Reliability&Risk Management

INTELIGENCIA DE NEGOCIOS EN EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN

www.reliarisk.com

Inteligencia de Negocios para de toma de decisiones en la industria Petrolera: Caso optimización multicriterio en portafolios de inversiones en E&P.

D. Delgado, K Semeco, K. Medinas, H. Gomez de la Vega, M. Arciniegas, M. Freitas, M. Yañez, M Osorio, y W. Romero
Reliability and Risk Management México SA de CV– R2M México SA de CV

Resumen

Los ejecutivos y los gerentes petroleros estas tomando decisiones diariamente y haciendo grandes proyectos de inversiones de capital con información incompleta, a pesar de que esta información existe dentro de sus compañías. Este artículo pretende mostrar el uso de herramientas de inteligencia de negocios o inteligencia empresarial (Business Intelligence - BI) para facilitar el análisis y la toma de decisiones y con ello hacer mejores negocios mediante la integración de datos (técnicos, operacionales y financieros) de las aplicaciones de E&P. Adicionalmente mostraremos un enfoque metodológico para el proceso de optimización multicriterio en portafolios de inversiones de E&P y el uso de la inteligencia de negocios en la integración de los datos, análisis y toma de decisiones en el diseño del portafolio óptimo.

Introducción

La toma de decisiones en los ejecutivos y gerentes petroleros se ha convertido en un reto cada vez más complejo debido, a que cambian constantemente los entornos financieros, porque existen herramientas técnicas (software) no integradas, porque hay sobrecarga de información de aplicaciones en tiempo real (parálisis por análisis) o porque existen múltiples fuentes de datos dispersos en toda la empresa. Estos tomadores de decisión de la industria petrolera requieren ver planes estratégicos con indicadores claros (KPI's) que reflejen la comportamiento histórico así como, el comportamiento real y las futuras tendencias, de costos, ingreso, inversiones, Etc. Estos gerentes e ingenieros quieren ver indicadores petroleros como por ejemplo, los vinculados a planes de perforación y reparaciones de pozos donde se puedan analizar los desembolsos (costos e Inversiones) y tiempos asociados por región, campos y por pozos así como, hacer comparaciones de lo presupuestado versus lo real y contar con archivos digitales que contengan toda la información relevante para que los analistas petroleros puedan gerenciar de forma eficiente los proyectos.

La buena noticia es que todos estos datos existen y están disponibles dentro de la empresa pero, la mala noticia es que la mayor parte de los datos están enterrados y dispersos en plataformas tecnológicas y bases de datos diferentes, algunos de estos datos son redundante o están modificado, y gran parte de estos análisis están o se mantienen en hojas de cálculo que no han sido documentadas oficialmente. Uno de los mayores problemas de estos sistemas que no están integrados es que no son capaces de generar informes, ni tableros útiles para la gerencia y para la toma de decisiones oportuna.

En el mundo petrolero actual, los volúmenes de información que se manejan y que se generan día a día son cada vez más grandes. Ahora bien, las brechas o las diferencias entre los datos que se genera en toda organización y los datos que un ejecutivo de negocios necesita para tomar decisiones, es normalmente muy grande. El uso de la Inteligencia de Negocios trata de llenar esa brecha, convirtiendo la data cruda en información útil, por eso muchos profesionales define la Inteligencia de Negocios como un "enfoque para manejar datos" o incluso como "un estado mental de la organización".

¿Qué es y para qué usamos inteligencia de negocio en la industria petrolera?

Se denomina inteligencia empresarial, inteligencia de negocios o BI (del inglés Business Intelligence), al conjunto de estrategias y aspectos relevantes enfocados a la administración y creación de conocimiento sobre el medio, a través del análisis de los datos existentes en una organización o empresa en otras palabras, la inteligencia de negocios es la habilidad para transformar los datos en información, información en conocimiento y conocimientos en planes que orienten a la empresa., de forma que se pueda optimizar el proceso de toma de decisiones en los negocios. La inteligencia de negocios se desarrolló inicialmente como una herramienta analítica para los CEO's (Chief Executive Officer), CFO's (Chief Financial Officer) y los planificadores estratégicos ya que necesitaban desarrollar las estrategias corporativas de largo plazo pero, que a su vez estuviesen alineadas e integradas con los planes financieros y operativos trimestrales, semestrales y anuales. Adicionalmente, era necesario consolidar la información de múltiples sistemas financieros de diferentes empresas operadoras o de diferentes sistemas de planificación de recursos empresariales - ERP (Enterprise Resource Planning).

Anteriormente en un ciclo típico de planificación estratégica a largo plazo, el CEO, COO (Chief Operating Officer), el VP (Vicepresidente) de E&P y CFO crean la visión y la estrategias. El CFO y los planificadores financieros construyen las (iniciativas estratégicas) estrategias financieras de la empresa y arman el portafolio de negocio con los principales proyectos de inversión, realizando los estimados de ingresos, costos, recursos y planes de ejecución; seguidamente los analistas financieros tomaban estos planes y construían herramientas de análisis y seguimiento de diferentes parámetros o indicadores de los proyectos (ingresos, costos de operación, producción, etc.). Estas herramientas de modelado financieros incorporaban indicadores y métricas (KPIs) necesarias para realizar diferentes sensibilidades (operativas y económicas). Una vez que estos planes estratégicos eran ejecutados en los activos, las herramientas de inteligencia de negocio financiero se usaban básicamente para monitorear y controlar indicadores operativos (Real Vs. Programado).

Actualmente existe un cambio de paradigma en muchas compañías petroleras. La inteligencia de negocios en análisis financiero petrolero está siendo reconfigurado para que los gerentes e ingenieros de la industria petrolera puedan utilizarlo. Actualmente muchos diseños de "Dashboard" o tableros muestran indicadores rendimiento (KPI's) así como también, análisis de producción y reservas, análisis de riesgos, seguimiento diarios en tiempo real de actividades de perforación y reparaciones a pozos, realiza análisis de costos (Real Vs.Presupuestado) y adicionalmente generar archivos digitales con la información, técnica, operativa y financiera integrada.

Componentes básicos de una solución de inteligencia de negocios para la industria petrolera

Herramientas de inteligencia de negocios tienen cuatro componentes básicos:

- **Interfaz de usuario** - Es el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora. Este puede ser un portal web configurable o un "dashboard" o tableros que se adapta a los requisitos específicos del usuario final. Estos "dashboard" puede visualizar datos que muestra el estado actual de las métricas e indicadores clave de rendimiento (KPI) para una empresa y/o mostrar cuadros, gráficos, hojas de cálculo, información de datos estructurados y no estructurados así como, imágenes e información en tiempo real de un parámetro de monitoreo y hasta incorporar análisis predictivo. Para el usuario final o el cliente, este es el componente más importante, ya que la experiencia del usuario integra toda la información que está dispersa en la empresa en una visión útil y consolidada de la información.

- **Herramientas de Análisis para BI** - Estas herramientas permiten el trazado de mapas (cartografía), tablas comparativas, gráficos y análisis estadístico y predictivo de los datos. Muchos de los softwares de BI tienen pre configurados algunos tipos de análisis para finanzas, cadena de suministros y recursos humanos, sin embargo para la industria petrolera se requiere de análisis especializados por lo que a menudo se necesitan herramientas de análisis que sean hecha a la medida. Para ello, interfaces abiertas permiten que estos algoritmos personalizados sean incorporados al kit de herramientas de análisis para el BI.

- **Modelo de Datos –** Un sistema de inteligencia de negocios se compone de fuentes de información, modelos, usuarios y medios técnicos. La función principal del sistema es recopilar información de todas las fuentes relevantes, validarla, procesarla y entregarla en el formato adecuado a los usuarios que la necesiten. El modelo de datos define la manera en que procesamos los datos por un conjunto de herramientas de análisis para convertirlos en información. Existen modelos de datos empaquetados para sistemas ERP pero, los modelos de datos de BI en la industria petrolera se deben configurar a partir de modelos de datos de petroleros como PPDM (Public Petroleum Data Model). Por ejemplo, los modelos datos usando en E&P como PPDM se pueden utilizar como un modelo de inicial referencia para el BI, sin embargo, este el modelo de datos para BI necesita ser modificado para que refleje las necesidades del equipo de trabajo.

  Se pueden construir modelo de datos personalizado para BI, especialmente para proyectos de corto plazo que necesitan un rápido desarrollo. Para ello se Identifican todos los datos técnicos y estratégicos que se van a utilizar o se van a mostrar en todos los cuadros de mando o "dashboard". Posteriormente se organiza y prioriza los datos, luego se reagrupar los datos en grupos de datos lógicos en función del tipo de consultas que los usuarios desea hacer. Estos modelos de datos deben ser diseñados para que las consultas interdisciplinarias sean fáciles e intuitiva.

- **Integración Marco -** Existen datos relevantes en muchos sistemas de orígenes diferentes por lo que se requiere un marco de integración abierta para acceder y administrar el movimiento de la información en las herramientas o software de inteligencia de negocios. Existen varias opciones para migrar esta información al modelo de datos para inteligencia de negocio, incluyendo la extracción directa de datos, herramientas que permiten un flujo de trabajo para procesos de negocio y finalmente en ESB o en bus de servicios de empresa (ESB por sus siglas en inglés, Enterprise Service Bus).

Diseño y Construcción de una solución de Inteligencia de Negocios para la industria petrolera

El diseño y la construcción de una solución de inteligencia de negocio para la industria petrolera vienen dado por varios pasos lógicos que a continuación se muestran:

- Definir metas y objetivos concretos para la solución
- Reunir los requerimientos técnicos y financieros para la solución
- Definir entregables
- Entender los procesos críticos del negocio
- Identificar y evaluar los sistemas de fuentes datos
- Diseñar la interfaz de usuario
- Construir el modelo de datos
- Integración final de los sistemas de fuentes datos
- Realizar y evaluar pruebas de usuario (modelos beta)
- Ajustar el comportamiento del sistema
- Implementar la solución, documentar, y dar soporte técnico.

Caso Optimización Multicriterio en Portafolios de Inversiones de Exploración & Producción

La Industria petrolera es conocida por sus riesgos, ante esta situación, las empresas continuamente deben enfrentar un proceso de búsqueda de nuevas oportunidades de inversión, que permitan el crecimiento y la sustentabilidad de sus negocios; ello conlleva a un portafolio de inversiones cada vez más diverso y complejo. Esta situación exige un riguroso proceso de planeación estratégica direccionado por un proceso de optimización de portafolio flexible y capaz de alinearse con la dinámica de la operación; sustentado a su vez sobre un proceso estandarizado, ágil, continuo, trazable y auditable.

La teoría moderna de portafolios de proyectos plantea al indicador económico Valor Presente Neto (VPN) como función objetivo a maximizar. El actual enfoque incorpora como elemento innovador el uso de una función de eficiencia llamada Índice de Jerarquización-IJ multicriterios (IJ), siendo esta la combinación de múltiples variables técnicas, operacionales y financieras. En este sentido, la selección del portafolio óptimo estará soportada no solo por aspectos financieros, sino también por elementos técnicos y operacionales, perfectamente cuantificables.

Para la selección del portafolio óptimo se aplica algoritmo genético como técnica matemática para la optimización del portafolio, logrando en poco tiempo conseguir la combinación de proyectos en los cuales se debe invertir para asegurar que se cumplan los objetivos y metas de la empresa, facilitando así la toma de decisión. Adicionalmente, robustecemos el análisis con un Sistema de Soporte a la Decisión (DSS) basado en Inteligencia de Negocios en el cual, se muestran gráficas interactivas que permite la toma de decisiones de forma rápida y hacer diferentes análisis de la selección de subconjuntos del portafolio eficiente. Con este sistema (DSS) y la metodología empleada permite descomponer los diferentes elementos del riesgo y la incertidumbre de los portafolios, en riesgos e incertidumbres de los proyectos que las integran, y a su vez, estas en las incertidumbres de las variables técnicas, operacionales y financieras que afectan dichos proyectos (mapas de incertidumbre – efecto cascada). El método ha sido probado en portafolios de la vida real con cientos de activos, y actualmente está siendo utilizado para las decisiones de inversión en la industria petrolera.

Flujo de trabajo para la optimización multicriterio en portafolios de inversiones de Exploración &Producción

La Figura 1 ilustra de forma esquemática el flujo de trabajo a seguir para la optimización multicriterio en portafolios de inversiones de E&P. Este Flujo de trabajo se integró en un sistema denominado SIOPI (Sistema Integral de Optimización del Portafolio de Inversiones).

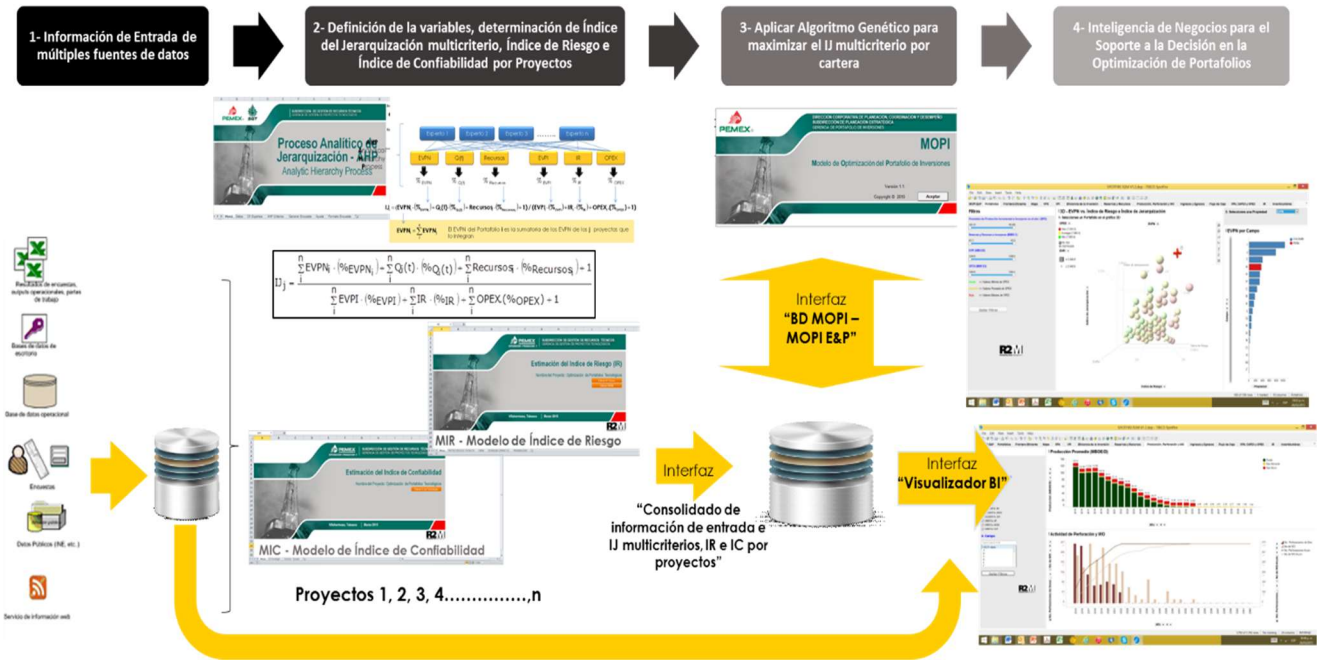


Figura 1. Flujo de trabajo para la optimización multicriterio en portafolios de inversiones de Exploración &Producción (SIOPI).

1- Información de Entrada de múltiples fuentes de datos

El primer paso a requiere la consolidación de la información general (técnica, operacional y financiera) de diferentes fuentes, para cada uno de los proyectos que formarán parte del portafolio de negocios de Exploración y Producción.

2- Definición de la variables, determinación del Índice de Riesgo, Índice de Confiabilidad e Índice del Jerarquización multicriterio por Proyectos

Una vez consolidada la información (técnica, operacional y financiera) de cada uno de los proyectos que formaran parte del portafolio de E&P, se procede a la estimación de los llamados Índice de Riesgo, Índice de Confiabilidad de la información e Índice de Jerarquización multicriterios.

- **Índice de Riesgo (IR):** se basa en una Matriz que se construye con la "opinión de expertos", quienes evalúan para cada una de las opciones de desarrollo de un Proyecto de Inversión en E&P, la severidad y la probabilidad de ocurrencia de los elementos de riesgos previamente definidos.

Escenario:

No	Variable con Incertidumbre	Peso(%) (1)	Severidad	Factor Multiplicador Severidad (2)	Probabilidad	Factor Multiplicador Severidad (3)	Factor (2 x 3)	Aporte (1 x 4) (5)	%
1	Cotegoria de Reservas	25	5	1.732	2	1.225	2.12	0.53	31%
2	Tipo de Crudo	20	5	1.732	1	1	1.73	0.35	20%
3	Indisponibilidad de Tecnologia	15	4	1.581	3	1.414	2.24	0.34	19%
4	Permisologia Proyecto	5	3	1.414	1	1	1.41	0.07	4%
5	Inseguridad (Conflictos, hampa)	10	5	1.732	3	1.414	2.45	0.24	14%
6	No alineación con la Estrategia Corporativa a largo plazo	5	2	1.225	2	1.225	1.50	0.08	4%
7	Indisponibilidad de personal de ejecución/operación requerido	10	1	1	2	1.225	1.23	0.12	7%
8	Daño a instalaciones, medio ambiente y personal debido a altas concentraciones de	10	0	0	3	1.414	0.00	0.00	0%
	Total:	100						1.73	100%

Matriz de Severidad y Probabilidad

Muy Alto	5	1.732	2.122	2.449	2.738	3.000
Alto	4	1.581	1.937	2.236	2.500	2.738
Medio	3	1.414	1.732	1.999	2.236	2.449
Bajo	2	1.225	1.501	1.732	1.937	2.122
Muy Bajo	1	1.000	1.225	1.414	1.581	1.732
Severidad		1	2	3	4	5
Probabilidad		Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto

Donde la Prioridad de Atención se clasifica:

	De:	A:
Alta	2.401	3.000
Media	1.701	2.400
Baja	1.000	1.700

Figura 2. Modelo de Índice de Riego

El **Índice de Riesgo (IR)** para cada inversión se estima considerando dos factores: **IR = IRTécnico + FARNI:**

- **Riesgo Técnico:** Asociado a incertidumbres aleatorias de variables técnicas que afectan la evaluación económica de la inversión.
- **Riesgo No Técnico** (FARNI – Factor de Ajuste por Riesgo No Incluido): Asociado a elementos o incertidumbres que pueden afectar la ejecución de las inversiones no incluidas en la evaluación económica.

- **El Índice de Confiabilidad (IC):** es un indicador que permite dimensionar el nivel de madurez, confiabilidad y robustez de la información con la que se evalúa una oportunidad de inversión. Este índice agrega sentido de realidad a las jerarquizaciones de oportunidades de inversión, introduciendo el efecto de la incertidumbre epistémica asociada a cada opción, en el proceso de optimización.

- El **Índice de Jerarquización (IJ)** es una función de eficiencia; expresada como una razón que tiene en el numerador los objetivos a maximizar, y en el denominador los objetivos que se desean minimizar en la cartera o portafolio óptimo.

Para este caso particular el Índice de Jerarquización considera criterios técnicos, operacionales y financieros; tales como: Incorporación de Reservas (MMBls), Producción de crudo y gas (Bpced),Rentabilidad – EVPN (MMUSD), Inversión – EVPI (MMUSD), Índice de confiabilidad, Índice de Riesgo y Eficiencia de la Inversión – EVPN / EVPN.

$$IJ_i = \frac{EVPN_i \cdot (\%\ EVPN_i) + Q_i(t) \cdot (\%\ Q_i(t)) + Reservas_i \cdot (\%Reservas_i) + IC \cdot (\%\ IC_i) + EI \cdot (\%\ EI_i) + 1}{EVPI \cdot (\%\ EVPI_i) + IR \cdot (\%\ IR_i) + 1}$$

En otras palabras, el Índice de Jerarquización puede ser función de los siguientes términos: **IJi = f(Reservasi, Qi, EVPNi, EVPIi, ICi, IRi y Eli)**

Previo a la utilización del Índice de Jerarquización es necesario llevar a cabo dos procesos importantes: la normalización de sus variables de entrada y la definición de sus pesos o % de influencia por medio de la metodología AHP con un panel de expertos en el área.

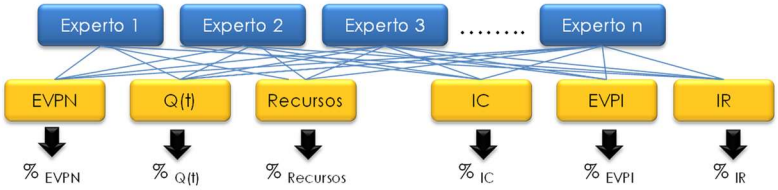


Figura 3 Aplicación de la Metodología AHP para la determinación de los Pesos

3- Aplicación de algoritmo genético para la optimización de portafolio (maximizar el IJ multicriterio por cartera).

Optimizar implica encontrar la combinación o combinaciones de "n" proyectos que respetando las restricciones y obligaciones, permitan alcanzar un conjunto de funciones objetivo; tales como: alcanzar una meta de incorporación de recursos o reservas, alcanzar perfiles de producción de hidrocarburos, maximizar rentabilidad y minimizar riesgos, minimizar costos operativos, etc. Para encontrar esas combinaciones "n" de proyectos en un tiempo razonables usamos herramientas de programación matemática para su solución (Algoritmo Genético).

La aplicación de Algoritmo Genético para optimización de portafolio, consiste en generar un cromosoma o cadena binaria, del tamaño del número de proyectos de la cartera, generando de forma aleatoria la selección o no de cada proyecto. Cada uno de estos corresponde a un individuo de la población a evaluar en cada generación. La Figura 4 muestra la creación de 15 cromosomas o carteras (4 Proyectos) con su respectivo cálculo de IJ por cartera.

	Proyecto 01	Proyecto 02	Proyecto 03	Proyecto 04	IJ
Cartera 1	0	0	0	1	2,22
Cartera 2	0	0	1	0	5,32
Cartera 3	0	0	1	1	6,31
Cartera 4	0	1	0	0	1,23
Cartera 5	0	1	0	1	**11,39**
Cartera 6	0	1	1	0	6,35
Cartera 7	0	1	1	1	3,64
Cartera 8	1	0	0	0	0,94
Cartera 9	1	0	0	1	7,92
Cartera 10	1	0	1	0	0,28
Cartera 11	1	0	1	1	0,98
Cartera 12	1	1	0	0	3,94
Cartera 13	1	1	0	1	1,25
Cartera 14	1	1	1	0	1,32
Cartera 15	1	1	1	1	0,68

Cromosomas / Carteras

2^4 -1= 15 Posibles Carteras

Figura 4. Cromosomas o Carteras a Evaluar

Cada cartera se evalúa de forma individual a través de una función de ajuste (fitness). A las carteras que obtienen el mejor ajuste, se les aplican operadores genéticos (cruzamiento y mutación), para generar nuevas carteras. Este proceso se realiza durante "n" generaciones, hasta conseguir la cartera con el máximo Índice de Jerarquización (IJ). La Figura 6 presenta el procedimiento general para la aplicación de algoritmo genético para maximizar el IJ cartera.

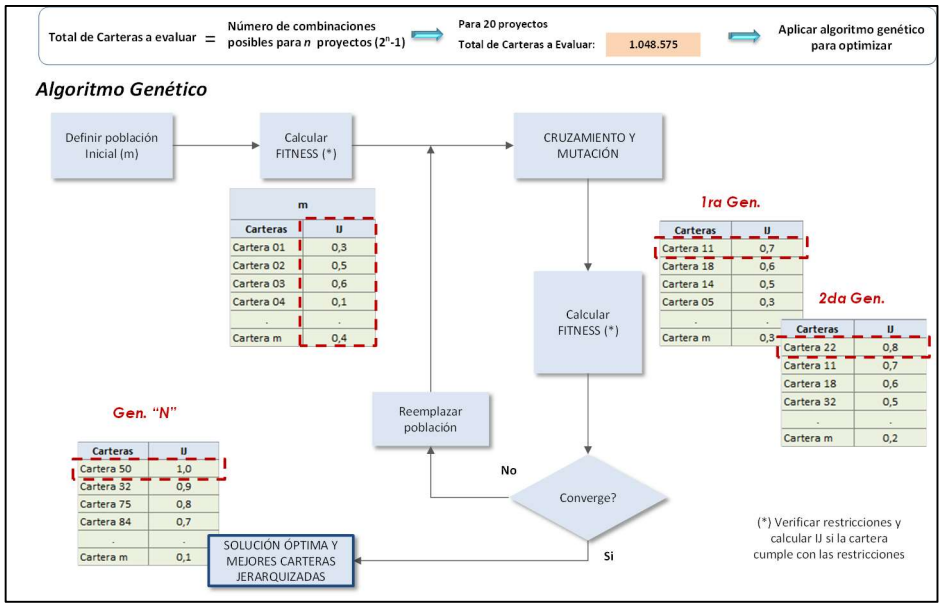
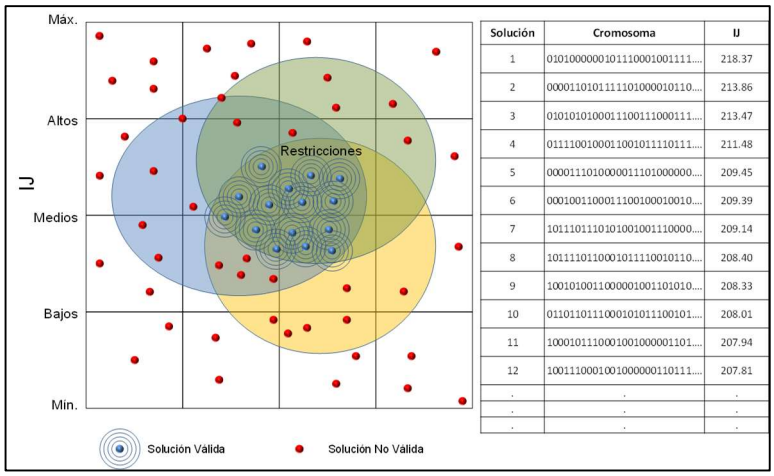


Figura 5. Procedimiento de algoritmo genético para maximizar IJ cartera.

Adicionalmente, cada cartera debe cumplir con un conjunto de restricciones o requerimientos, establecidos previamente en el modelo de optimización (Por ejemplo: restricción presupuestaria, requerimiento de producción, requerimiento de incorporación de recursos). La Figura 6 muestra los individuos o carteras que cumplen con las restricciones, estas serán consideradas como soluciones válidas y serán reproducidas generación tras generación.



Solución	Cromosoma	IJ
1	0101000000101110001001111....	218.37
2	0000110101111101000010110....	213.86
3	0101010100011100111000111....	213.47
4	0111100100011001011110111....	211.48
5	0000111010000011101000000....	209.45
6	0001001100011100100010010....	209.39
7	1011101110101001001110000....	209.14
8	1011110110001011110010110....	208.40
9	1001010011000001001101010....	208.33
10	0110110111000101011100101....	208.01
11	1000101110001001000001101....	207.94
12	1001110001001000000110111....	207.81
.	.	.
.	.	.
.	.	.

Figura 6. Restricciones

Los requerimientos y restricciones dentro de la optimización del portafolio destacan las siguientes:

- Meta de Incorporación de Recursos y Reservas (MMBls)
- Meta de Producción Incremental a incorporar en el año i (BPD)
- Restricción Presupuestaria –CAPEX y OPEX (MMUSD)

La herramienta herramienta computacional que incorpora todo lo antes expuesto se conoce como MOPI (Modelo de Optimización del Portafolio de Inversión) y es parte de la solución SIOPI (Sistema Integral de Optimización del Portafolio de Inversiones).En resumen, el MOPI posee las siguientes características:

- Modelo de optimización que usa Algoritmos Genéticos para lograr resultados con altísima rapidez.
- Jerarquización y Optimización con Base en un "Índice Multicriterio" que combina diversos indicadores financieros – Frontera Eficiente Multicriterio.
- Múltiples restricciones y múltiples funciones objetivo.
- Permite el manejo integrado de Proyectos Exploratorios, Proyectos de Explotación, Proyectos Tecnológicos y Nuevos Negocios

4- Inteligencia de Negocios para el Soporte a la Decisión en la Optimización de Portafolios

Debido a la gran cantidad de datos e información (técnica, operacional y financiera) procedentes de diferentes fuentes, más todos los datos del Modelo de Optimización de Portafolios de Inversiones (MOPI) fue necesario implementar una solución de inteligencia de negocios. Esta solución de inteligencia de negocios se apoyó en un conjunto de herramientas que facilito la extracción, la depuración, el análisis y el almacenamiento de los datos generados en la optimización de portafolio, con la velocidad adecuada para generar conocimiento y apoyar la toma de decisiones de los directivos y los usuarios.

La solución de inteligencia de negocios implementada consta de tres niveles principales de conocimiento. En Figura 7 se muestra los niveles de conocimiento para la solución de inteligencia de negocio en el caso de la Optimización de Portafolios de Inversión en E&P.

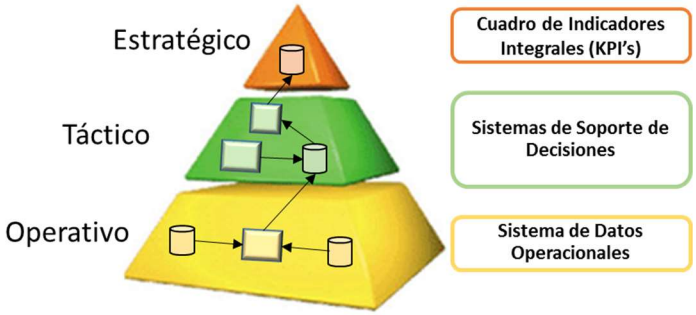


Figura 7. Niveles de Conocimiento para la Solución de Inteligencia de Negocio en la Optimización de Portafolios de Inversión en E&P.

- **Nivel superior - Cuadro con Indicadores Integrales**: Los cuadros con Indicadores Integrales son herramientas de control empresarial que permite establecer y dar seguimiento a los objetivos de una empresa y de sus diferentes áreas o unidades. La principal característica de estos cuadros son que utilizan tanto indicadores financieros como no financieros, y que en ello se muestra los objetivos estratégicos (de acuerdo a diferentes perspectivas: financiera, cliente, interna y sustentabilidad) que se persiguen o que se quieren optimizar.

  En la optimización de portafolio de inversión de E&P, se diseñaron varios "dashboard" o tableros con gráficos interactivos y cuadros con indicadores integrales. Por ejemplo en la Figura 8 podemos observar la pseudo frontera eficiente (3D), construida a partir del Índice de Jerarquización (IJ), el Índice de Confiabilidad (IC) e Índice de Riesgo (IR) de los diferentes portafolios obtenidos a partir de la aplicación de algoritmos genéticos (MOPI). Con la ayuda de la pseudo frontera eficiente (3D) podemos interactuar con la aplicación de inteligencia de negocio para seleccionar el portafolio óptimo y visualizar los principales indicadores del portafolio seleccionado (EVPN, EVPI, EI, CAPEX, IR, IC, Reservas, Producción, etc.).

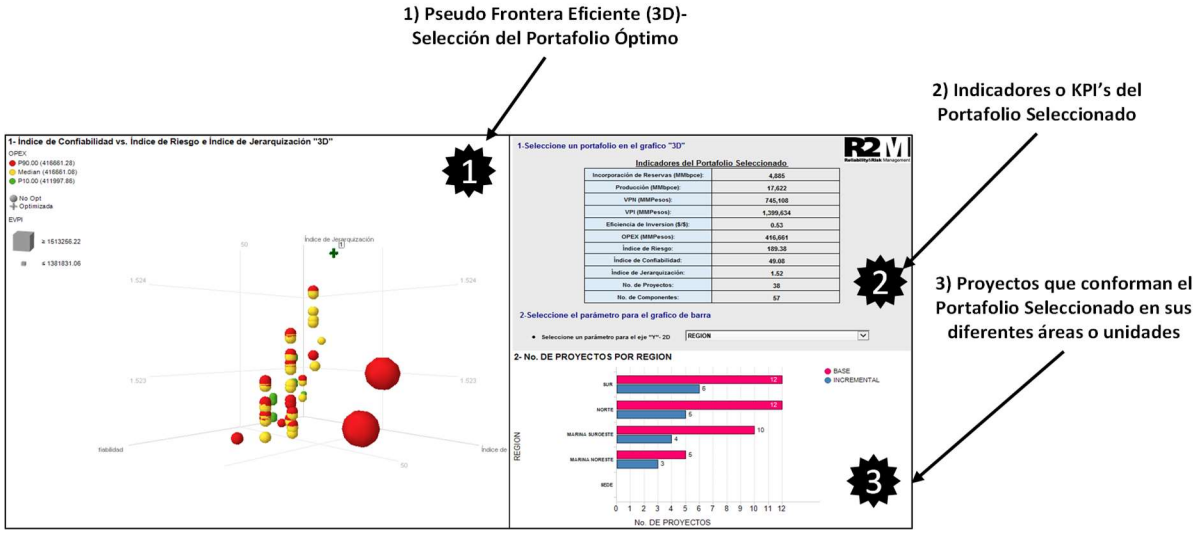


Figura 8. Pseudos frontera eficiente -3D y cuadros con indicadores (KPI's) para la selección del portafolio óptimo de inversión en E&P.

Adicionalmente en la Figura 9 podemos observas otros "dashboard" en donde se muestra la pseudo frontera eficiente (2D) de los diferentes portafolios obtenidos con el MOPI acompañado de un cuadro con la información los principales indicadores del portafolio seleccionado (KPI's), el plan de negocio para los próximos años del caso seleccionado y un gráfico interactivo para el análisis de los principales elementos que componen el portafolio.

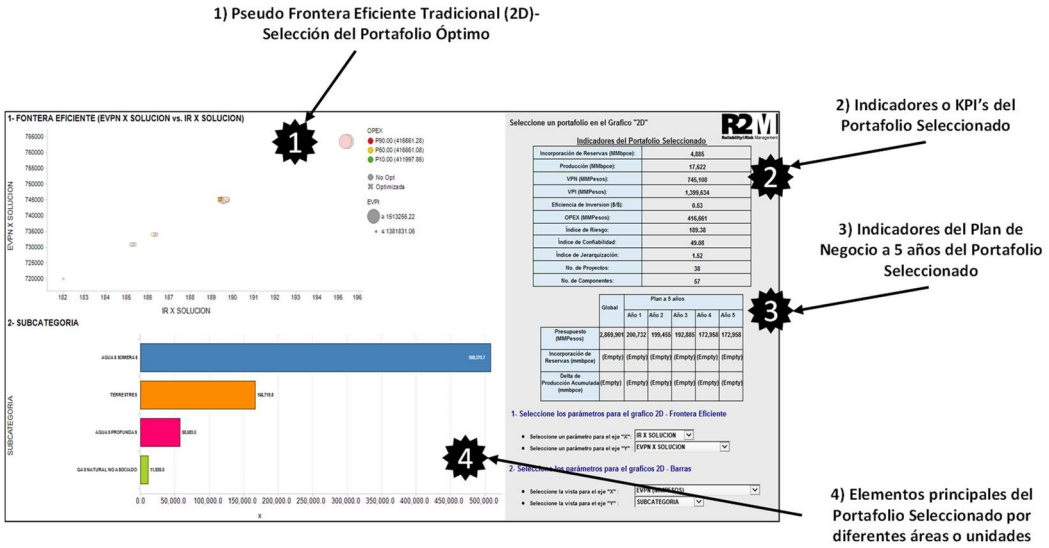


Figura 9. Pseudos frontera eficiente -2D, cuadros con indicadores (KPI's) para la selección del portafolio óptimo y análisis de los principales elementos que componen el portafolio seleccionado.

- **Nivel Medio - Sistema de Soporte de Decisiones:** El principal objetivo de estos Sistemas de Soporte a Decisiones (SSD) es, a diferencia de otras herramientas como los Cuadro con Indicadores Integrales, explotar al máximo la información residente en una base de datos corporativa (datawarehouse), mostrando informes muy dinámicos y con gran potencial de navegación, pero siempre con una interfaz gráfica amigable, vistosa y sencilla, en otras palabras este tipo de sistemas ofrece a los ejecutivo, gerentes y usuarios en general un acceso rápido y efectivo a la información compartida, utilizando interfaces gráficas visuales e intuitivas.

  En la Figura 10**Figura 8** podemos observar un SSD en donde de explota la información del portafolio seleccionado en el *"Nivel Alto",* en este sistema podemos interactuar con la aplicación de inteligencia de negocio para visualizar los principales indicadores del portafolio seleccionado (EVPN, EVPI, EI, OPEX,CAPEX, IR, IC, Reservas, Producción, etc.) y hacer un análisis por los diferentes niveles de jerarquía (análisis en cascada).

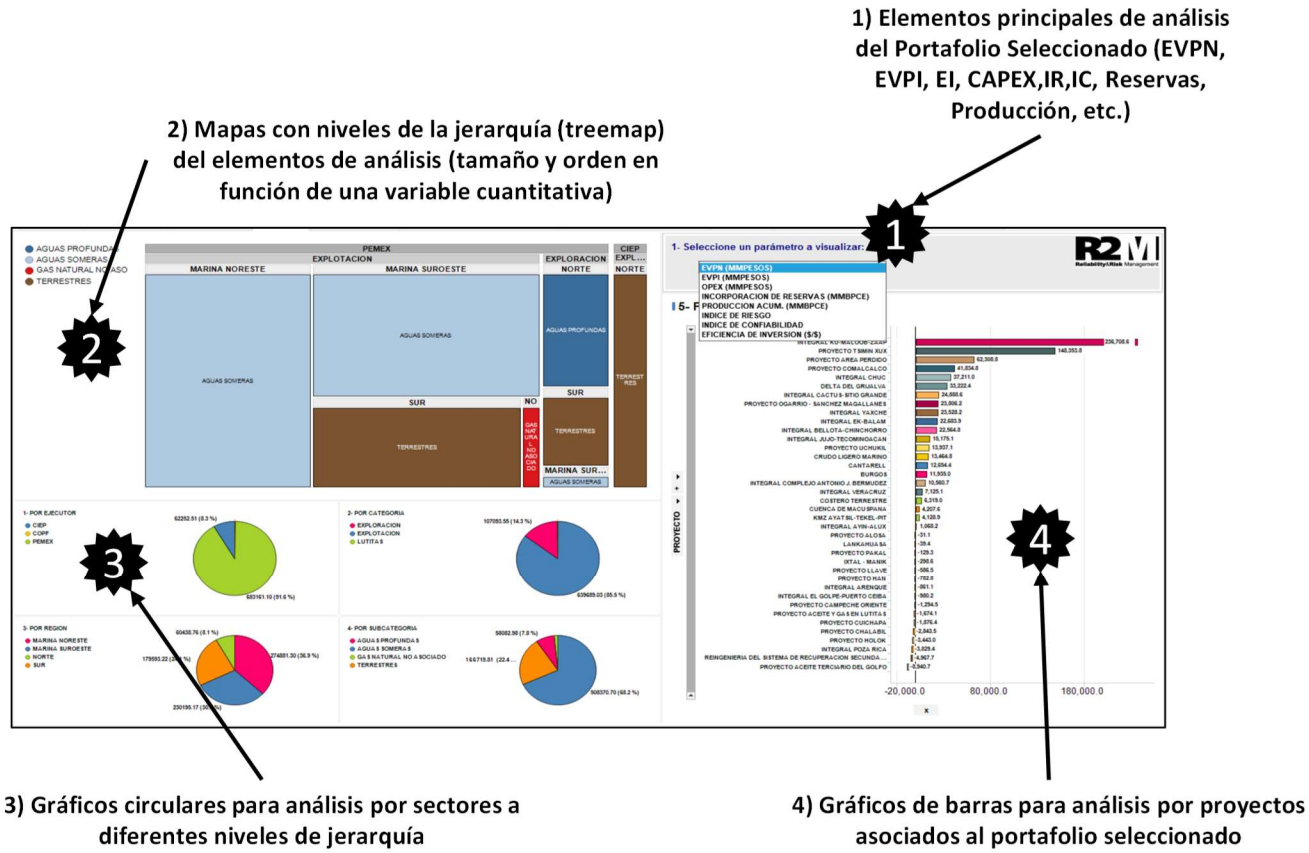


Figura 10. Sistemas de Soporte a Decisiones en la optimización de portafolios de inversión de E&P.
Pseudos frontera eficiente tradicional (2D), cuadros con indicadores (KPI's) para la selección del portafolio óptimo de inversión en E&P y análisis de los principales elementos que componen el portafolio seleccionado.

Adicionalmente y como complemento a la toma decisión, en la**Figura 8** Figura 11 y Figura 12 podemos observar el Flujo de Efectivo y el Índice de Riesgo respectivamente del portafolio seleccionado, en estos DSS podemos interactuar con la aplicación para analizar por los diferentes elementos (Flujo de Efectivo y el Índice de Riesgo) por niveles de jerarquía .

En resumen estos SSD, pone a la disposición a los tomadores de decisión y a los usuarios en general un panorama completo del estado de los indicadores de negocio que le afectan al instante, manteniendo también la posibilidad de analizar con detalle aquellos que no estén cumpliendo con las expectativas establecidas, para determinar el plan de acción más adecuado o los planes de mitigación a seguir.

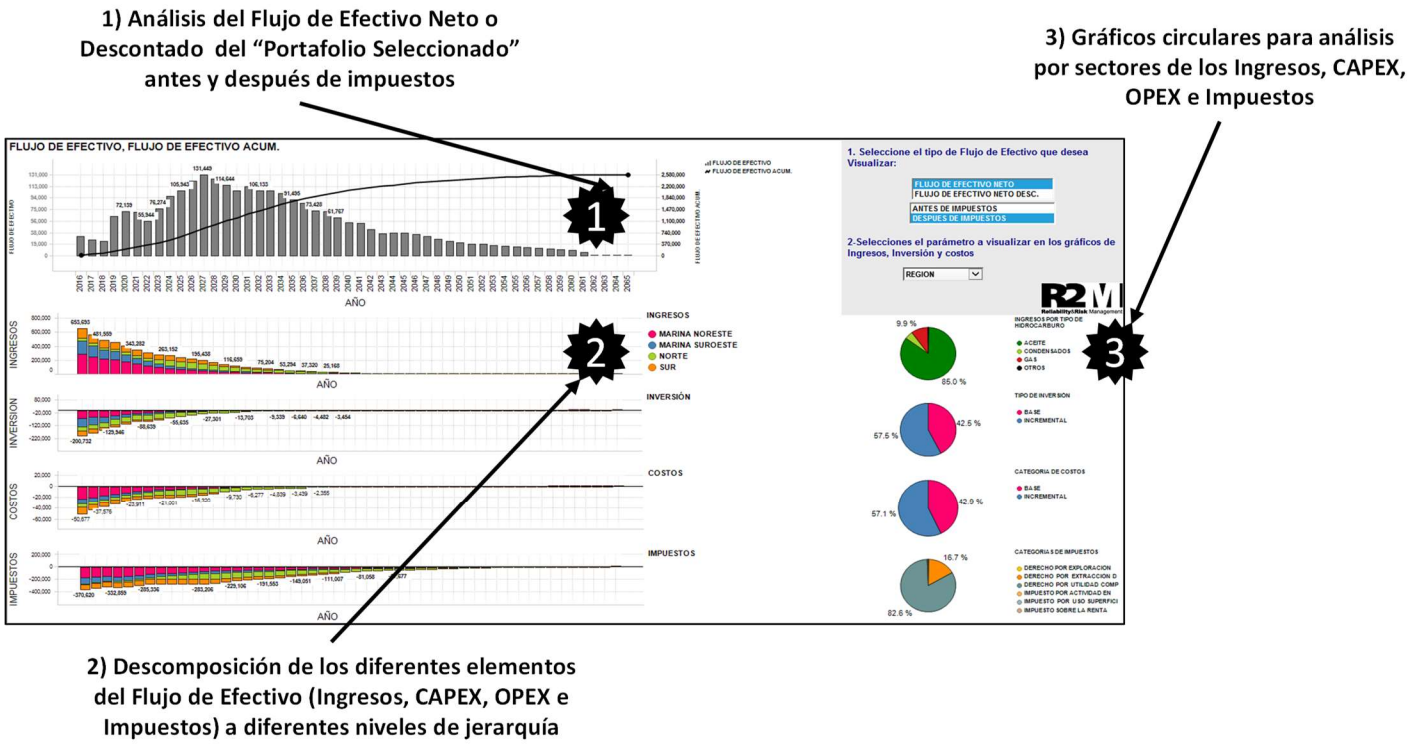


Figura 11. Sistemas de Soporte a Decisiones en la optimización de portafolios de inversión de E&P. Análisis del flujo de efectivo para el portafolio seleccionado.

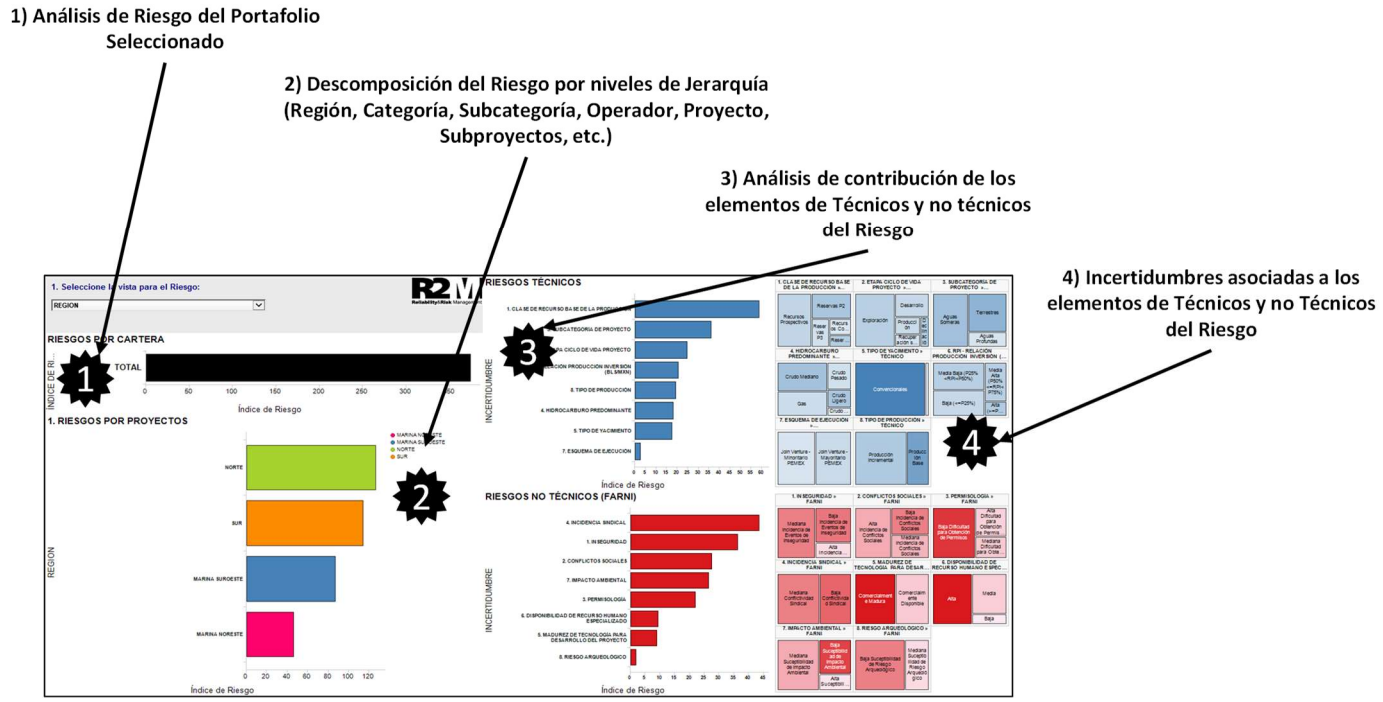


Figura 12. Sistemas de Soporte a Decisiones en la optimización de portafolios de inversión de E&P. Análisis del índice de riego que compone el portafolio seleccionado.

- **Nivel Bajo - Sistema de Datos Operacionales**: El principal objetivo de estos Sistema de datos Operacionales (SDO) es explotar la información operacional de nivel bajo residente en la base de datos corporativa (datawarehouse), mostrando informes dinámicos, con gran potencial de navegación, y con una interfaz gráfica amigable, vistosa y sencilla.

  En las
  Figura **13**y
  Figura **14Figura 8** podemos observar los SDO en donde de explota la información a nivel operativo del portafolio seleccionado, en estos SDO podemos descomponer y realizar el análisis de la información al nivel más bajo de los siguientes parámetros: flujo de efectivo, ingresos, inversión, costos operativos, impuestos, producción (diaria y acumulada) de petróleo y gas y la Actividad de Perforación y Workover de los proyectos que compone el portafolio seleccionado.

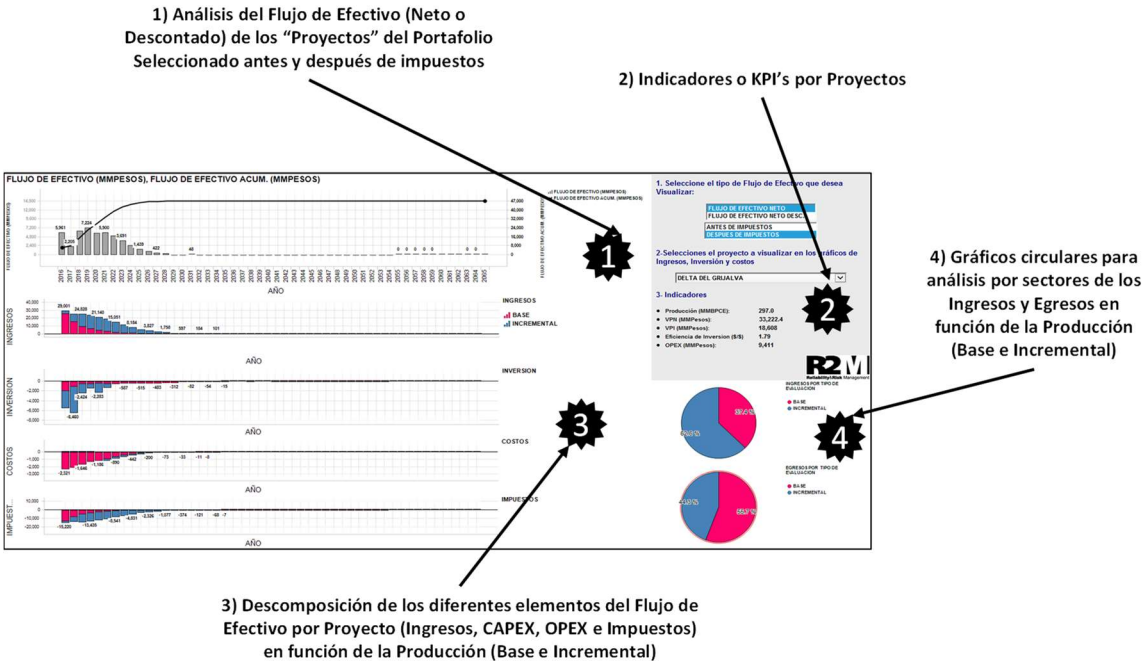


Figura 13. Sistema de Datos Operacionales en la optimización de portafolios de inversión de E&P. Análisis del flujo de efectivo de los proyectos que compone el portafolio seleccionado.

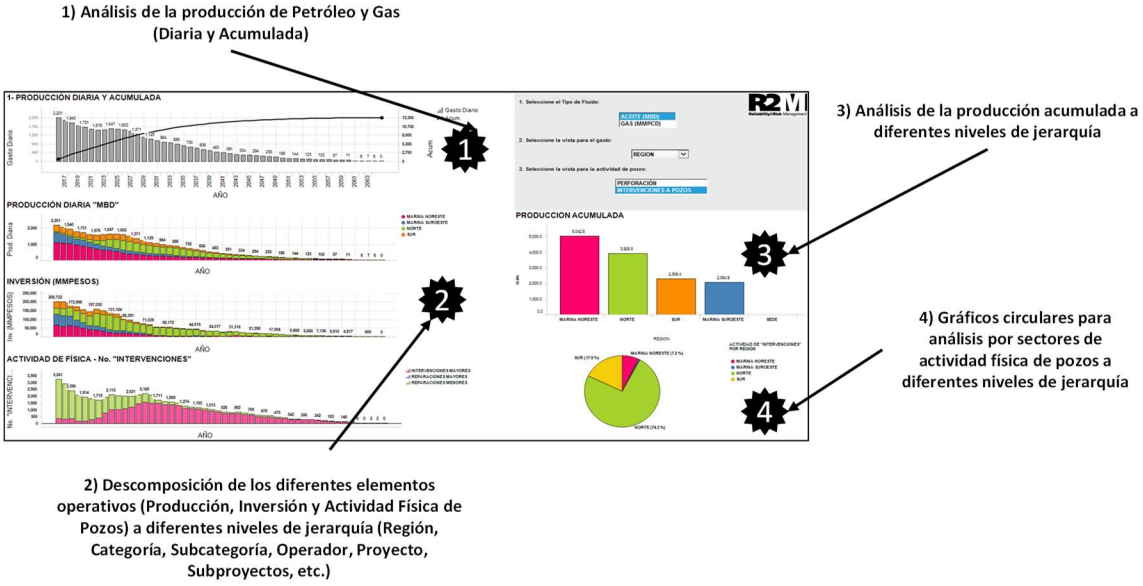


Figura 14. Sistema de Datos Operacionales en la optimización de portafolios de inversión de E&P.
Análisis de la producción y la actividad de perforación / Workover de los proyectos que compone el portafolio seleccionado.

Resumen y Conclusiones

En el mundo petrolero de hoy, directores, gerentes, ingenieros y analistas financieros están utilizando la inteligencia empresarial y análisis operacional para optimizar el negocio de los hidrocarburos (aumentar producción, aumentar reservas, reducir los costos de operación, etc.), mediante las generación de nuevos conocimientos estratégicos, tácticos y operativos y soportados con indicadores de desempeño (KPIs) que se obtienen de la integración de los datos técnicos, operativos y financieros. Este artículo mostros la metodología para construir e implementar una solución de inteligencia de negocio en la industria petrolera (BI) y describe un casos de aplicación para fortalecer la toma de decisión que soporta la selección del portafolio de inversión óptimo en E&P, no solo en el aspectos financieros, sino también por elementos técnicos y operacionales, a través del llamado Índice de Jerarquización multicriterio (IJ).

CONTACTOS

UNIDAD DE NEGOCIOS VENEZUELA

Calle 62 con Esq. Av. 8
Centro Empresarial Romy
Ofic. 1-01, Maracaibo 4003,
Estado Zulia, Venezuela.

(+58) 261-742.5286
(+58) 261-741.4647
contact@reliarisk.com

UNIDAD DE NEGOCIOS MÉXICO

Mariano Escobedo 476.
Torre Polanco. Piso 12.
Oficina 1238. Colonia Nueva
Anzures. Distrito Federal,
México C.P. 11590

(+52) 55 - 8647.3508 al 3514
contact@reliarisk.com

Av. Prolongación Paseo
Usumacinta S/N Local 30.
Plaza Cedros, Lázaro Cardenas,
Centro, Villahermosa,
Tabasco C.P. 86280

(+52) 993 - 397.862
contact@reliarisk.com

UNIDAD DE NEGOCIOS COLOMBIA

Calle 124 No. 7-35,
Edificio Offices 124,
Oficina 701, Bogotá,
Colombia. C.P. 110111

(+57) 1 - 592.1847
(+57) 320 874.5017
contact@reliarisk.com

Construimos certidumbre
con pasión por la innovación y el conocimiento