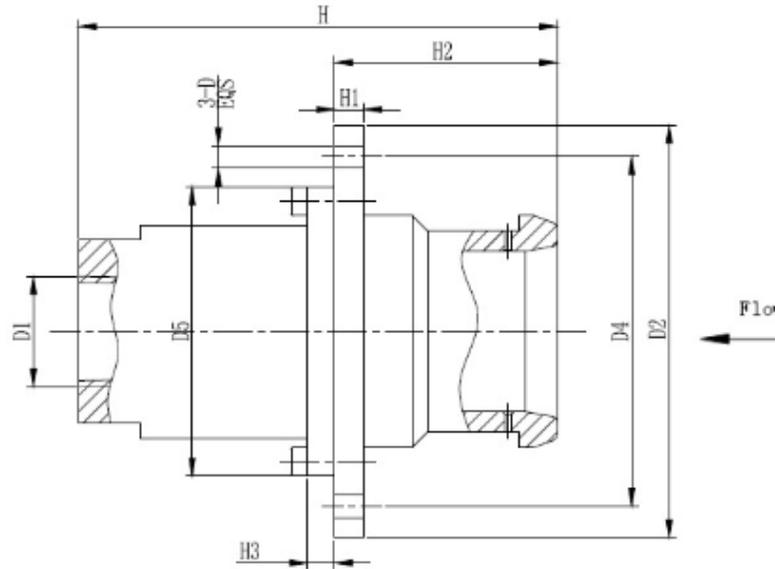


Figura 3. Receptáculo de llenado para los tanques.

7. ¿Qué tipo de receptáculo de venteo son los que utilizan los camiones? De igual forma, el cliente proporcionó el plano del conector de venteo, el cual también es usado comúnmente para tanques de almacenamiento relativamente pequeños.

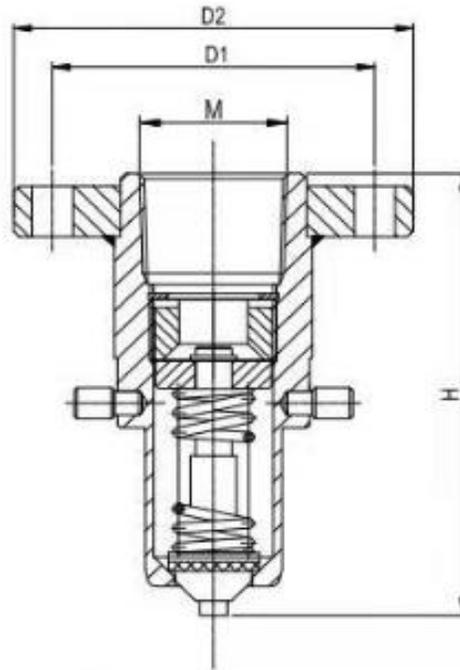


Figura 4. Receptáculo de venteo.

8. Fecha de cuando inicia operaciones cada sitio
 Las fechas establecidas por el cliente se dan como se presenta en la siguiente tabla, las cuales fueron con base en la activación de las unidades para entrar a la operación.

Date	Site	Equipment	Trucks delivered
Aug 02- 06	Aguascalientes	15K - Fueler Queen	8
Aug 09- 13	Queretaro & Torreon	6K - Fueler Pawn (2)	20
Aug 16- 20	Guadalajara	6K - Fueler Pawn	19
Aug 23- 27	Nuevo Laredo	15K - Fueler Queen	19
Sep 11- 03			10
			76

Tabla 2. Fechas con equipo correspondiente a cada sitio.

9. Número de camiones cargando en cada sitio.

Con esto, se busca estimar el volumen de consumo en cada sitio, de acuerdo con el promedio de camiones que cargaran y así determinar el volumen de almacenamiento que se requiere en cada uno de los puntos, a fin de abastecer satisfactoriamente la flota de camiones. En la tabla de la pregunta 8 se puede observar que se mencionan equipos, los cuales corresponden a diferentes capacidades, 15 mil y 6 mil galones, estos fueron asignados a esos sitios a petición del cliente, que, con base en su cartera de clientes, sabe que tendrá mayor carga en esos sitios.

10. ¿Se cuenta con 480V de corriente alterna en cada sitio? Cada uno de los equipos cuenta con un generador eléctrico alimentado por gas natural, exceptuando los equipos con capacidad de 16 mil galones. Debido a que para el funcionamiento de los equipos se requiere 480V, se solicita al cliente que cada sitio tenga un suministro de corriente alterna trifásica a 480V.

Propuesta de solución

La compañía cuenta con algunos equipos diseñados para transferir GNL mediante el uso de un sistema de control y monitoreo del GNL que se tiene montado en un remolque junto con un tanque de almacenamiento. El sistema de los equipos móviles es automático, por lo que se usa un Controlador Lógico Programable (PLC) para el accionamiento de actuadores, lectura de los diferentes sensores y ejecución de sistemas de seguridad en el sistema. Estos equipos están clasificados en la empresa, de acuerdo con la capacidad que tienen de almacenar GNL, para equipos de 16 mil galones, se les denomina “Fueler Queen”, para equipos con capacidad de 6 mil galones, se les da la denominación de “Fueler Pawn”, ambos cuentan con un sistema eléctrico, neumático y de control idéntico, cambiando solamente parámetros de configuración en el PLC

Al cliente se le presentan los equipos Fueler como la solución para cada uno de sus puntos, pudiendo proveer el GNL a los camiones dentro de los patios con los que cuenta el cliente, para ello se solicita al cliente acondicionar cada uno de los sitios con el voltaje requerido de 440 V trifásica y se le mandan los croquis de seguridad para cada uno de los sitios con base en la

norma oficial mexicana NOM-013-SECRE-2012, haciendo hincapié en los puntos más importantes de seguridad.

Indicaciones más importantes en la norma

A continuación, se mencionan algunas de las indicaciones más importantes de seguridad, de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-013-SECRE-2012, Requisitos de Seguridad Para el Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de Terminales de Almacenamiento de Gas Natural Licuado, Incluyendo Sistemas, Equipos e Instalaciones de Recepción, Conducción, Vaporización y Entrega de Gas Natural

La preparación del sitio debe incluir las disposiciones y características topográficas necesarias para recolectar y retener el GNL y/o refrigerantes y líquidos inflamables derramados dentro del límite del predio, al igual que para facilitar la conducción y el drenado de agua superficial.

Deben tomarse las medidas de diseño y operación necesarias para minimizar la posibilidad que derrames accidentales de GNL dentro de la Terminal pongan en riesgo equipos y estructuras importantes de ésta, o propiedades vecinas, o lleguen a cursos o cuerpos de agua, por ejemplo, canales, arroyos, ríos, lagunas o el mar. Para tal efecto, las áreas de la Terminal deben contar con medios de retención del GNL formados por paredes que pueden ser barreras naturales, diques, excavación, muros o una combinación de estos, más un sistema de drenaje natural o artificial que cumpla con lo establecido

La distancia de separación mínima entre tanques de GNL debe ser de 1.5 m

Debe proporcionarse un espacio de paso libre de al menos 0.9 m para acceso a las válvulas de aislamiento que sirven a varios tanques.

Los equipos que contienen GNL, refrigerantes, líquidos o gases inflamables deben situarse al menos a 15 m de fuentes de ignición, del límite del predio, cuartos de control, oficinas, talleres y otras estructuras que alberguen a personal de la Terminal de GNL

Se debe disponer de los medios adecuados para poner fuera de servicio el tanque de GNL

Se debe identificar cada uno de los tanques mediante una placa de datos hecha de material anticorrosivo, ubicada en un lugar accesible

En las áreas donde se transfieran diversos fluidos, los brazos de transferencia, mangueras y cabezales se deben identificar con el producto o productos que fluyen en cada sistema.

Se deben instalar luces de señalización en la zona de transferencia para indicar cuándo están parados o funcionando una bomba o compresor remoto de transferencia.

Sólo se podrá transferir GNL a camiones y vagones que cumplan con las Normas Aplicables y las disposiciones emitidas por las autoridades competentes.

El área de transferencia debe tener el tamaño adecuado para acomodar los vehículos sin exceso de vueltas y maniobras.

Las mangueras que se usen para transferencia de GNL deben estar diseñadas para las condiciones de temperatura y de presión requeridas.

Se debe disponer de un sistema de comunicaciones en los lugares de transferencia del GNL para mantener el contacto con el personal relacionado con dicha operación de transferencia

Las instalaciones donde se transfiere GNL durante la noche deben tener alumbrado en la zona de transferencia.

Se debe proporcionar un sistema de prevención de incendios para la Terminal de GNL

Se deberá desarrollar un diagrama y documentación donde se presente tipo, cantidad y ubicación de sistemas para la detección y control de incendios, derrames y fugas de GNL, líquidos y gases inflamables.

En las instalaciones de la Terminal de GNL debe haber vestimenta protectora contra la exposición al GNL disponible y accesible fácilmente. La vestimenta protectora para la operación normal de transferencia debe incluir guantes criogénicos, gafas de seguridad, escudos para la cara y camisas de manga larga.

A continuación, se presentan los croquis compartidos con el cliente de acuerdo con los requerimientos con base en la NOM-013-SECRE-2012, para cada uno de los sitios en sus patios.

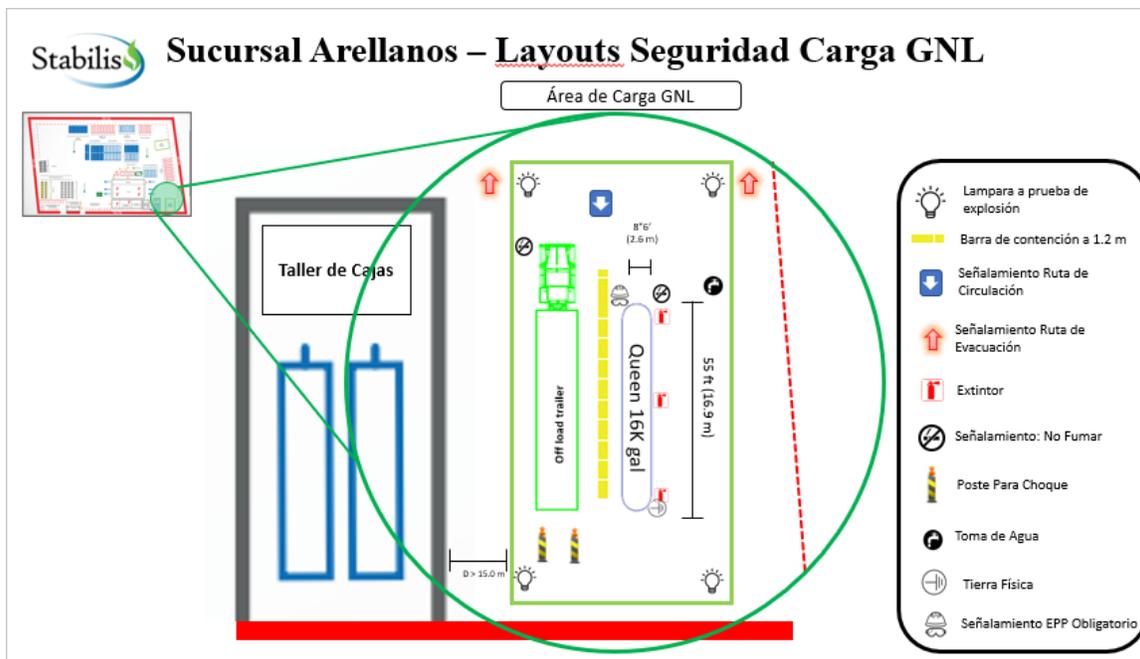


Figura 5. Croquis de patio en Aguascalientes con acercamiento del área para uso de GNL.

Stabilis Sucursal Nuevo Laredo – Layouts Seguridad Carga GNL

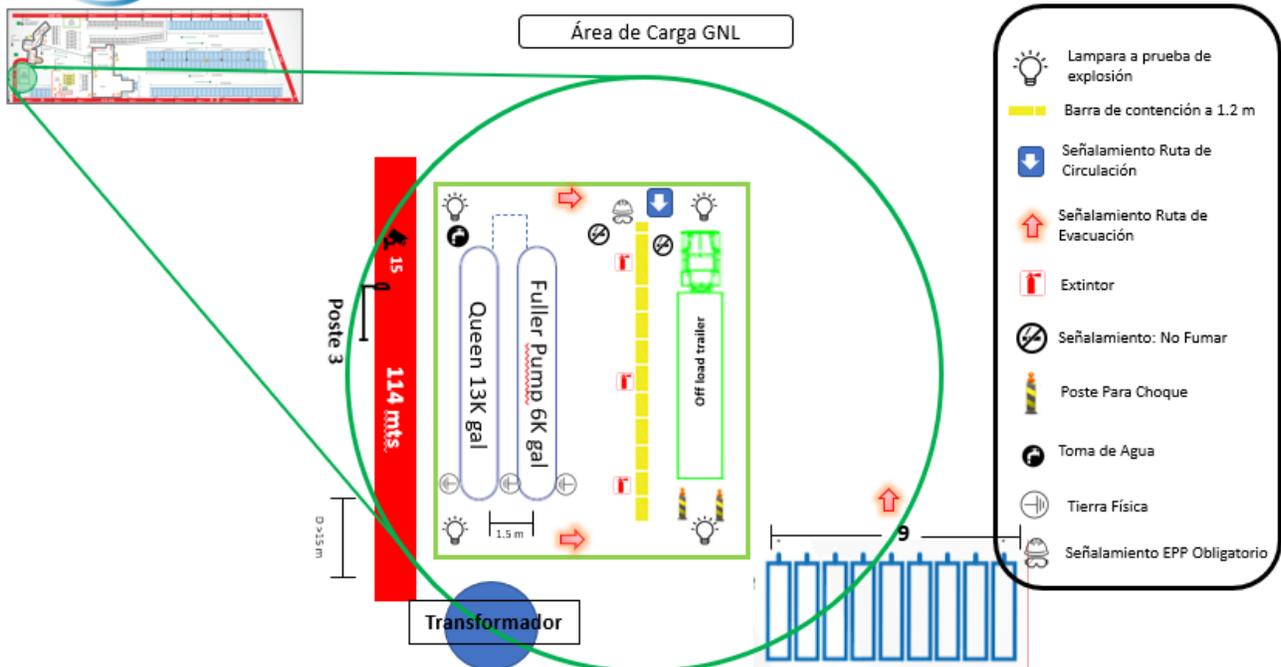


Figura 6. Croquis de patio en Nuevo Laredo con acercamiento del área para uso de GNL.

Stabilis Sucursal Guadalajara – Croquis de Patio

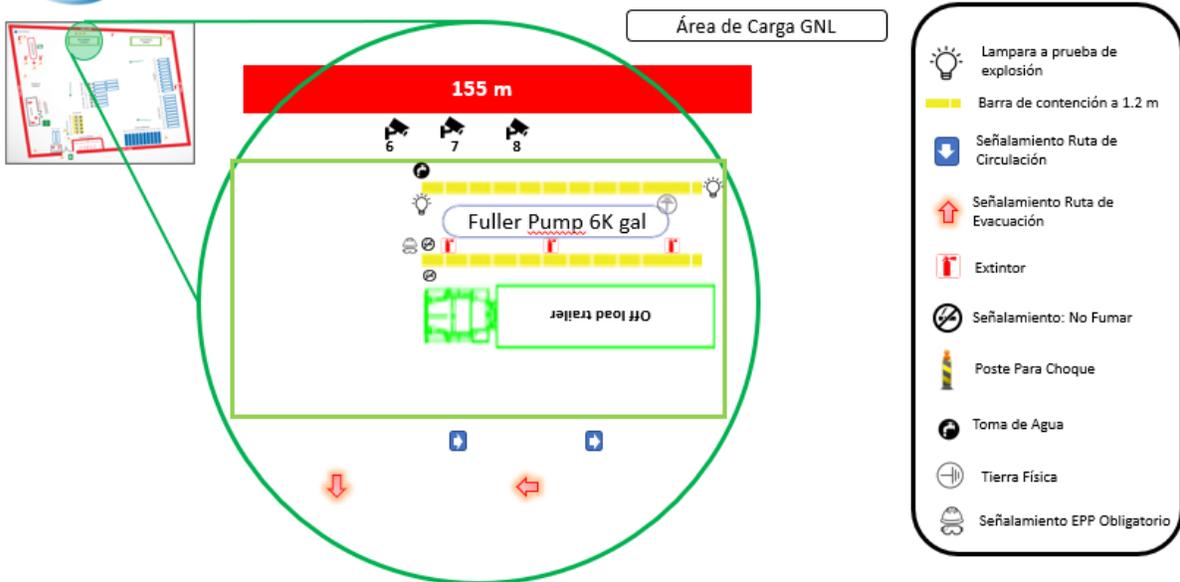


Figura 7. Croquis de patio Guadalajara con acercamiento del área para uso de GNL.



Sucursal Querétaro – Croquis de Patio

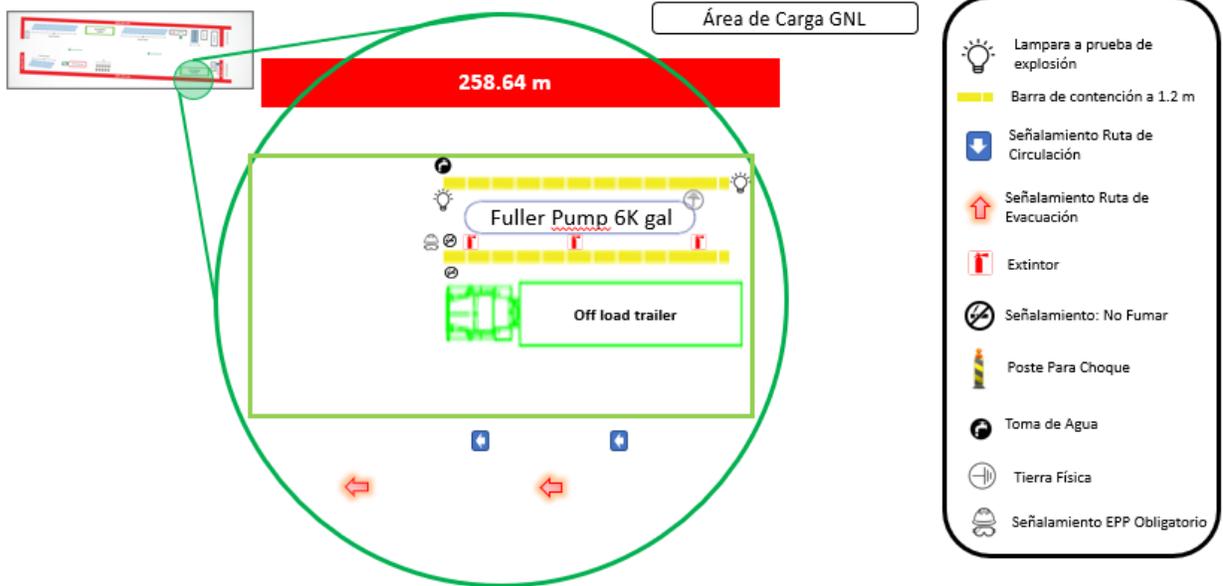


Figura 8. Croquis de patio en Querétaro con acercamiento del área para uso de GNL.



Sucursal Torreón – Layouts Seguridad Carga GNL

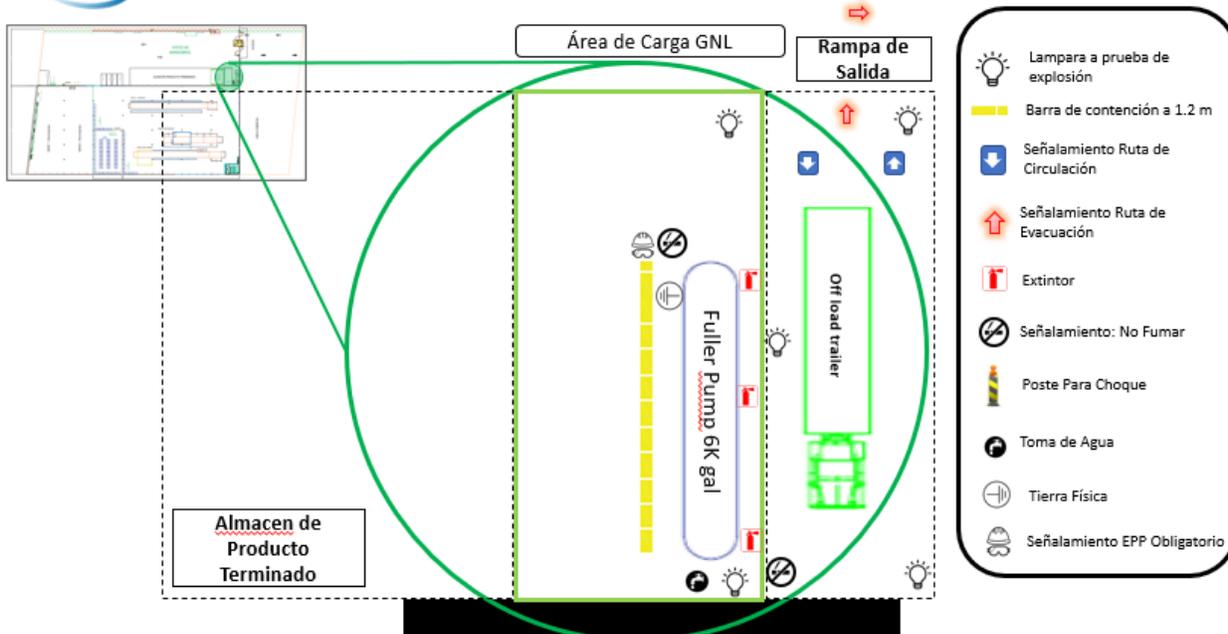


Figura 9. Croquis de patio en Torreón con acercamiento del área para uso de GNL.

Acondicionamiento de equipos

El paso por seguir una vez determinadas las necesidades y requerimientos del cliente y, que ya fue hecha una propuesta de solución y ésta fue aceptada, es la preparación de los equipos que serán utilizados en el proyecto, para lo cual, en este caso, acudí a la planta que tiene la empresa en George West, Texas, para hacer las revisiones de, parámetros operativos, inspección visual de los equipos, pruebas operativas en los equipos, funcionamiento de sistema de alarmas, válvulas de seguridad, etc.



Figura 10. Vista lateral de un equipo Fueler Pawn.



Figura 11. Vista lateral de un equipo Fueler Queen.



Figura 12. Vista lateral trasera de un Fueler Queen.

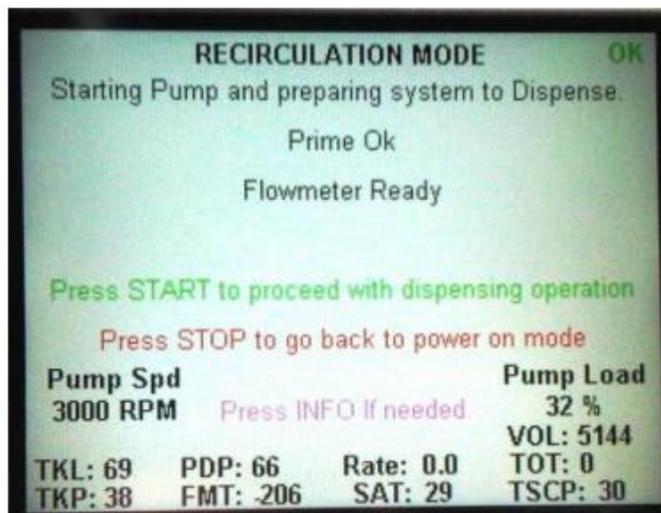


Figura 13. Pantalla donde se muestran algunos de los parámetros operativos del equipo.

Con los equipos inspeccionados y probados, se comienza el trámite de importación a México, esto último con el apoyo del equipo de logística de la empresa.

Comisionamiento de los equipos en sitio

Los equipos se enviaron a cada uno de los sitios anteriormente mencionados, donde previamente realicé la visita para verificar el cumplimiento de las indicaciones de seguridad de acuerdo con la NOM-13, verifiqué el suministro eléctrico y se procedió a conectar los equipos a la alimentación.

Debido a los preparativos realizados con anterioridad, el comisionamiento y arranque del equipo se realizó de forma rápida, tomando aproximadamente 4 horas. Posterior a esto realicé pruebas de despacho directamente a los camiones que ya se encontraban listos para entrar a operar. Como parte del proceso de comisionamiento y capacitación, se consideran de 2 a 3 días solo para la capacitación del personal que operara el equipo, que en el caso de este proyecto fue personal contratado por el cliente.

En la capacitación del personal, se hablan de las características del producto que se estará manejando, en este caso fue GNL, se mencionan las medidas de seguridad que se deben seguir para operar de forma adecuada y poniendo como prioridad la seguridad del personal, expliqué paso a paso cual es el procedimiento que se debe seguir para la utilización del equipo y di una explicación de los principios de funcionamiento del equipo.

En la parte final de la capacitación se entregó el manual operativo del equipo, donde se encuentran todas las instrucciones de manejo del equipo, así como que hacer en caso de emergencia y los números de atención inmediata del servicio al cliente por parte de la empresa.

Como parte del constante monitoreo de la operación, se instalaron sistemas de monitoreo remoto que permite ver el estatus operativo de los equipos en tiempo real. Aunado a ello, implementé un formato electrónico donde los operadores de los equipos pueden reportar anomalías en los equipos, estos reportes electrónicos mandan una alerta por correo electrónico y automáticamente se genera un historial sobre el estado de los equipos que se va guardando en formato de base de datos para el posterior análisis de los datos. Este sistema nos permitió tener una acción casi inmediata una vez que surgen las fallas, además de mantener una comunicación constante con el cliente sobre la operación.

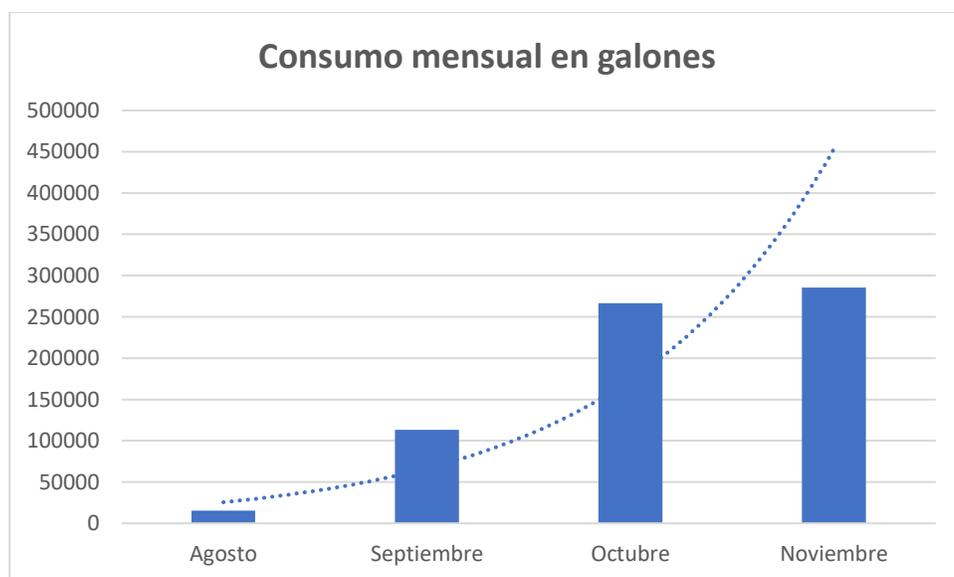
Resultados

El método aplicado para el inicio, comisionamiento y seguimiento de un proyecto está constituido principalmente por los siguientes puntos:

- 1.- Recopilación de los requerimientos y necesidades del cliente
- 2.- Análisis de los requerimientos y necesidades del cliente
- 3.- Propuesta de solución para el desarrollo del proyecto
- 4.- Acondicionamiento de los sitios o área de operaciones (suele ser por parte de los clientes que se realizan estas tareas, bajo las instrucciones de la empresa)
- 4.- Acondicionamiento de equipos (realizado por el personal de la empresa)
- 5.- Comisionamiento
- 6.- Monitoreo de la operación

La aplicación de este método derivó en el cumplimiento de las fechas de inicio del proyecto, lo que se traduce en beneficios enormes tanto para el cliente como para la empresa, por parte del cliente, el hecho de iniciar la operación en tiempo, le permite empezar la amortización de la inversión que se realizó para materializar el proyecto, para la empresa, permite que se inicie cuanto antes el ingreso de dinero por concepto de venta de GNL y renta de equipos, generándose así liquidez en la empresa, además de disminuir al mínimo el costo de oportunidad por tiempo invertido en cada proyecto.

En la siguiente gráfica se muestra el crecimiento en el consumo de GNL por parte del cliente una vez que la operación está corriendo al cien por ciento.



Otro de los beneficios que resultó de lograr el comisionamiento y continua operación de cinco puntos de abastecimiento en México fue que se tiene la disponibilidad de ofrecer gas a posibles clientes, pudiendo incrementar las ventas en la empresa y cerrar contratos con diversos clientes que apenas inician con la tecnología del GNL.

Conclusiones

La industria del gas natural es un sector que se encuentra en pleno crecimiento en México, tanto en cuestión de tecnología como en el uso del gas natural como sustituto de combustibles convencionales, considerándose como la energía de transición a energías limpias.

Mi recomendación para la Facultad de Ingeniería de la UNAM, así como otras universidades, es enfocarse en enseñar a los alumnos materias que puedan ser directamente aplicadas a la tendencia tecnológica mundial y en México, todo esto desde un punto de vista sustentable y ecológico, ya que en la actualidad se busca cada vez más la aplicación de energías limpias. Los alumnos egresados también deberán contar con los conocimientos necesarios para implementar y desarrollar procesos en diferentes áreas de la industria, lo que permite a los alumnos ser de alto valor al momento de proponer soluciones y ejecutarlas.

Los egresados deben contar con conocimientos financieros, a fin de poder llevar el desarrollo de proyectos desde el planteamiento conceptual, lo cual requiere de la teoría mecánica, eléctrica, electrónica, termodinámica, fluidos y diseño, hasta la implementación de programas operativos, con el fin de tener un panorama lo más completo posible que resulte en la correcta toma de decisiones.