

# Desarrollo de nueva infraestructura e implementación de estrategias operativas para el manejo de producción adicional en el Campo Ixtoc

*Cecilia Jiménez Gámez*  
[cecilia.jimenezg@pemex.com](mailto:cecilia.jimenezg@pemex.com)

*Viridiana Salazar Méndez*  
[viridiana.salazar@pemex.com](mailto:viridiana.salazar@pemex.com)

*Jesús Iván Ruiz Jiménez*  
[jesus.ivan.ruiz@pemex.com](mailto:jesus.ivan.ruiz@pemex.com)

**Activo de Producción Cantarell,  
Subdirección de Producción  
Región Marina Noreste, México**

Información del artículo: recibido: junio de 2014-aceptado: febrero de 2015

## Resumen

Se presenta el análisis técnico realizado para el desarrollo de infraestructura requerida por incorporación de producción adicional y la implementación de estrategias operativas para el manejo de esta producción en la plataforma Ixtoc-A. Este análisis es soportado por el modelado del flujo multifásico en régimen permanente y transitorio, el cual permitió dimensionar los ductos requeridos y analizar los diferentes escenarios operativos.

**Palabras clave:** Infraestructura, instalaciones, flujo multifásico, régimen estacionario y transitorio.

## Abstract

Technical analysis is presented for the development of infrastructure requirements to incorporate an additional production of Ixtoc-A and for the management strategy platform's production. This analysis is supported by the modeling of multiphase flow in permanent and transitional regime, which allowed sizing the required pipeline and analyzes the different operating scenarios.

**keywords:** Facilities, multiphase flow, permanent and transitional regime.

## Introducción

El Activo de Producción Cantarell está desarrollando el campo Ixtoc ubicado en la Sonda de Campeche, dicho campo se encuentra bajo la jurisdicción de la Región de Producción Marina Noreste y está localizado aproximadamente a 90 Km al Noroeste de Ciudad del Carmen, Campeche, en aguas territoriales del Golfo de México, al Occidente

de la plataforma de Yucatán y al Oeste de la provincia geomorfológica conocida como Pilar de Akal; produce crudo ligero de 31°API y fue descubierto en junio de 1979 e iniciando su explotación en mayo de 1984. En total se han perforado once pozos en el yacimiento: uno exploratorio Ixtoc-1, dos de alivio Ixtoc-1A/B (taponados), ocho en la plataforma Ixtoc-A ubicada en el área sur y uno en la plataforma Ixtoc-TA ubicada en el área norte.

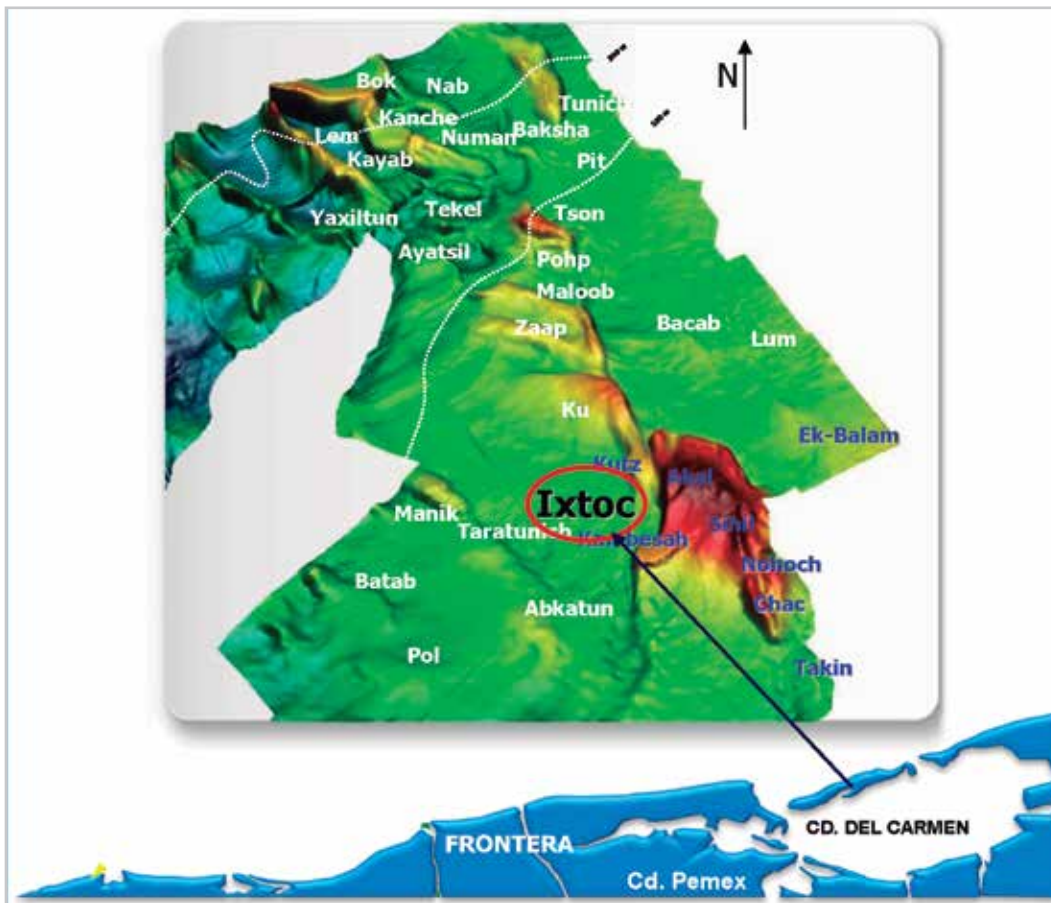


Figura 1. Ubicación del Campo Ixtoc.

## Antecedentes

Actualmente Pemex trabaja en el desarrollo del campo Ixtoc, este trabajo se enfocará en el desarrollo de la zona sur del campo, la cual inició con la perforación del pozo Ixtoc-18, el cual se perforó en 1983 en la cima de la Brecha del Cretácico Superior, a este pozo le siguió la perforación y terminación del Ixtoc-16.

Durante 20 años se estuvo produciendo únicamente con estos dos pozos hasta marzo de 2005, cuando se perfora el pozo Ixtoc-36; posteriormente en el año 2008 se realizaron

una serie de estudios de caracterización estática y dinámica mediante los cuales se determinó un incremento del volumen y de reservas de este yacimiento.

Hasta el 2011 el campo Ixtoc producía 13,000 BPD mediante tres pozos fluyentes localizados en la plataforma Ixtoc-A/perforación, a su vez dicha producción era enviada como mezcla a través de la línea-10 oleoducto de 14"  $\varnothing$  por 17 km vía la plataforma Akal-F y la línea-4 oleoducto de 14" por 2.5 km hacia el Centro de Proceso Akal-C para su procesamiento final.

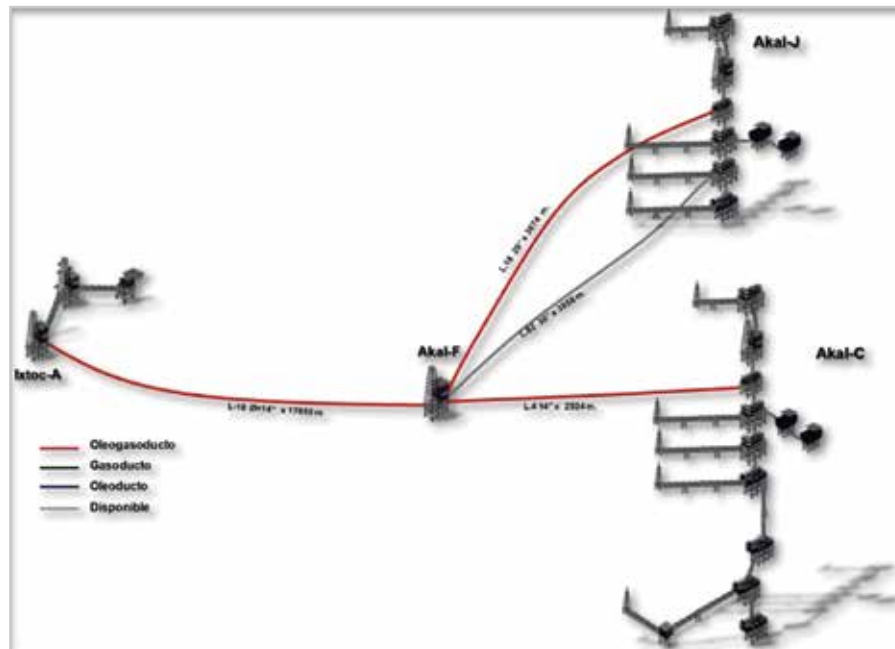


Figura 2. Esquema de manejo de la producción de la Plataforma Ixtoc-A.

Con base al comportamiento dinámico del campo, el cual indicaba la existencia de un mayor volumen de aceite, se replanteó el esquema de desarrollo para la explotación de la zona sur proponiendo la perforación de ocho pozos adicionales (Ixtoc-76, 12, 14, 15, 17, 19, 20 y 21), utilizando conductores disponibles en la plataforma Ixtoc-A e implementando el bombeo neumático como sistema artificial de producción; iniciando una nueva etapa de desarrollo en la formación de BKS.

Derivado de lo anterior, se tuvo un incremento en la producción, lo cual demandó una adecuación, modernización e incorporación de infraestructura para el manejo en superficie y transporte de la producción adicional.

La infraestructura existente de la plataforma Ixtoc-A perforación durante la primera etapa de desarrollo consistía de:

- Línea-10 de 14" de diámetro y 17 kms de Ixtoc-A hacia Akal-F.
- Separador de prueba, (fuera de operación)
- Cabezales de prueba y grupo para los tres pozos existentes.

Con base en lo anterior, se planeó el desarrollo, las estrategias operativas de manejo en superficie y el sistema de transporte requerido, mediante el planteamiento de distintos escenarios de manejo de los hidrocarburos hacia instalaciones estratégicas cercanas con el objeto de aprovechar al máximo la infraestructura existente de la Región de Producción Marina Noreste.

## Objetivo

Desarrollo de infraestructura y estrategias operativas requeridas para el manejo en superficie y transporte de la producción de la plataforma Ixtoc-A por incorporación de producción adicional.

## Desarrollo del tema

Se realizaron análisis de flujo multifásico en régimen transitorio para evaluar el comportamiento del transporte a través de los ductos existentes (dos oleogasoductos de 14" L-10 y L-4) de acuerdo a la producción esperada por la incorporación de estos pozos, **Figura 3**.

El cual mostró que las presiones de salida en Ixtoc-A para el manejo de la producción esperada alcanza los 36 kg/cm<sup>2</sup> y 14 kg/cm<sup>2</sup> en Akal-F, como se observa en las Figuras 4 y 5,

donde se interconecta con el segundo oleogasoducto para su envío al Centro de Proceso Akal-C.



Figura 3. Modelo de flujo multifásico en régimen transitorio.

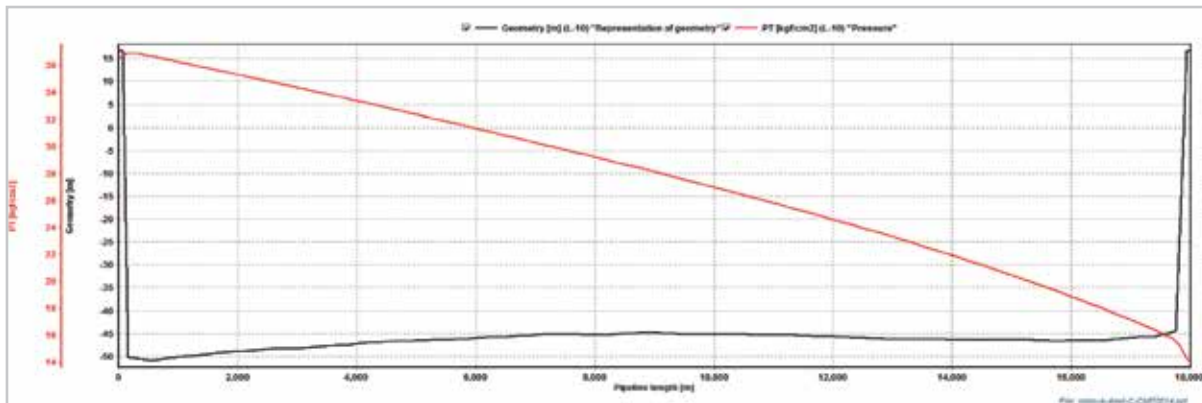


Figura 4. Perfil de presiones en L-10 de 14” de Ixtoc-A hacia Akal-F.

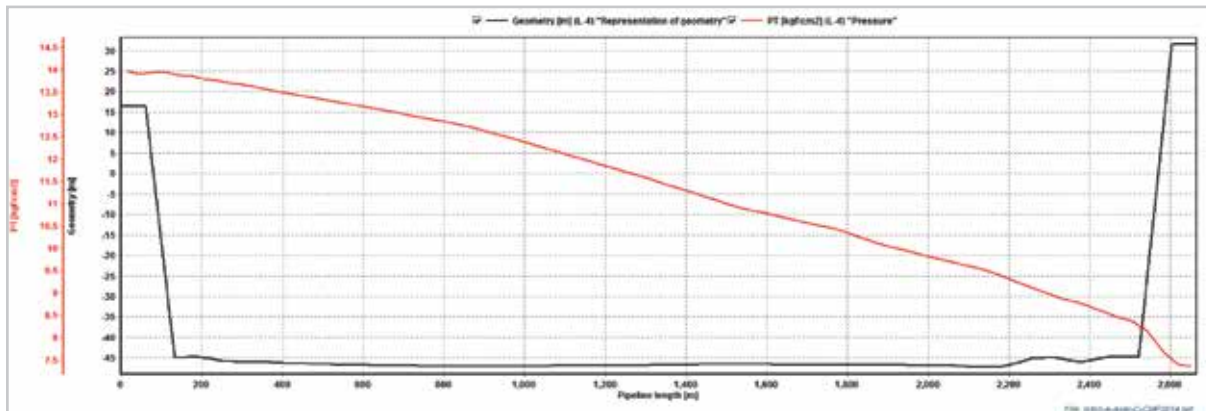


Figura 5. Perfil de presiones en L-04 de 14” de Akal-F hacia Akal-C.

Derivado del análisis anterior, se concibió la necesidad de incorporar infraestructura adicional para el manejo en superficie de la producción con la capacidad y flexibilidad requerida, sin impactar en la productividad de los pozos debido a las altas presiones que se originaban a la salida de la plataforma para su transporte.

Adicional a esto, a fin de cumplir con los compromisos de producción se visualizó la aplicación del sistema artificial de producción de bombeo neumático continuo para los pozos nuevos y existentes con la finalidad de ayudar en el instante que la presión de yacimiento no sea la suficiente para que los pozos continúen con su vida productiva.

Por lo que la infraestructura adicional que se propuso es la siguiente:

- Instalación de cabezales de prueba, producción, grupo e inyección de gas de B.N.
- Gasoducto de BN para el suministro a la plataforma Ixtoc-A/perforación
- Obra electromecánica

- Proceso de separación de la mezcla realizado directamente en la plataforma Ixtoc-A con flexibilidad para el manejo de la producción de las siguientes etapas de desarrollo del campo Ixtoc.
- Gasoducto para el transporte de gas separado.
- Cambio de servicio de oleogasoducto de 14" a oleoducto.

Para el desarrollo de la nueva infraestructura se utilizaron las propiedades físico-químicas del fluido a transportar como composición, densidad API, viscosidad, relación gas -aceite, pronóstico de producción, así como información de la configuración de la tubería, perfil topográfico, diámetros nominal e interior y profundidades de las plataformas.

Para la realización de la curva de capacidad del ducto existente, se efectuó el modelo en régimen estacionario, considerando el cambio de servicio de oleogasoducto a oleoducto; de acuerdo a los resultados para el pico máximo de producción esperado, la presión requerida a la salida es de aproximadamente 11.0 kg/cm<sup>2</sup>, **Figura 6 y 7**, presión que permitiría a los pozos producir sin problemas de abatimiento.

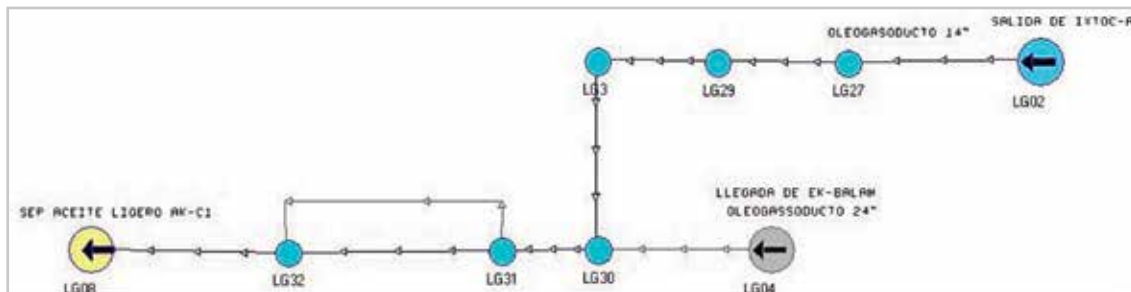


Figura 6. Modelo en régimen estacionario del oleoducto de 14" de Ixtoc-A.

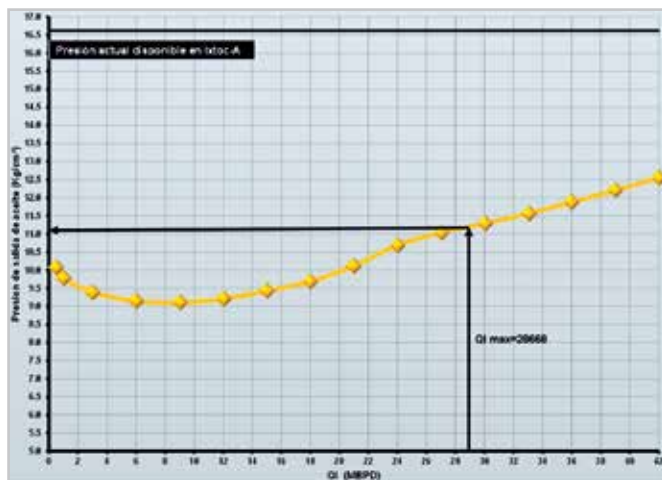
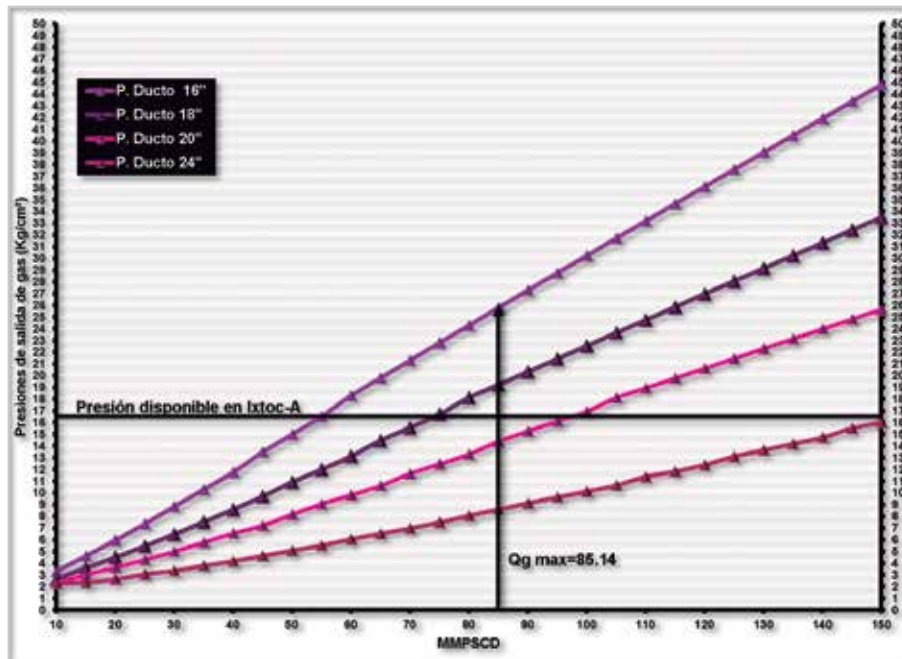


Figura 7. Curva de capacidad de ducto existente de 14" para aceite separado.

Posteriormente para el transporte del gas separado se realizó el análisis de sensibilidad con diámetros de tuberías de 16", 18", 20" y 24", **Figura 8**; este gasoducto fue proyectado para operar bajo la premisa de que todo el aceite será transportado hasta el Centro de Proceso Akal-C (Akal-C1) por la línea de 14" existente y requiriendo presiones de salida de entre 10 y 12 kg/cm<sup>2</sup>.

En base a lo anterior, se recomendó una línea nueva de 24" de Ixtoc-A hacia Akal-F para enviar el gas hacia el Centro de Proceso Akal-J (Akal-J/3) con la mezcla de Akal-F y FO, que además tendrá la flexibilidad de operar como oleogasoducto en caso de ser requerido, **Figura 9**.



**Figura 8.** Análisis de sensibilidad de gasoducto de gas amargo.



**Figura 9.** Gasoducto de 24" de Ixtoc-A hacia Akal-F.

Para el suministro de gas de B.N., a la plataforma Ixtoc-A, se proyectó por estrategia debido a la cercanía de la misma, la construcción del gasoducto a partir del ducto de gas de B.N. para el campo Kambesah, proveniente de la línea 239 de la media luna sur de la red de B.N. de la RPMNE.

Se realizó el análisis en régimen estacionario para el dimensionamiento del gasoducto de gas de BN, tomando en cuenta la distribución de flujos de gas de BN de la RPMNE, derivado de los resultados del análisis se seleccionó un diámetro de 8" para el gasoducto que abastecería a la plataforma Ixtoc-A.

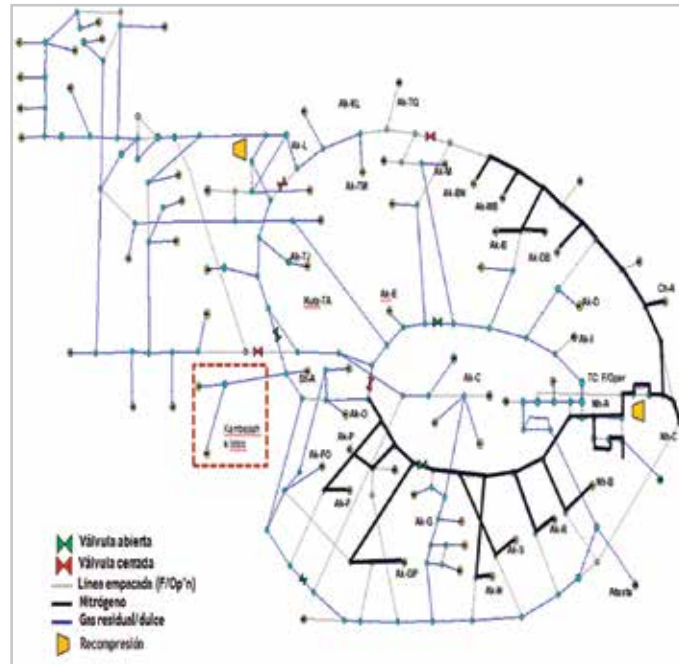


Figura 10. Modelo de simulación de la red de distribución de gas de BN de la RPMNE.

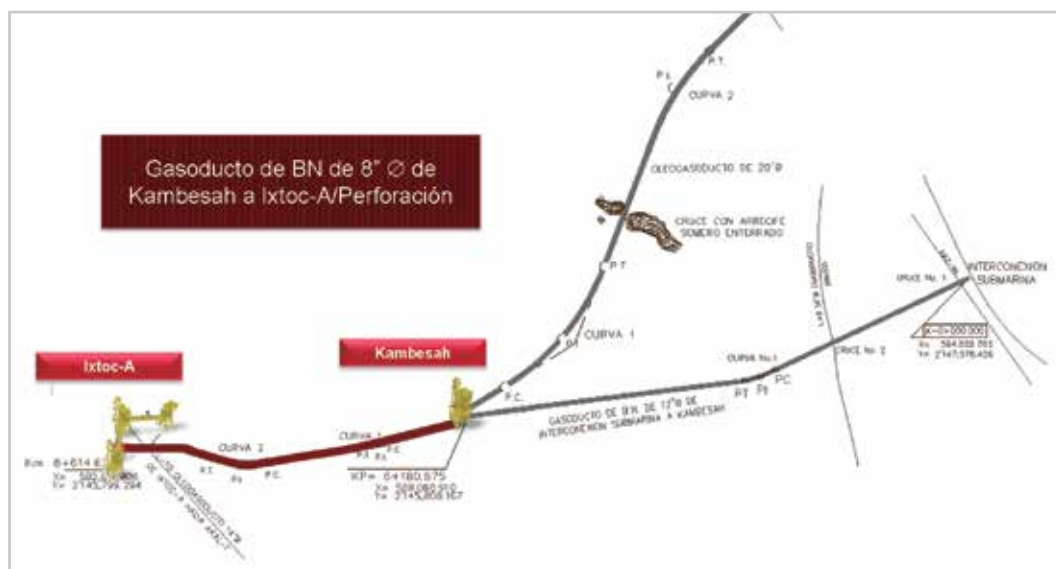


Figura 11. Gasoducto de B.N. de 8" de Kambesah hacia Ixtoc-A.

Una vez definida la infraestructura adicional propuesta para el manejo de la producción a incorporarse por los ocho pozos programados en Ixtoc-A/perforación, se procedió a la realización de estas obras requeridas, las cuales debido a sus tiempos de ejecución se prolongó la puesta en operación de dicha infraestructura, por lo que se tuvieron que implementar estrategias de explotación alterna que permitieran la incorporación de esta producción en tiempo con la infraestructura existente, cumpliendo con las metas de producción de la RPMNE de acuerdo a requerimientos, compromisos y demanda de producción de aceite ligero.

## Estrategias de manejo de la producción

En el periodo 2011-2013 se realizó la perforación de los pozos adicionales como la ejecución de las obras para el manejo de la producción total de Ixtoc-A/perforación; en tanto se desarrollaban las fases constructivas de la infraestructura requerida, se realizó la implementación de estrategias operativas para la continuidad del manejo en superficie y transporte de la producción, de tal manera que permitió incorporar la producción programada evitando diferimiento y contrapresiones en las líneas. Por lo que el reto principal fue reducir la RGA de la mezcla a fin de disminuir la presión de salida requerida en el oleogasoducto de 14" para poder realizar el transporte de la producción, ya que las presiones del cabezal de producción no permitían la incorporación de la producción de los nuevos pozos ocasionando abatimiento, por lo cual, se plantearon las siguientes estrategias y fases del desarrollo del proyecto:

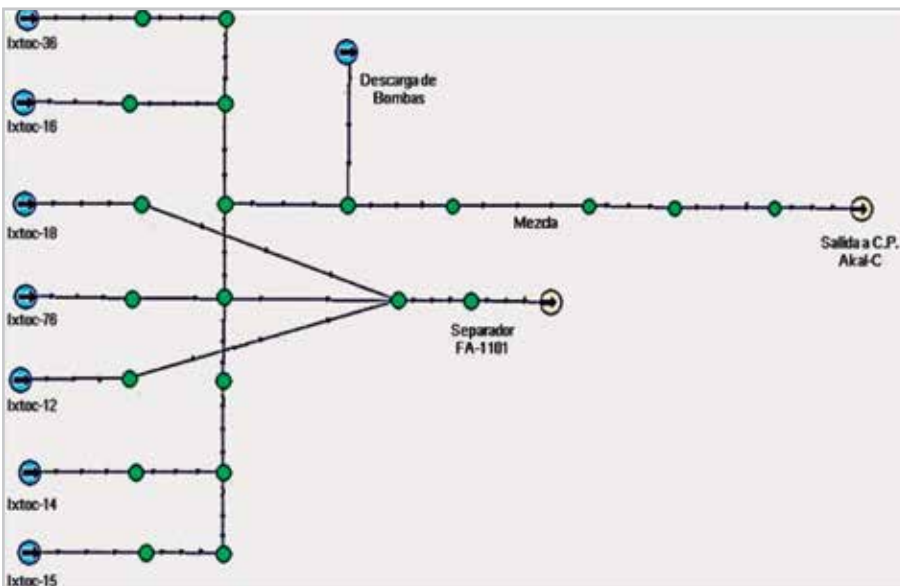
- Manejo de la producción a barco de proceso Toisa Piscis

El envío de los pozos al barco de proceso permitió que fluyeran sin restricciones de presión, aportando la cuota establecida, y al procesarse en el barco permitía su almacenamiento para su posterior trasiego y de esta forma contar con esta producción.

- Servicio de renta de planta de proceso para manejo de la producción

El disponer de una planta de proceso con capacidad de manejar la producción adicional de forma continua hasta la conclusión de las obras, permitió minimizar el represionamiento existente en el cabezal de mezcla y realizar diferentes escenarios de manejo de la producción de los pozos mediante simulación en régimen estacionario, considerando las condiciones operativas existentes y las que se presentaban cada vez que se incorporaba un nuevo pozo, de la siguiente manera:

- Manejo de uno a cuatro pozos alineados a planta de proceso, bajo la premisa de contar con el mayor aporte de producción y el menor represionamiento.
- Se establecieron bajas presiones de separación a fin de maximizar el aporte de aceite.
- Manejo de los pozos con gastos críticos

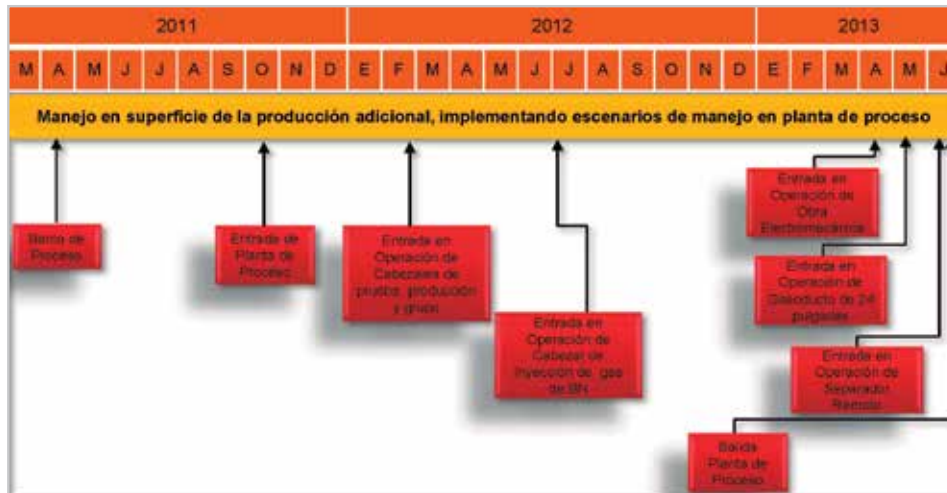


**Figura 12.** Modelo de simulación en régimen estacionario del sistema de producción de Ixtoc-A.



El manejo en superficie de la producción adicional de la plataforma Ixtoc-A/perforación, mediante el uso de un barco de proceso y posteriormente la operación de una

planta de proceso en tanto se incorporaba la infraestructura requerida, **Figura 13**.

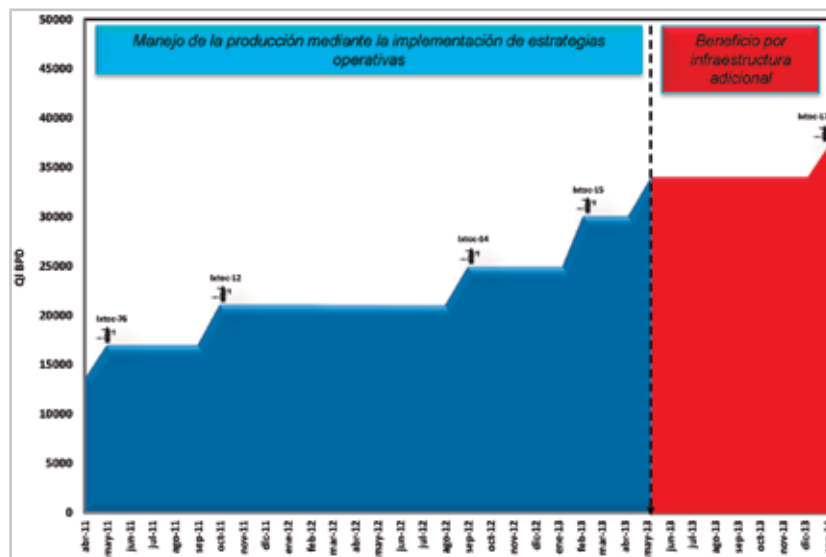


**Figura 13.** Línea del tiempo del manejo de la producción de Ixtoc-A.

### Conclusiones

El desarrollo de infraestructura y la implementación de estrategias para el manejo y transporte de la producción de la plataforma Ixtoc-A, permitió incorporar producción adicional en el Activo de Producción Cantarell, cumpliendo con las metas de producción de la RPMNE de acuerdo a requerimientos, compromisos y demanda de producción de aceite ligero.

Las estrategias de manejo de la producción fueron definidas y cuidadas para no afectar los compromisos de producción del Activo, durante la ejecución del proyecto y junto con la incorporación de infraestructura permitió incrementar la producción como se muestra en la **Figura 14**, contando además con flexibilidad para el manejo actual y futuro.



**Figura 14.** Beneficios en producción por incorporación de infraestructura adicional.

## Referencias

Ayala, O.F., Ayala, L.F. y Ayala, O.M. 2007. Multi-phase Flow Analysis in Oil and Gas Engineering Systems and its Modeling. *Hydrocarbon World* (7): 57-61.

Garaicochea Petrirena, F., Bernal Huicochea, C. y López Ortiz, O. 1991. *Transporte de Hidrocarburos por Ductos*. México: Colegio de Ingenieros Petroleros de México, A.C.

Brill, J. y Beggs, H.D. 1998. *Two-phase Flow in Pipe*. Tulsa, Oklahoma.

## Semblanza de los autores

### Cecilia Jiménez Gámez

Egresó en el año 2000 de la carrera de Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Orizaba, inicio su actividad profesional en la industria de empaque primario para bebidas realizando análisis físicos de la producción; posteriormente en la industria cervecera en la implantación de normas mexicanas en el área de Ecología; en el 2003 en la industria petrolera ingresa al Instituto Mexicano del Petróleo, en el área de exploración y producción, desarrollando estudios y análisis de tecnologías para resolver problemáticas operativas; y actualmente desde hace nueve años labora en Pemex Exploración y Producción en el Activo de Producción Cantarell de la RPMNE en la Coordinación de Diseño de Proyectos como especialista de diseño de instalaciones superficiales de producción y aseguramiento de flujo, participando en el proyecto de desarrollo y explotación de los campos Kambesah, Kutz, Ixtoc, Sihil, Chac y Nohoch.

### Viridiana Salazar Mendez

De marzo de 2010 a la fecha se ha desempeñado como Ingeniero de procesos en el Activo de Producción Cantarell y en el Activo de Producción Ku Maloob Zaap, ambos en la Coordinación de diseño de proyectos teniendo como actividades principales:

Diseño de infraestructura acorde a pronósticos de producción de campos en desarrollo, dimensionamiento de ductos y equipos de proceso, análisis hidráulicos de redes de transporte de hidrocarburos, optimización del manejo de hidrocarburos, identificación de cuellos de botella en redes de transporte, análisis en régimen transitorio de sistemas integrales de producción (pozo – redes superficiales), balances de materia y energía, así como atención a problemáticas operativas diarias.

### Jesús Iván Ruiz Jiménez

Egresó en el año 2009 de la carrera de Ingeniería Petrolera de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Ticomán. Inició su actividad profesional en el área de perforación en el sector privado para posteriormente ingresar a Pemex en la Región Norte. Desde el año 2010 labora en el Activo de Producción Cantarell en la Coordinación de diseño de Proyectos como especialista en Ingeniería de Yacimientos, participando en el proyecto de desarrollo y explotación de los campos Ixtoc, Chac, Nohoch y Kutz.