

SISTEMA DE GESTIÓN DE LAS DIFERENCIAS DE INYECCIÓN DE AGUA “I-CHOKE”

Darío Baldassa, Eduardo Berón, Agustín Manera
Pan American Energy LLC, Unidad de Gestión Golfo San JORGE
Democracia 51, Comodoro Rivadavia, Chubut.
Tel.: (0297) 449-9800, e-mail: dbaldassa@pan-energy.com,
eberon@pan-energy.com,
amanera@pan-energy.com.

SINOPSIS

El vertiginoso desarrollo que PAN AMERICAN ENERGY efectuó en los últimos años en la Unidad de Gestión del Golfo San Jorge, impulsó la implementación de una **herramienta de gestión de las diferencias de inyección de agua, denominada “I-Choke”**, a fin de reducir las pérdidas de petróleo asociado en los proyectos de recuperación secundaria.

El principal objetivo del “I-Choke” es tener clasificados, cuantificados y almacenados los desvíos de inyección, a efectos de poder atacar en forma temprana los cuellos de botella.

El proceso de implementación es expuesto de manera tal que se muestran los pasos que acompañaron el desarrollo de la herramienta. Por ejemplo, la automatización, que permitió realizar la expansión del proceso en todo el campo; la modificación de los sistemas de gestión existentes, que admitieron ser adaptados a las necesidades específicas del nuevo modelo; y por último, el recurso humano requerido para este cambio.

La secuencia lógica del “I-Choke”, que involucra tanto la validación de datos reales de inyección como la clasificación y cuantificación pérdidas asociadas, está contemplada dentro de la base de datos de producción de petróleo existente. Esto permite completar el ciclo con el “E-Choke”, que es la herramienta de gestión de las pérdidas de petróleo.

INTRODUCCIÓN

Pan American Energy desarrolla sus actividades en la Cuenca del Golfo en tres áreas principales: Cerro Dragón, Koluel Kaike y Piedra Clavada. La producción total por recuperación secundaria supera los 10.000 m³opd, con una inyección del orden de los 170.000 m³wpd, que se inyectan en más de 600 inyectoras). **(Ver Referencias Gráficas - Fig. N° 1).**

Con el fin de lograr la excelencia en el manejo de la inyección, se inició el trabajo con un modelo de cuatro etapas, basado en diferentes áreas. En la primer etapa se define un plan estratégico y un gerenciamiento de la inyección a nivel general; en la segunda, se define el gerenciamiento de la inyección en la operación; en la tercera, se define el gerenciamiento a nivel pozo; y en la última, se define el incremento en la inyección a futuro. **(Ver Referencias Gráficas - Fig. N° 2).**

Este modelo de las cuatro etapas nos permitió autoevaluarnos para conocer nuestro estado original, en las diferentes áreas de cada una de las etapas, y de este modo se estableció las mejoras a

realizar. Entre los desafíos planteados en el área de “herramientas adecuadas y procesos”, surge la implementación de esta **herramienta de gestión de las diferencias de inyección de agua “I’Choke”**.

La herramienta de gestión **“I-Choke”** se fundamenta en cuantificar y categorizar los desvíos en la inyección de agua en diferentes **“orígenes”** (fluido, planta, pozo y reservorio) ocasionadas por diferentes **“causas”** (operativas programadas, operativas no programadas y no operativas) que originan la pérdida de petróleo, a efectos de atacar en forma temprana los cuellos de botella, priorizar los trabajos, asignar los recursos necesarios y reducir costos. **(Ver Referencias Gráficas - Fig. N° 3).**

DESARROLLO

Se comenzó trabajando en conjunto con los responsables del I-Choke de BP (British Petroleum), quienes colaboraron con el modelo base de la herramienta, fundamentalmente con la forma de clasificar las diferencias de inyección de agua: “Biblioteca de Pérdidas”.

Sobre este modelo, y apoyándonos en el **entorno de la Base de Datos de Producción existente “InfoProd”**, se desarrolló y adoptó la herramienta de gestión **“I-Choke”**.

La prueba piloto se llevó a cabo en cuatro proyectos de recuperación secundaria, con un total de 350 pozos, incluyendo productores e inyectores donde las mediciones de caudal para este proceso inicial se obtenían en un 70% a través de caudalímetros electromagnéticos y la restante a través de caudalímetros mecánicos.

La forma de adquisición de datos se tornaba engorrosa ya que la lectura de caudal y presión tenían que ser tomados en los manifold de inyección por el personal operativo con períodos de muestreos semanales y posteriormente se cargaban en el sistema “InfoProd”,

La **Automatización del Campo** permitió optimizar los recursos transmitiendo datos en forma remota y así poder **incorporar el I-Choke a todos los proyectos de recuperación secundaria existentes: 59 en total.**

Hoy al existir un Sistema Integrado de Control de Fluidos SICFLU, éste no solo es utilizado como consulta de valores de presión y caudal a nivel planta y pozo, si no que nos permite realizar en tiempo real balances de fluidos y así reducir las pérdidas de petróleo por excedentes de agua como también llevar a cabo predicciones para los requerimientos futuros de agua de inyección. **(Ver Referencias Gráficas -Fig. N° 4).**

La asignación de recursos humanos, **Personal Técnico Operativo**, fue fundamental para el desarrollo del I-Choke, y actualmente **trabajan en conjunto con Ingeniería de Waterflooding para llevar a cabo el Sistema de Gestión de la Inyección de Agua.**

Partir de una **“Biblioteca de Pérdidas”** generada por BP, para un yacimiento de características diferentes a las existentes en la Unidad de Gestión del Golfo San Jorge, requirió el entendimiento detallado de la misma, la cual se podía clasificar en tres **Causas** y dos **Orígenes**:

Causa nivel 1:

- No Operativa.
- Operativa no Programada.
- Operativa Programada.

Causa Nivel 2:

- Factor Humano.
- Política de SSA.
- Control Calidad de agua.
- Mantenimiento.
- Ambiente.

Causa Nivel 3:

- Commissioning.
- Corrosión.
- Diseño.
- Impacto Ambiental.
- Reparación de Pozos.
- Puesta a Punto/Optimización.

Orígenes Nivel 1:

- Fluido.
- Planta.
- Pozo.
- Reservorio.

Orígenes Nivel 1:

- Control.
- Inyectividad.
- Pozo

En la etapa de prueba la biblioteca era usada con distintos criterios en los lugares donde se estaba implementando, por lo que el consenso de todas las partes intervinientes fue necesario con el propósito de poder agrupar iguales causas de pérdidas a un mismo recurso a fin de poder erradicarla. Para esto se agregó a la biblioteca generada por BP, el lugar donde sucede (subsuelo, superficie), una breve descripción y observación con el objetivo de una rápida identificación. **(Ver Referencias Gráficas - Fig. N° 5).**

El sistema “**InfoProd**”, marco dentro del cual se encuentra el “**I-Choke**”, presentaba inicialmente cierta rigidez para poder llevar a cabo la gestión de inyección de agua ya que éste fue concebido como base de datos de producción. Para ajustarlo a los requerimientos planteados inicialmente, fue necesaria una retroalimentación periódica desde el sector de Waterflooding, lo cual permite hoy la utilización de tiempos muy cortos para un cierre diario de inyección como se explicará mas adelante. **(Ver Referencias Gráficas - Fig. N° 6).**

FUNCIONAMIENTO

El I-Choke es uno de los módulos que se encuentra dentro del marco del sistema “**InfoProd**”, el cual a través de su herramienta **S.I.C.F.L.U.** (Sistema Inteligente de Control de Fluidos) nos permite en forma diaria obtener información de los caudales inyectados por pozo, que son transmitidos a través de RTU’s, las cuales toman las señales de los caudalímetros de cada uno de los manifold de los pozos inyectoros.

Los caudales que se importan, si bien son las lecturas reales tomadas por cada uno de los caudalímetros, son presentados como valores sugeridos por el sistema, ya que requieren su validación diaria respectiva. **(Ver Referencias Gráficas - Fig. N° 7).**

Accediendo a cada uno de los proyectos, el sistema “InfoProd” muestra los pozos con su valor de inyección sugerido. Dentro de este módulo seleccionando cada pozo se realizan las correcciones respectivas, ya sea en los casos donde se haya detectado falla en la lectura del caudalímetro, se encuentre descalibrado o fuera de servicio, indicando el motivo por el cual fue realizada dicha corrección. **(Ver Referencias Gráficas - Fig. N° 8) .**

Posterior a la aprobación de inyección a nivel pozo es necesaria realizarla a nivel planta, donde el sistema compara medición de planta vs. suma de inyectoros asociados a la planta.

Una vez realizadas las correcciones de las lecturas de los caudalímetros de todos los pozos y aprobado el caudal diario de inyección a nivel pozo y planta, se comienza con el cierre diario de inyección con la asignación de las pérdidas a través de la biblioteca estandarizada para aquellos desvíos que superen el +10%, o estén por debajo del -10% del caudal de forecast de cada pozo. Aquellas diferencias no justificadas diariamente son adjudicadas mediante un cierre mensual. **(Ver Referencias Gráficas - Fig. N° 9 / 10) .**

El sistema permite también cargar “pérdidas crónicas” las cuales suman o restan al caudal de forecast, logrando de esta forma que el caudal obtenido por el caudalímetro se compare con el caudal de forecast +/- la pérdida crónica cargada previamente a lo que llamamos “caudal operativo”, con lo que se consigue que solamente haya que justificar dicha diferencia.

El I-Choke también posee un módulo de consulta donde se pueden visualizar todas las pérdidas justificadas y es a partir de allí donde se realiza la asignación de recursos de forma tal que estos tengan la mayor eficacia posible.

Esta consulta puede ser realizada por proyecto de recuperación secundaria o por pozo inyector abarcando el rango de fechas que se requiera evaluar. **(Ver Referencias Gráficas - Fig. N° 11) .**

El cierre de “**I-Choke**” es un ejercicio que nos permite en forma diaria conocer los desvíos de nuestra inyección, lo cual nos facilita la asignación de recursos en forma temprana sobre los desvíos presentados y al mismo tiempo la consiguiente toma de decisiones.

RESULTADOS

El I-Choke es una herramienta muy importante en la gestión de los proyectos de recuperación secundaria, y nos ha permitido **alcanzar objetivos** comunes en cada uno de los sectores de la compañía, dentro de un **marco de seguridad, salud, medio ambiente y económico-financiero**.

Esto también nos ha permitido compararnos con otras unidades de gestión. **(Ver Referencias Gráficas - Fig. N° 12)**

Desde su implementación hemos podido destacar los siguientes puntos:

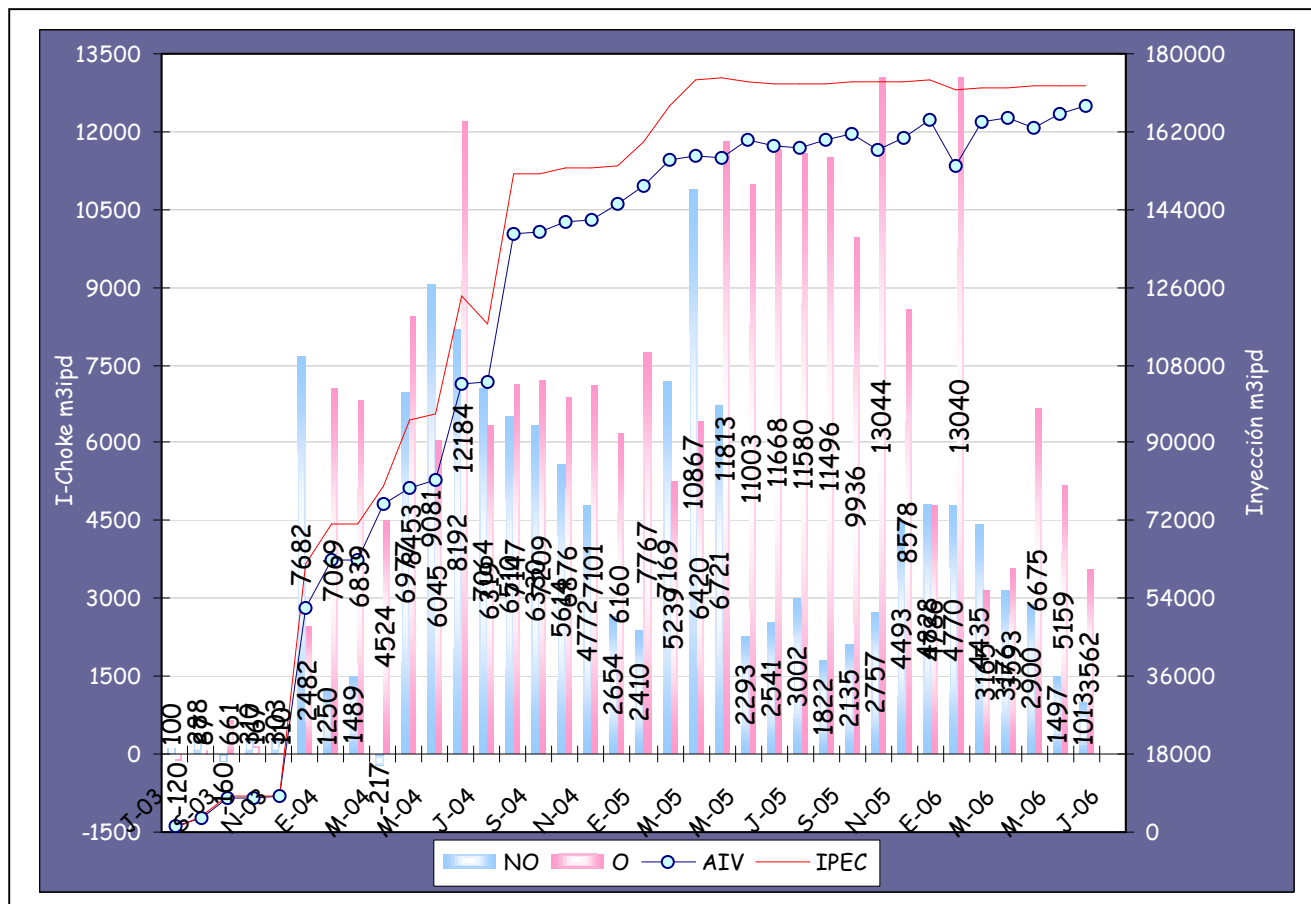
- **Identificación de cada sector con la producción y la inyección.**
- **Entendimiento global del negocio.**
- **Mayor compromiso diario.**
- **Mejoramiento de la comunicación entre sectores.**
- **Detección temprana de los desvíos.**
- **Optimización en la asignación de recursos.**
- **Innovación en cada sector.**
- **Desafío personal.**

Entendemos al I-Choke, dentro de la Unidad de Gestión del Golfo San Jorge, como una herramienta que nació producto de una necesidad, y que hoy es tomada como referencia.

INFORMES GRÁFICOS

Seguimiento de las Diferencias de Inyección:

En la siguiente gráfica se puede observar la inyección mensualmente (AIV), comparada con los pronósticos de inyección (IPEC), con sus respectivas pérdidas operativas y no operativas asociadas.



Referencias:

NO: Pérdidas de inyección No Operativas.

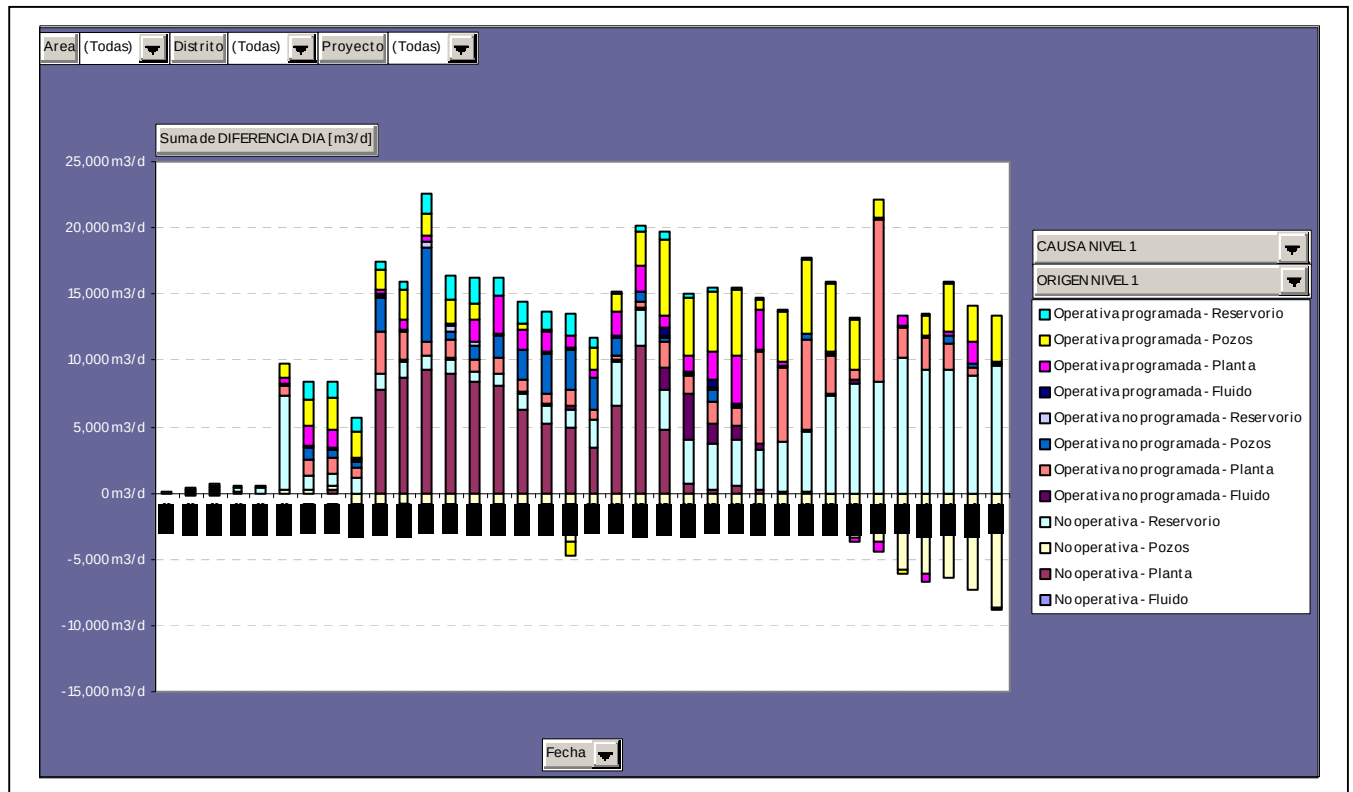
O: Pérdidas de inyección Operativas.

Average Injection Value(AIV): Valor promedio de inyección.

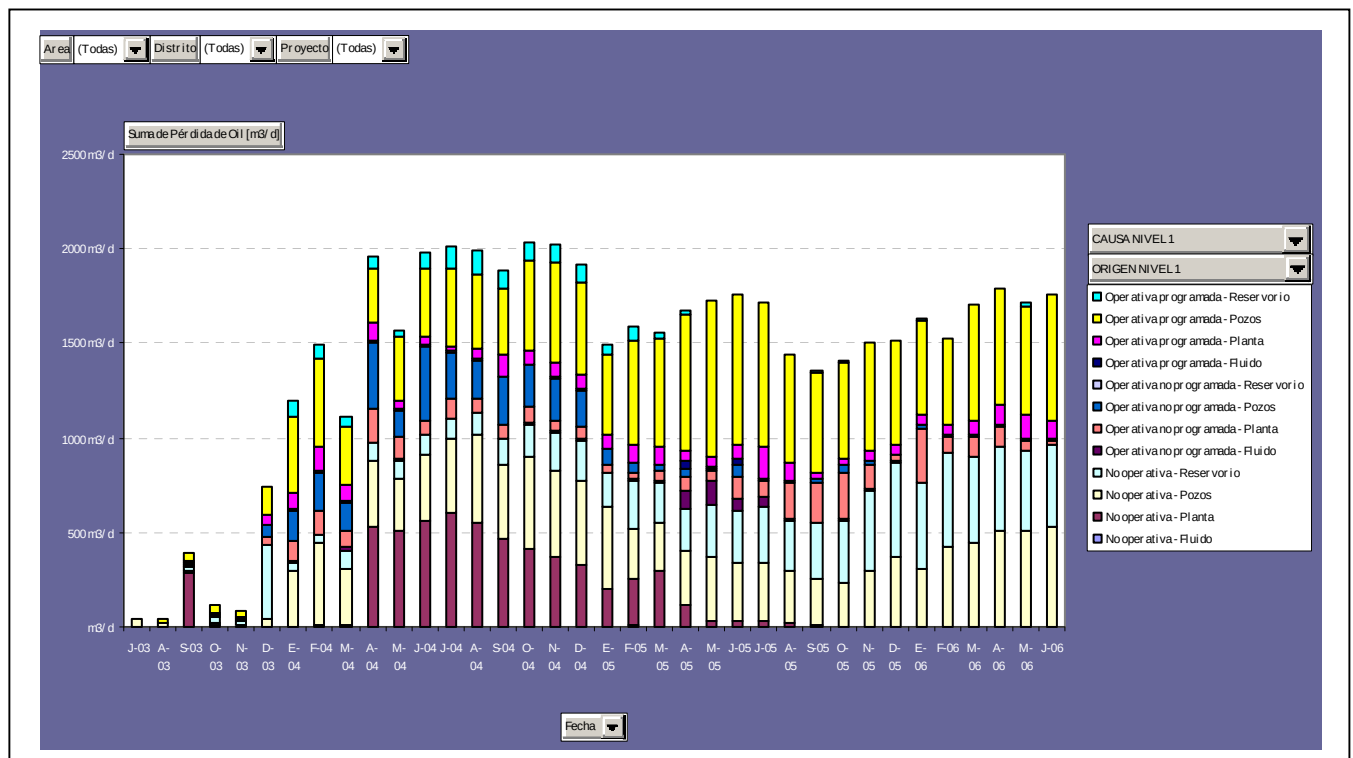
Injection Plant Expected Capacity (IPEC): Objetivos de inyección en función de la capacidad instalada de planta .

Clasificación de las Diferencias de Inyección

Es posible distribuir mediante la biblioteca de pérdidas mencionada anteriormente, las diferencias de inyección periódicamente.



Petróleo Asociado a las Diferencias de Inyección



REFERENCIAS GRAFICAS

Figura N° 1-Desarrollo de la Cuenca del Golfo

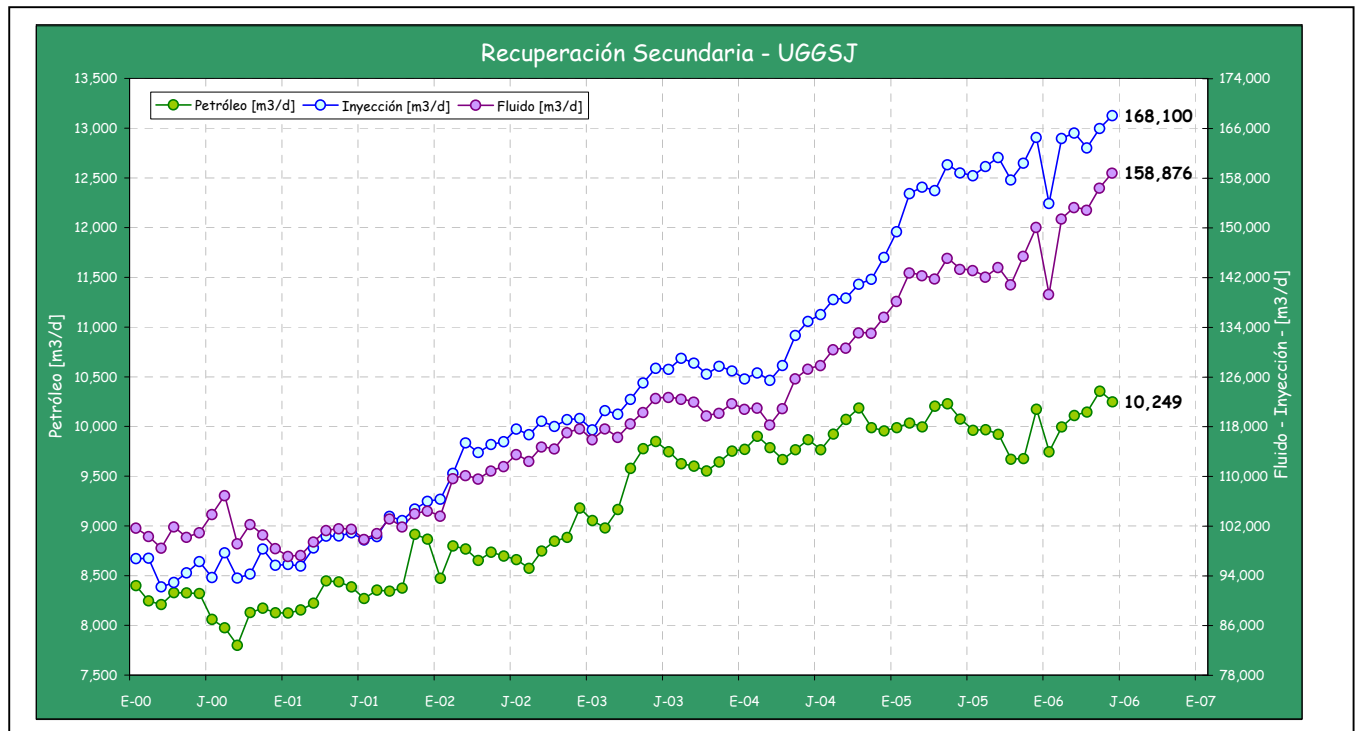


Figura N° 2-Modelo de cuatro etapas.

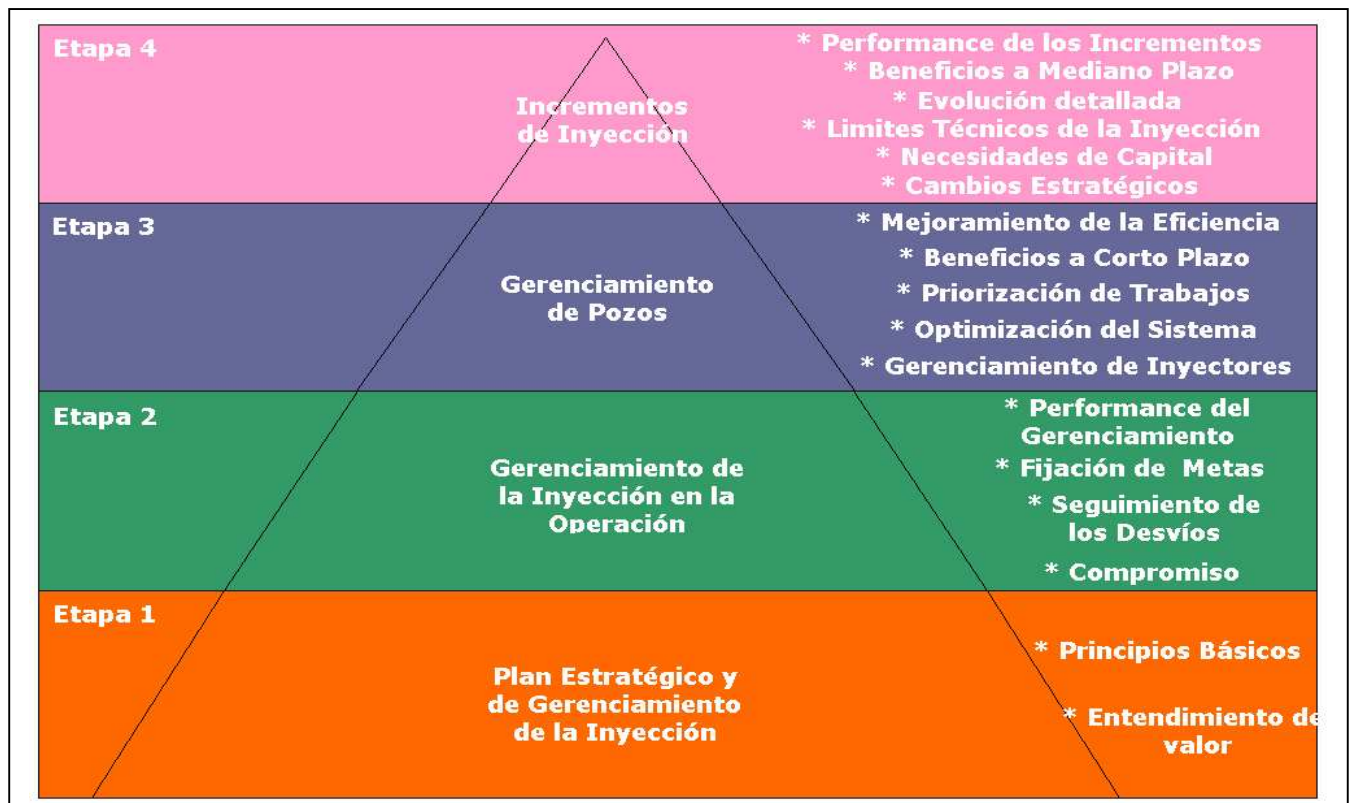


Figura N° 3 –Fundamento del Sistema de Gestión “I-Choke”

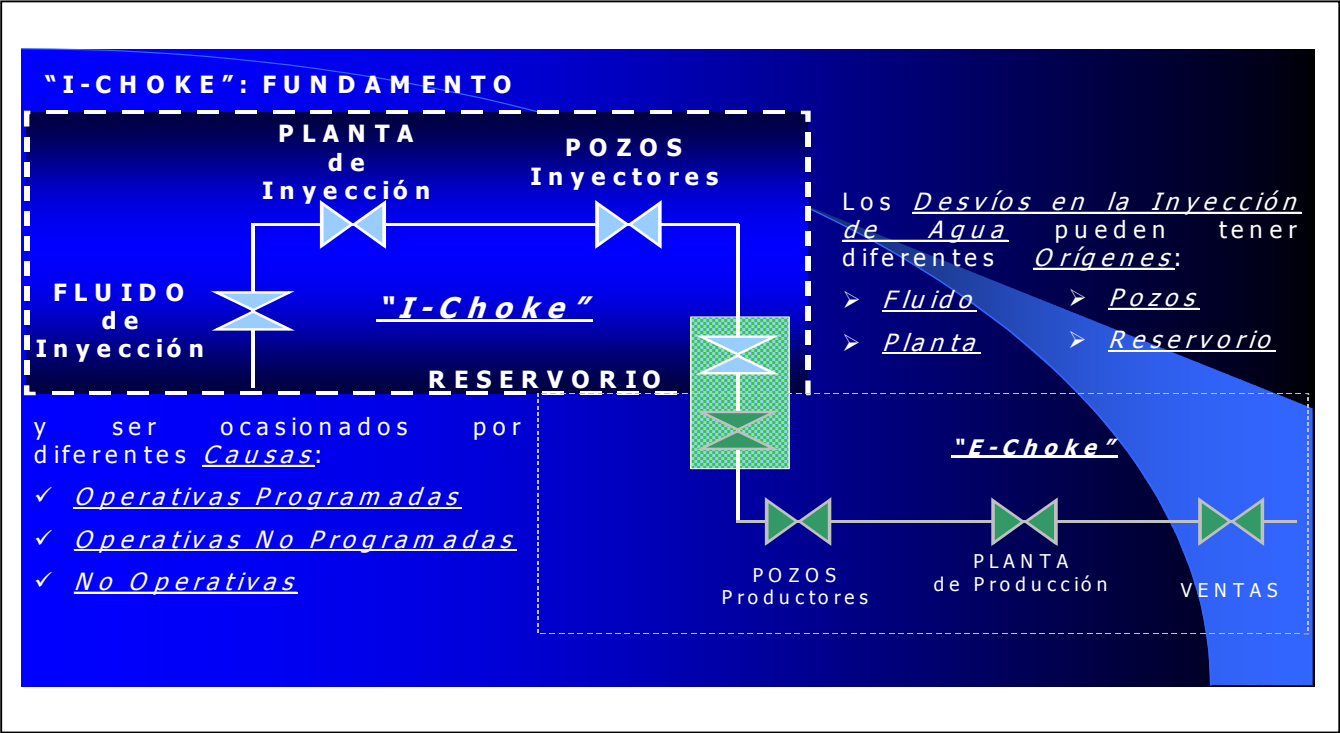


Figura N° 4 - Incorporación del “I-Choke” a todos los proyectos de recuperación secundaria.

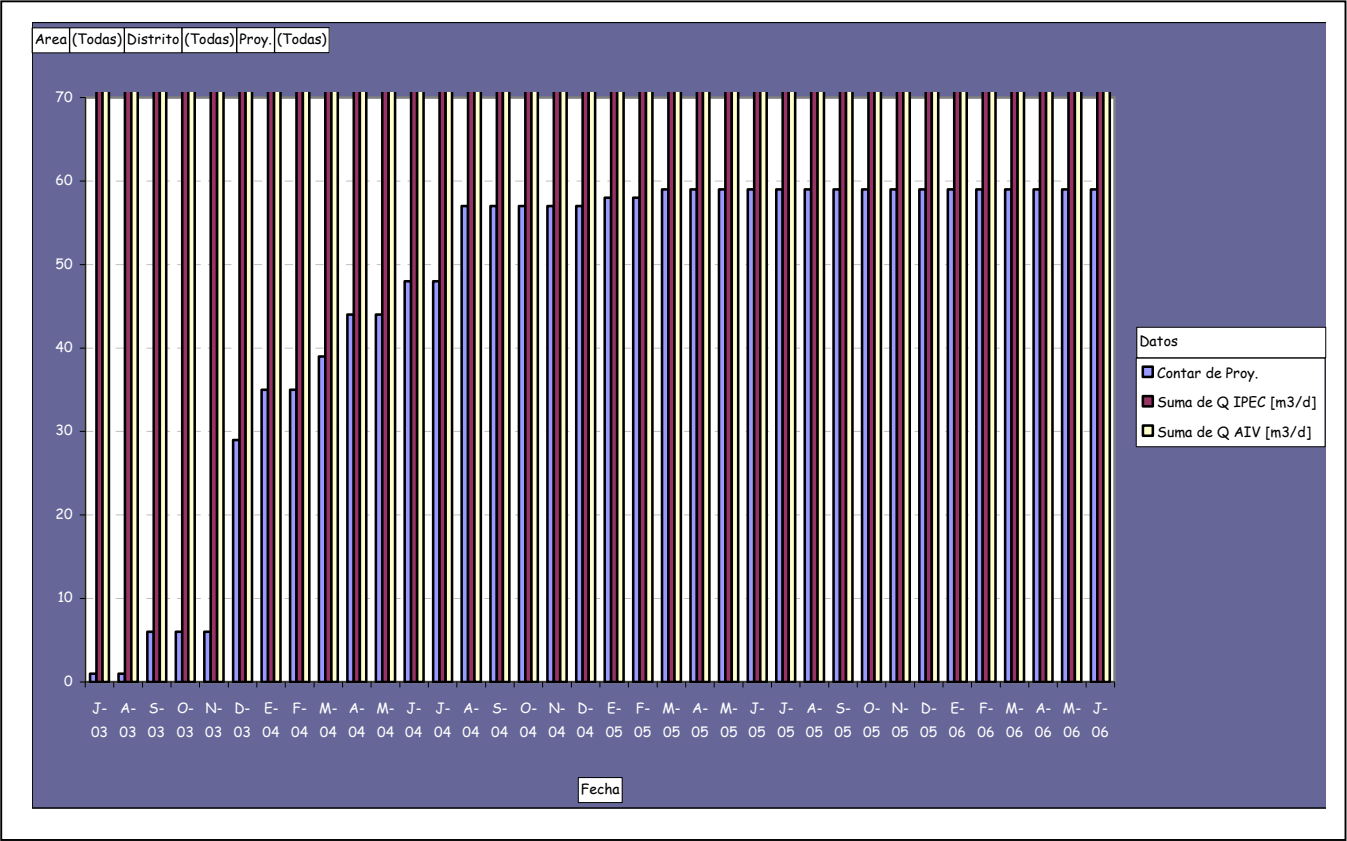


Figura N° 5 - Biblioteca de Pérdidas modificada.

Descripción	Causas Nivel 1	Causas Nivel 2	Causas Nivel 3	Origenes Nivel 1	Origenes Nivel 2	Observación
Injector espera WL/SL	Operativa programada	FACTOR HUMANO	Disponibilidad	Pozos	Injectividad	Por ej: cuando se detectó un exceso/falta de inyección en un pozo y no es problema de superficie. Hay que solucionarlo/definirlo con WL/SL (mover válvulas de fondo, hacer trazador, colocar taponeras, colocar tbg patch, etc).
Injector con mandriles libres con retención	No operativa	MANTENIMIENTO	Restricciones	Reservorio	Formación	Por ej: cuando en un inyector se dejan los mandriles libres con retención, porque en las condiciones existentes las arenas no admiten o admiten menos del caudal operativo.
Opera por Medición de Presión en Subsuelo	Operativa programada	ADQUISICIÓN DE DATOS	Control de Inyección Pozo	Reservorio	Formación	Se usa SOLO los días en que el inyector está intervenido. Por ej: cuando un mandril está sin inyección por tener una memory colocada.
Injector con regulación de fondo y/o restricción de sup. modificada por exceso de agua (programado)	Operativa programada	FACTOR HUMANO	Prioridades	Planta	Problema Inst. Sup.	Por ej: cuando un inyector se regula (fondo/superficie) a un caudal mayor al definido por un exceso de agua en la planta.
Injector no puede ser intervenido/operado por fuerte viento	Operativa no programada	AMBIENTE	Vientos	Pozos	Otros	Se usa SOLO cuando no se puede operar/intervenir el inyector por fuertes vientos. Por ej: cuando no se puede montar un equipo o se deben parar las maniobras.
Injector restringido en superficie	Operativa programada	MANTENIMIENTO	Restricciones	Pozos	Pozo	El caudal de este I-Choke SIEMPRE SE DEBE ANULAR con el de otro I-Choke (igual valor y signo contrario). Por ej: si restringo 200 m3/d en superficie, se generará un I-Choke de esta causa de +200 y otro I-Choke Nro 1, 4 ó 5 de -200.
Diferencia puntual de inyección (1 día) sin causa definida en un pozo	Operativa no programada	DESCONOCIDO	Desconocido	Pozos	Control	Por ej: cuando en un día no se puede determinar la causa de una diferencia de inyección. NO SE DEBE USAR MAS DE UN DIA.

Figura N° 6 - Sistema “InfoProd”, marco dentro del cual se encuentra el “I-Choke”.



Figura N° 7 – Importación de controles de Inyección de Agua.

Importación de Controles de Inyección de agua

Fecha: 30/08/2005

Proyectos de Secundaria

- AGE-GSJ
- AGN-GSJ
- BY3-GSJ
- CD-II E-GSJ
- CD1-GSJ

Pozo:

- A-10
- PA-1
- PAG-1
- PAG-3

Pozo	Proyecto	Total diario (m³)	Lectura Inicial	Lectura Final	Caudal Requerido	Presión Bombeo	Presión
PAG-52	AGE-GSJ	166.0	0.00 m³	166.00 m³	188.0	101.31	
PAG-24	AGE-GSJ	231.0	0.00 m³	231.00 m³	258.0	101.31	
PAG-35	AGE-GSJ	244.0	0.00 m³	244.00 m³	248.0	101.31	
PAG-43	AGE-GSJ	165.0	0.00 m³	165.00 m³	178.0	101.31	
PAG-54	AGE-GSJ	162.0	0.00 m³	162.00 m³	163.0	101.31	
PAG-815	AGN-GSJ	216.0	0.00 m³	216.00 m³	215.0	146.59	
PAG-816	AGN-GSJ	328.0	0.00 m³	328.00 m³	330.0	146.59	
PAG-825	AGN-GSJ	272.0	0.00 m³	272.00 m³	250.0	146.59	

Importar Datos **Desmarcar Todos** **Aceptar** **Salir**

Figura N° 8-Validación de la inyección a nivel pozo.

Inyección De Agua

Inicio: 30/08/2005 8:00 Fin: 31/08/2005 8:00

Proyectos de Secundaria

- AGN-GSJ

Pozo:

- PAG-815

Caudal **Presión**

Inyectado

	Valores definitivos	Valores sugeridos
Total Diario:	216.0	216.0 m³
Lectura Inicial:	0 m³	
Lectura Final:	216.0 m³	
Requerido Caudal:	215.0 m³	

Cantidad de días: 1.0

Motivo: **Nivel:** APROBADO

Observaciones:

Aceptar **Salir**

Figura N° 9-Cierre diario de “I-Choke”.

Control IChoke Diario

Fecha: 30/08/2005 08:00

Proyectos de Secundaria

- MC1-GSJ
- MC2-GSJ
- MC3 + EXP-GSJ
- O13-GSJ

Pozo: PMC-4

- PMC-4
- PMC-10
- PMC-36
- PMC-44

Q. Operativo: 180.00 m³

Q. Real: 191.0 m³

Diferencia: -11.0 m³

Delta: 9.00 m³

Q. Teórico: 180.00 m³

Pérdida Justificada: -2.0 m³

Observaciones

Detalles

Aceptar

Salir

Figura N° 10-Justificación de la diferencias de inyección mediante la Biblioteca de Pérdidas.

Detalle de I-Choke

Unidad Operativa:

Fecha: 04/09/2005

Causa

N1: Operativa no programada

N2: FACTOR HUMANO

N3: Entrenamiento

Origen

N1: Planta

N2: Motobomba

Descripción

(39) Faltante de Agua por rotura de Motobombas por desconocimiento de la f

Faltante de Agua por rotura de Motobombas por desconocimiento de la fo

Can Inyector encontrado con restricción en superficie modificada por exceso d

Inyector encontrado con restricción en superficie por falta de agua de corte

Obse Inyector encontrado con restricción en superficie por falta de agua de tran

Aceptar

Cancelar

Figura N° 11-Visualización de las pérdidas justificadas.

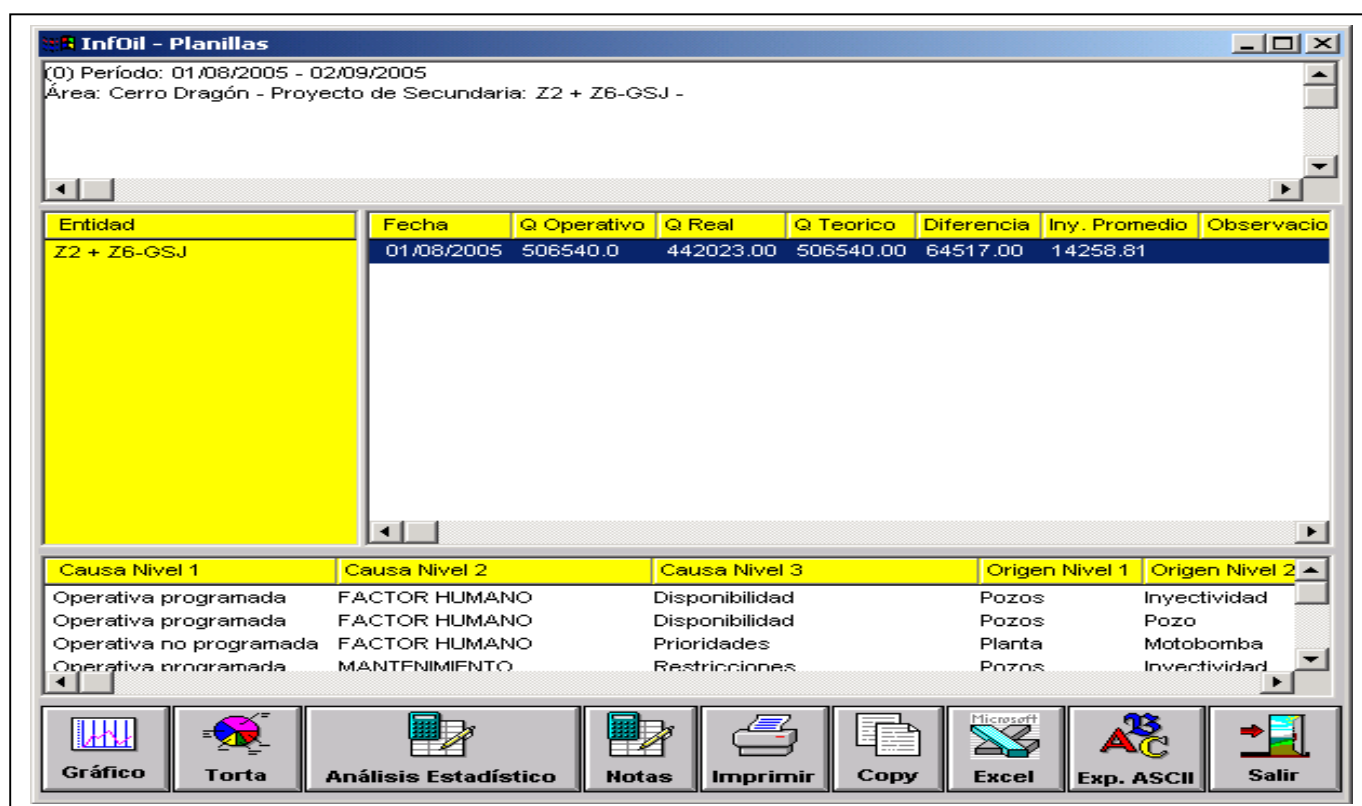
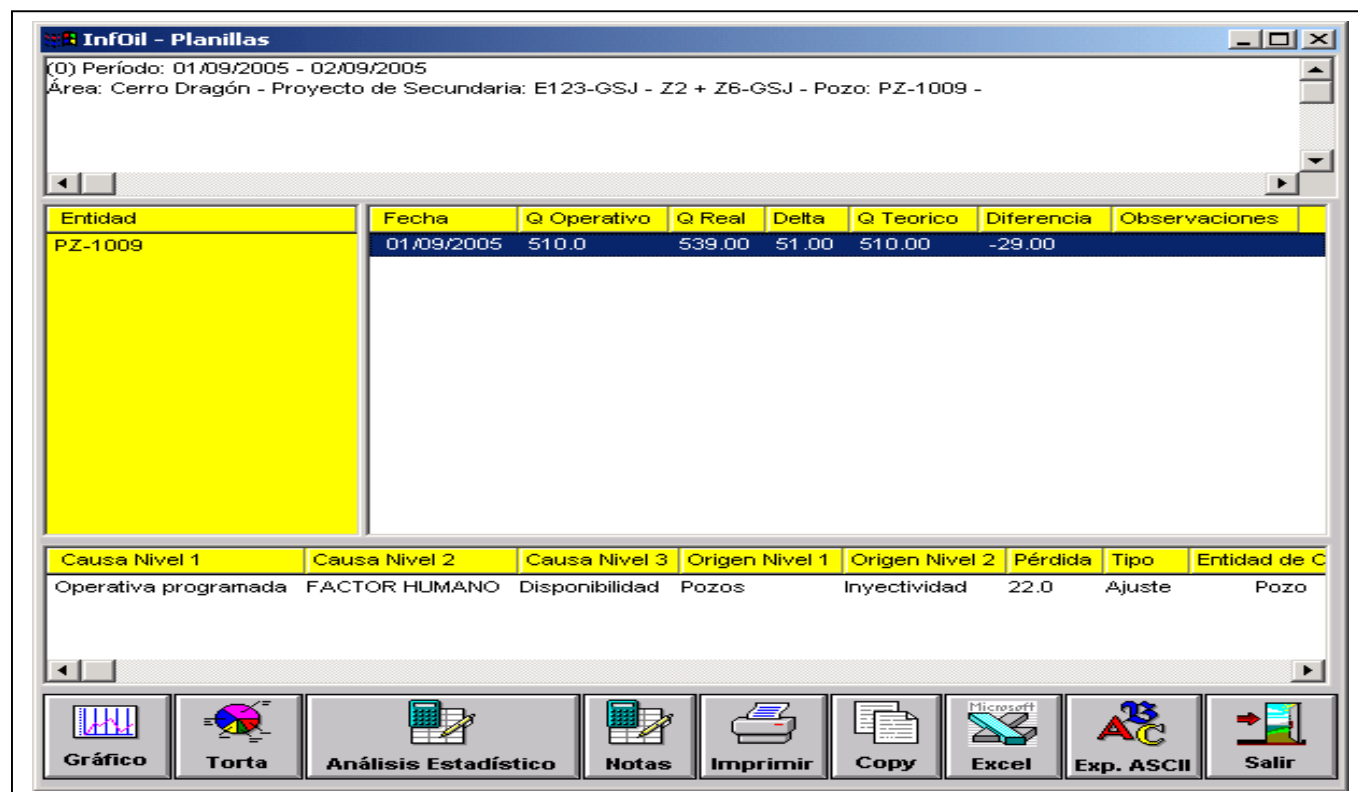


Figura N° 12-Comparación con otras unidades de gestión.

Region	Performance Units	Injection Loss (vd) (mb)	Injection Loss Rate (mb/vpd)	Net Oil Loss Rate (mb/vpd)	Average IDF (bo/bv)	Injection Efficiency (%)	Injection Target/Cap (mb/vpd)	Actual Injection (mb/vpd)
Asia, Pacific & Middle East	GUPCO	53786	147.0	9.49	0.15	72.3	526.6	379.7
Caribbean, Latin America	PAE	27908	76.3	3.20	0.07	89.4	745.6	669.4
North America	Milne Point	10209	27.8	1.48	0.06	78.3	128.8	100.9
North America	Prudhoe Bay	102039	278.8	3.61	0.05	86.7	2183.6	1904.8
North Sea	ETAP	8165	22.3	10.56	0.57	83.4	133.1	110.8
North Sea	Foinaven	6839	18.7	3.51	0.30	85.9	131.1	112.4
North Sea	Harding	6528	17.8	2.20	0.18	87.4	140.5	122.7
North Sea	Magnus	13740	37.5	4.19	0.18	79.2	177.6	140.1
North Sea	Schiehallion	46912	128.2	13.82	0.25	57.3	300.0	171.8
Russia, Caspian & Africa	Chirag	5283	14.4	0.88	0.20	86.9	111.1	96.7
Total/Average		281409	768.8	52.95	0.24	80.7	4578.1	3809.3

