

**TEMA V: Conclusiones.**

## CONCLUSIONES

- Presupuesto aceptable

De acuerdo a los recursos destinados a este proyecto, se cubrieron los estudios más necesarios y básicos para concluir el diseño en condiciones aceptables para una buena operación.

- Análisis por flexibilidades de Tubería.

El análisis por flexibilidad de tuberías consiste en determinar si una línea posee la suficiente capacidad para absorber las cargas que inciden sobre ella tales como el propio peso de la tubería, la expansión térmica, las fuerzas producidas por la presión del fluido, vibraciones, terremotos y otras. Uno de los factores que pueden aumentar o disminuir la flexibilidad de una tubería es su configuración geométrica.

Los sistemas de tuberías deben poseer la flexibilidad suficiente de manera que la expansión o la contracción térmica, así como los movimientos de soportes y equipos, no conduzcan a:

- a). Falla de la tubería o de los soportes por esfuerzos excesivos o fatiga
- b). Fugas en las juntas
- c). Falla de las boquillas de los equipos conectados (recipientes a presión, bombas, turbinas.), por reacciones excesivas.

En los cálculos de las estructuras que sustentan el paso aéreo de la tubería (para librar los obstáculos que representan los ríos), fueron hechos con base en los manuales, normas y recomendaciones internacionales (de acuerdo a los requerimientos de las bases técnicas del proyecto, proporcionadas por el cliente), que en general, son muy conservadores y nos arrojan en el cálculo, estructuras muy sobradas que pudieran reducirse con el estudio de flexibilidades, ya que éste mismo se basa en el comportamiento de los esfuerzos en la tubería en distintas condiciones de operación, determinando cuales son los puntos críticos de apoyo para evitar desplazamientos importantes, reduciendo las cargas contempladas en los manuales. El estudio de análisis por flexibilidades no se efectuó en este proyecto, por estar fuera del alcance del mismo, pero es importante mencionar, que las consideraciones que se hicieron para el diseño de la estructura y cimentación de los pasos aéreos fueron satisfactorias y correctas.

- Mecánica de suelos

Es importante aclarar que el estudio de mecánica de suelos fue realizado en puntos estratégicos a lo largo del trayecto de la tubería, dentro del derecho de vía de la misma, con el objetivo de conocer los diferentes tipos de materiales que encontramos en todo el desarrollo de la línea para definir el procedimiento de excavación, propiedades volumétricas de los materiales (por motivos de transportación y costo), así como medir la capacidad de carga a nivel de desplante de la tubería para sustentarla. Esta capacidad de carga se utilizó para calcular las cimentaciones de las estructuras de los pasos aéreos, a pesar de que no se realizaron los estudios en el sitio de construcción de las mismas, tomando la capacidad del pozo a cielo abierto más cercano. Esto no quiere decir que el cálculo o las consideraciones para el diseño de la cimentación sean incorrectos, pero los parámetros que se tomaron son muy conservadores; por lo cual, nos resultan cimentaciones muy sobradas y costosas. La diferencia en el costo de la estructura y su cimentación, efectuando un estudio de mecánica de suelos en el sitio de la construcción o fuera de este, no impacta tanto en un solo cruce, pero al revisar el mismo para siete estructuras similares, que se requieren en todo el proyecto, ya es un impacto económico razonable.

- Condiciones del proyecto

Este proyecto, por sus alcances y su magnitud, se realizó en distintas etapas, generando la información en un orden cronológico para dar tiempo a las distintas disciplinas de interactuar y generar documentos definitivos y correctos en revisiones definitivas. Las etapas en las que se realizaron los trabajos fueron las siguientes:

- \* Recopilación de datos de operación y criterios de diseño.
- \* Censos y levantamientos.
- \* Cálculos en gabinete.
- \* Revisiones de documentos y planos aprobados para construcción.
- \* Construcción
- \* Puesta en operación de la línea.

- Criterios de análisis, manuales y códigos extranjeros

En el análisis y diseño estructural se emplearon recomendaciones y reglamentos extranjeros para cumplir con los estándares y especificaciones internacionales, pero sin dejar de lado las normas nacionales, y así lograr un diseño a la vanguardia de la tecnología. También se utilizaron documentos de prácticas hechas por instituciones internacionales donde se trató de estandarizar todos los procedimientos y recomendaciones para construcciones de plantas industriales con respecto a la obra civil, como son las emitidas por el PIP (Process Industry Practices).

- Integración de varias disciplinas

Existen distintos tipos de Proyectos Civiles, de acuerdo a su naturaleza y disciplinas que participan en la integración del mismo, pero si se toma en cuenta la complejidad y problemática en el desarrollo, que presenta, el mencionado en este documento, podemos clasificarlo como Multidisciplinario por la forma en que la información fue recabada de distintas áreas de la ingeniería.

- Uso de software y manejo de información

En la actualidad, los avances en la tecnología nos han llevado a utilizar archivos digitales, de tal forma que toda la información solicitada y la generada está en ese formato, por tal motivo, se requirieron de distintos softwares para manipular la información. Dentro de los paquetes de ingeniería que fueron utilizados por las distintas disciplinas, encontramos los siguientes:

- Para el área de Topografía ----- Traverse PC y Surfer (Captura de libreta de levantamiento, trazo de poligonal, localización de radiaciones y generación de curvas de nivel).
- Para el área de Costos ----- Neodata (Cálculo de Precios Unitarios).
- Para el área de Estructuras ----- RISA 3D (Cálculo de Estructuras de Concreto y Metálicas).
- Para el área Mecánica ----- CAESAR II (Análisis de Esfuerzos en Tuberías).
- Para el área de Dibujo ----- AutoCAD (Dibujo y Captura de Planos).

El uso de paquetería (Software) y manejo de información de forma digital, mejora el rendimiento de los trabajos tanto para la etapa del levantamiento y procura, así como el de diseño y proyección. Otorgándole al proyecto en general, un grado de precisión y certeza mayor. Esto también agiliza la distribución y revisión de documentos disminuyendo la probabilidad de errores y malas interpretaciones.

- Información con base en la experiencia

La experiencia de los ingenieros que participaron en el desarrollo de este proyecto, fue de gran importancia ya que se pudieron definir las condiciones y consideraciones iniciales para que todas las disciplinas interactúen e inicien los cálculos pertinentes en sus respectivos tiempos, por lo que es de vital importancia que la información sea generada por etapas y con mucha precisión debido a que la información será utilizada por otra disciplina que interactúa a su vez con otras, para generar documentación con la cual se respalda el trabajo de forma cronológica.

- Seguridad para las poblaciones aledañas

Con este proyecto se consiguió remplazar la tubería existente, que ya era insuficiente y riesgosa, ya que se encontraba en la etapa final de su periodo de vida, consiguiendo así, asegurar el buen funcionamiento de la nueva línea, para brindar mejor servicio a las plantas que se interconectan, y garantizando ante todo, disminuir el riesgo de algún accidente catastrófico, a las poblaciones aledañas que están en constante crecimiento, por lo menos en un tiempo considerable comprendido dentro de la vida útil de la nueva línea. Este punto es mencionado debido a que, en el tiempo que se hicieron las convocatorias para este proyecto, se registraron accidentes de grandes magnitudes en otras líneas que ya habían terminado su vida útil dentro del mismo estado de Veracruz.

- Sobre este documento

Este escrito fue hecho con el fin de utilizarse como guía para visualizar la participación del área civil dentro de los proyectos multidisciplinarios y observar la forma en la que interactúa con las distintas disciplinas, es decir, al intercambio de información entre ellas para proporcionar datos que se utilizan en los distintos cálculos. También como guía de procedimientos de cálculos estructurales que se basan en los más recientes manuales o reglamentos extranjeros, para construcciones industriales (los reglamentos nacionales no fueron considerados en el diseño de acuerdo a los requerimientos de las bases técnicas del proyecto).

Como experiencia personal, este documento me llevó a investigar sobre los procedimientos de cálculo, prácticas y reglamentación a nivel internacional de construcción industrial, con el objeto de definir el procedimiento de cálculo dentro de los estándares de última tecnología, así como también conocer y aplicar el software más utilizado para este tipo de proyectos.