

DISEÑO DE UN MODELO DE CUADRO BALANCEADO DE GESTIÓN  
APLICADO AL CPF-FLOREÑA, EQUIÓN ENERGÍA.

KAREN JAZVEYDY CALDERÓN MORENO  
LAURA LUCÍA OVIEDO ÁVILA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETRÓLEOS  
BUCARAMANGA

2018

DISEÑO DE UN MODELO DE CUADRO BALANCEADO DE GESTIÓN  
APLICADO AL CPF-FLOREÑA, EQUIÓN ENERGÍA.

KAREN JAZVEYDY CALDERÓN MORENO

LAURA LUCÍA OVIEDO ÁVILA

Trabajo de Grado para adquirir el título de  
Ingeniero de Petróleos

Director

WILSON RAUL CARREÑO VELASCO

M.Sc. en diseño, gestión y dirección de proyectos.

Codirectores

RAÚL DANILO BLANCO REYES

JAVIER ALFONSO GARCÍA ACEVEDO

HÉCTOR ARMANDO BARRERA CACÉRES

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA FÍSICO-QUÍMICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA DE PETRÓLEOS  
BUCARAMANGA

2018

## **DEDICATORIA**

***A Dios***

*Por iluminar mi camino con sabiduría y entendimiento para así lograr cada uno de mis sueños.*

***A mis Padres***

***Miriam Moreno y Pedro Calderón***

*Por ser mi apoyo y soporte constante enseñándome humildad y pasión por cada uno de los proyectos que inicie.*

*Por el sacrificio que hacen día a día para que cada uno de sus hijos alcance sus metas y sean grandes personas*

***A mis Hermanos***

***Juliana, Zarith y Diego***

*por ser los principales impulsores de mis sueños y así demostrarles que lo que se hace de corazón siempre da grandes frutos.*

***A Cristian Ruíz***

*Por alegrarme los días con sus palabras, gestos de amor y ser más que mi novio mi amigo incondicional.*

**KAREN JAZVEYDY CALDERÓN MORENO**

## **DEDICATORIA**

*A mis padres Martha y Juan Carlos, por su amor infinito que ilumina mi camino.*

*A mi hermano Juan Camilo, para que este trabajo lo motive a cumplir sus sueños.*

*A mi abuelita Alicia, por ser la voz más tierna de amor y aliento que me alienta cada día.*

*A mis amigos, por permitirme aprender más de la vida a su lado.*

*Esto es posible gracias a ustedes.*

**LAURA LUCÍA OVIEDO ÁVILA**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa Equión Energía Limited y al equipo de Operaciones CPF-Floreña por permitir desarrollar nuestro trabajo de grado, por todo el apoyo, soporte y orientación brindada.

A los ingenieros Wilson Raul, Javier García y Raul Blanco por el tiempo dedicado a orientarnos y darle un muy buen foco a nuestro trabajo.

A nuestra Universidad Industrial de Santander por ser los motores a lo largo de nuestro desarrollo académico.

A Juliana Calderón al ser nuestra mano derecha para poder entregar este trabajo a tiempo.

Al profe Héctor Barrera por su orientación en la estructuración de este proyecto y sus recomendaciones para la realización del mismo.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	17
2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	18
3. JUSTIFICACIÓN .....	19
4. OBJETIVOS .....	20
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
5. MARCO DE REFERENCIA.....	21
5.1 MARCO DE REFERENCIA .....	21
5.1.1 EL CUADRO BALANCEADO DE GESTIÓN .....	21
5.1.2 DESCRIPCIÓN Y ELEMENTOS DEL CUADRO BALANCEADO DE GESTIÓN .....	23
5.1.2.1 Misión, Visión y valores. ....	24
5.1.2.2 Objetivos Estratégicos.....	25
5.1.2.3 Mapas estratégicos. ....	26
5.1.2.4 Indicadores de Gestión.....	27
5.1.2.4.1 Ejemplo de indicadores en la industria Petrolera.....	29
5.1.2.5 Metas.....	30
5.1.2.6 Acciones estratégicas.....	31
5.1.3 El proceso de elaboración del cuadro balanceado de gestión. ....	31
5.1.3.1 Etapa 1: Definir la unidad de negocio en la que se quiere implantar...31	
5.1.3.2 Etapa 2: Identificación de las vinculaciones entre la empresa y las unidades estratégicas de negocio. ....	31
5.1.3.3 Etapa 3: Seleccionar y diseñar indicadores.....	32
5.1.3.4 Etapa 4: Implantación.....	32
6. GENERALIDADES EQUIÓN ENERGÍA LIMITED .....	34
6.1 RESEÑA HISTÓRICA .....	34
6.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....	36
6.2.1 Organigrama equión energía limited .....	36
6.2.2 Organigrama área de operaciones piedemonte .....	38
6.3 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS.....	39

6.3.1 Misión.....	39
6.3.2 Visión a 10 años.....	39
6.3.3 Política operacional.....	39
6.3.4 Valores.....	40
6.4 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL CPF-FLOREÑA .....	40
OBJETIVOS ESTRATÉGICOS 2017 .....	43
7.MODELO DE PRODUCCIÓN EQUIÓN ENERGÍA.....	45
7.1 MODELO DE PRODUCCIÓN EQUIÓN ENERGÍA LIMITED .....	45
7.2 Chokes de producción.....	46
7.2.1 Choke de Yacimientos (Reservorio) .....	48
7.2.2 Choke de Pozos .....	49
7.2.3 Choke de Planta.....	51
7.2.4 Choke de Exportación .....	53
7.3 Pérdidas de Producción .....	54
7.3.1 Pérdidas planeadas.....	54
7.3.2 Pérdidas no planeadas.....	55
7.3.3 Ganancia de producción.....	55
7.4 Situación actual CPF-Floreña.....	55
8.PROCESO DE ELABORACIÓN DEL CUADRO BALANCEADO DE GESTIÓN DEL CPF-FLOREÑA .....	63
8.1 Desarrollo de los objetivos estratégicos por cada perspectiva .....	63
8.2 Mapa estratégico .....	63
8.3 Identificación de las vinculaciones entre la empresa y las unidades estratégicas de negocio.....	64
8.4 Seleccionar y diseñar indicadores .....	65
8.4.1 Perspectiva Interna.....	65
8.4.2 Perspectiva Financiera .....	66
8.4.2 Perspectiva de Clientes.....	66
8.5 Cuadro Balanceado de gestión.....	66
9.ANÁLISIS PÉRDIDAS NO PLANEADAS CON SUS RESPECTIVAS CAUSAS RAIZ.....	68
10.PLAN DE MONITOREO .....	77

10.1 Comunicación del TBG a todo el equipo .....	77
10.2 Integración del TBG.....	77
10.3 Supervisión de los indicadores del sistema.....	78
11.CONCLUSIONES.....	79
12.RECOMENDACIONES.....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	81

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Integración de las diferentes perspectivas del Cuadro Balanceado de Gestión .....	23
Figura 2.El Cuadro Balanceado de Gestión dentro del proceso de dirección estratégica .....	24
Figura 3. Aplicación del mapa estratégico- Unidad de negocios Colombia .....	27
Figura 4.Línea del tiempo Equión Energía Limited .....	36
Figura 5.Organigrama Equión Energía Limited.....	37
Figura 6.Organigrama área de operaciones piedemonte.....	38
Figura 7.Objetivos y plan estratégico 2017 Equión Energía Limited.....	43
Figura 8. Chokes de producción .....	45
Figura 9. Estructura para el manejo de la producción.....	46
Figura 10. Diagrama chokes de producción .....	47
Figura 11. Choke de Reservorio .....	48
Figura 12. Límites choke de Reservorio .....	48
Figura 13. Choke de Pozos .....	49
Figura 14. Limite choke de Pozos.....	50
Figura 15. Choke de Planta .....	51
Figura 16. Límites choke de Planta.....	51
Figura 17. Choke de Exportación.....	53
Figura 18. Pérdidas de producción .....	54
Figura 19. Producción crudo enero-marzo.....	59
Figura 20.Pérdidas no planeadas por compresor .....	60
Figura 21. Frecuencia pérdidas no planeadas por compresor .....	60
Figura 22. Precio Brent Enero-Marzo 2017 .....	62
Figura 23. Mapa estratégico realizado para el CPF-Floreña. ....	64
Figura 24. Tablero balanceado de Gestión para el mes de Mayo.....	67
Figura 25. Producción crudo e IPC Cpf-Floreña. Enero-Julio. ....	68
Figura 26.Pérdidas CPF-Floreña. Enero-Julio. ....	69
Figura 27. Pérdidas no planeadas por choke. Enero-Julio. ....	70
Figura 28. Diagrama Pareto pérdidas K38201B. ....	72
Figura 29. Venta de gas, Perenco y Termoyopal. Enero-Julio.....	73
Figura 30. Venta Gas Social. Enero-Julio. ....	74
Figura 31. Plan de monitoreo de TBG .....	78

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Pérdidas planeadas y no planeadas agosto-noviembre 2016.....	18
Tabla 2. Datos necesarios para la formulación de indicadores.....	28
Tabla 3. Modelo de ficha para la implementación de un indicador .....	29
Tabla 4. Indicadores de Gestión: Un ejemplo de aplicación en Ecopetrol S. A .....	30
Tabla 5. Factores de éxito para la implantación del cuadro balanceado de gestión .....	33
Tabla 6. Aumento de capacidad CPF-Floreña 2013-2016.....	42
Tabla 7. Gas ventas nominado octubre 2016 .....	56
Tabla 8. Pérdidas planeadas y no planeadas enero-marzo .....	59
Tabla 9. Pérdidas no planeadas por chokes .....	59
Tabla 10. Causas que generan mayor pérdidas de barriles .....	61
Tabla 11. Objetivos Estratégicos por perspectiva .....	63
Tabla 12. Rangos de aceptabilidad de los indicadores.....	65
Tabla 13. Equipos con mayores pérdidas y mayor frecuencia.....	70
Tabla 14. Causas pérdidas de barriles 26ME302A.....	71
Tabla 15. Problemas, causas raíz y posibles soluciones para mitigar salidas no programadas de los compresores.....	75

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A. Reporte de producción cuarto de control.

Anexo B. Reporte de producción elaborado por el ingeniero de producción.

Anexo C. Plan anual de producción CPF-Floreña.

Anexo D. Plan anual de pérdidas de producción CPF-Floreña.

Anexo E. Indicadores de gestión por perspectiva.

Anexo F. Causas salidas no programadas de los compresores 23C01C/D.

Anexo G. Causas raíz de los equipos con mayor frecuencia y mayores barriles de pérdidas no planeadas.

## RESUMEN

**TÍTULO:** DISEÑO DE UN MODELO DE CUADRO BALANCEADO DE GESTIÓN APLICADO AL CPF-FLOREÑA, EQUIÓN ENERGÍA\*.

**AUTORES:** KAREN JAZVEYDY CALDERON MORENO\*\*.  
LAURA LUCÍA OVIEDO AVILA\*\*.

**PALABRAS CLAVE:** Cuadro balanceado de gestión, estrategia, indicadores de gestión, unidad de negocio, pérdidas de producción, centro de producción y facilidades CPF, EPF, choke de producción.

### DESCRIPCIÓN:

El cuadro balanceado de gestión surge como una herramienta para el monitoreo y análisis de la información de una empresa, con el fin de aclarar y actualizar la estrategia, comunicar y vincular objetivos e indicadores estratégicos con metas a largo plazo, planificar y alinear las iniciativas estratégicas, conducir revisiones periódicas de rendimiento para aprender y determinar acciones de mejora que conduzcan al éxito y generación de valor de la empresa.

Dentro de la operación Equión Energía Limited, la pérdida de barriles de aceite representa pérdidas económicas y de productividad, siendo un agravante el aumento de pérdidas no planeadas en el plan de producción de la operación del CPF-Floreña. Para el diseño del cuadro balanceado de gestión de esta unidad de negocio, se partió del análisis de los lineamientos estratégicos y el modelo de producción actual. Se procedió a definir los indicadores de medición enfocados al monitoreo de las pérdidas de producción no estipuladas en el plan establecido. La aplicación de la herramienta diseñada se realizó con información de producción de los meses de enero a julio del 2017. Posteriormente se analizaron los resultados obtenidos y establecieron acciones de mejora para mitigar los factores críticos identificados.

Finalmente, se propone la implementación de las acciones de mejora identificadas y del cuadro balanceado de gestión diseñado, además de su continuo seguimiento. De esta forma se puede verificar si el plan de acción está dando resultado y si es necesario definir nuevos indicadores, contemplando la evolución hacia la meta.

\* Trabajo de Grado.

\*\*Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director: Wilson Raúl Carreo Velasco

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN OF A OF BALANCED SCORECARD MODEL APPLIED TO CPF-FLOREÑA, EQUIÓN ENERGÍA\* .

**AUTORS:** KAREN JAZVEYDY CALDERON MORENO\*\*.  
LAURA LUCÍA OVIEDO AVILA\*\*.

**KEY WORDS:** Balanced scorecard BSC, strategy, key performance indicators, business unit, production losses, central production facility CPF, early production facility EPF, production choke.

### DESCRIPTION:

The balanced scorecard is a strategy performance management tool for the control and analysis of a company information, in order to clarify and update the strategy, communicate and link strategic objectives and indicators with long-term goals, plan and align strategic routes, drive the periodic performance conditions to learn and determine the improvement actions that lead to succeed and create value in a company.

Among Equión Energy Limited operation, the loss of barrels of oil represents economic and productivity losses, as well as the increase of unplanned losses in the production plan of the CPF-Floreña operation has become a meaningful problem. For the design of the balanced scorecard of this business unit, the first step was the analysis of the strategic guidelines and the current production model. In the next place, definition of the key performance indicators focused on monitoring production losses not stipulated in the established plan. The application of the designed tool was carried out with production information from the months of January to July 2017. Subsequently, the results obtained were analyzed and improvement actions were established to mitigate the critical factors identified.

Finally, it is proposed to implement the improvement actions identified and the balanced management plan designed, in addition to its continuous monitoring. In this way, it is easy to verify if the action plan is working and if it is necessary to define new indicators, contemplating the evolution towards the goal.

\* Trabajo de Grado.

\*\*Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería de Petróleos. Director: Wilson Raúl Carreo Velasco

## INTRODUCCIÓN

El sistema de gestión tradicional de rendimiento corporativo de las empresas estaba construido principalmente alrededor de una estructura financiera, de esta manera no proporcionaba información sobre todos los factores que contribuyen al cumplimiento de los lineamientos estratégicos de las compañías. Con el desarrollo del cuadro balanceado de gestión se integran diferentes perspectivas de la empresa, transformando su visión, misión y estrategia en objetivos e indicadores medibles que permiten un análisis detallado y a su vez integral, orientado a la implementación de planes de acción que contribuyan al incremento de la productividad y éxito de la empresa. Lo anterior, surge en pro de hacer las empresas cada vez más competitivas a causa de los retos que impone la modernización y globalización de la economía.

En la industria petrolera, empresas como Ecopetrol y Petrobras han implementado el cuadro balanceado de gestión como herramienta de control y monitoreo de su actividad, siendo una industria que en épocas de crisis obliga a cambiar de estrategia y generar valor en un entorno de precios no favorables. El proceso de construcción de esta herramienta considera el análisis de los pilares estratégicos ya establecidos, y si es necesario una modificación en los mismos. Posteriormente la identificación de los objetivos estratégicos y las relaciones causa-efectos entre ellos de este modo establecer los indicadores de medición e integrar la información recolectada en una herramienta de fácil visualización. Finalmente establecer acciones estrategias que corrijan o mitiguen los factores críticos identificados con el cuadro balanceado de gestión.

Teniendo en cuenta lo anterior y tomando al El CPF-Floreña como unidad estratégica de negocio de la empresa Equión Energía, mediante el siguiente trabajo de grado se busca diseñar un modelo de cuadro balanceado de gestión sobre la operación de la facilidad de producción, a fin de encontrar soluciones económicamente viables que optimicen la producción, enfocadas a la reducción de pérdidas de producción no planeadas que ocurren con mayor frecuencia en la planta y generen valor en la misma.

## 2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El aumento de pérdidas de barriles no planeados con respecto a las planeadas conlleva a una producción de barriles inferior al IPC estipulada, plan de producción mensual, evidenciado entre Agosto y Noviembre del 2016 donde las pérdidas no planeadas representaron entre el 70-80% de las pérdidas totales (ver Tabla 1). Esto se debe a la falta de análisis y corrección de las salidas de corta duración y mayor frecuencia ocurridas en los equipos dentro del CPF -Floreña, que suman pérdidas significativas. Eventualmente un continuo aumento de barriles perdidos no planeados causará una disminución en el EBITDA /barril generando impacto negativo en la rentabilidad de la facilidad.

Al implementar el cuadro balanceado de gestión se logrará tener un monitoreo constante de la producción y las causas raíz de las pérdidas más repetitivas, permitiendo solucionarlas a tiempo, trabajando en conjunto con el equipo de mantenimiento.

**Tabla 1. Pérdidas planeadas y no planeadas agosto-noviembre 2016**

MES	PERDIDAS PLANEADAS (Bbls)	PERDIDAS NO PLANEADAS (Bbls)	PERDIDAS TOTALES (Bbls)	% PERDIDAS NO PLANEADAS
AGOSTO	159	912	1072	85%
SEPTIEMBRE	71	555	626	89%
OCTUBRE	79	201	280	72%
NOVIEMBRE	248	1434	1681	85%

Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA. *REPORTE DE PRODUCCIÓN 2016*

### 3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las empresas están obligadas a enfrentarse a los retos impuestos por una economía globalizada, por lo tanto, deben implementar procesos de modernización y estrategia que les permitan ser más maduras y competitivas. El control y monitoreo de sus actividades provee herramientas para una gestión permanente, eficiencia en la generación de utilidades, identificación de falencias y mejoramiento continuo en pro del cumplimiento de las metas corporativas trazadas, tanto financieras como de generación de valor y de esta manera lograr las expectativas de los accionistas. Particularmente para la industria petrolera, el llamado a mejorar su eficiencia operativa es una oportunidad de materializar ventajas competitivas en la coyuntura de precios bajos del crudo.

La industria petrolera en Colombia ha querido fortalecer el diseño de estrategias que le permitan alcanzar la visión establecida y elevar sus niveles de competitividad. Dentro del proceso de operación, producción y mantenimiento de un campo petrolero, el subproceso de optimización de producción requiere individuos de diferentes disciplinas para que sea exitoso, a largo plazo y sostenible. La identificación de la causa-raíz de las pérdidas debido a factores no planeados que afectan significativamente la producción y la implementación de acciones para aumentar la capacidad de producción, incrementar volúmenes de producción y reducir el costo de levantamiento, hacen parte de dicho proceso de optimización.

Para medir la efectividad de las intervenciones realizadas es necesario implementar indicadores de gestión que aseguren que el proceso de optimización está teniendo un efecto positivo. Revisar el desempeño actual revela qué puede ser mejorado y compara el rendimiento de varios aspectos en conjunto. Un cuadro balanceado de gestión es una herramienta que integra varias perspectivas e indicadores para eliminar la erosión de valor y apalancar un proceso de mejora, innovación y aprendizaje que involucra aspectos tanto operacionales como financieros.

De acuerdo a lo anterior, el objetivo de este trabajo es realizar una propuesta de un modelo de cuadro balanceado de gestión para las operaciones en el CPF-Floreña como unidad estratégica de negocio, a partir del diagnóstico de la situación actual de pérdidas no planeadas de producción, definiendo mediciones e indicadores que permitan gestionarlo, analizando las causas y planteando soluciones viables que contribuyan a optimizar todo el proceso de producción.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Optimizar la producción en el CPF- Floreña, Equión Energía, mediante la propuesta del diseño de un modelo de cuadro balanceado de gestión.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudiar y describir el concepto teórico de Cuadro Balanceado de Gestión dentro del contexto de la industria petrolera.
- Realizar una caracterización general de las pérdidas de producción de mayor frecuencia en el CPF-Floreña y hacer un diagnóstico de la situación actual a causa de las pérdidas no planeadas.
- Definir las mediciones e indicadores de producción asociados al diagnóstico realizado y teniendo como base la práctica de BP PEIcp , de esta manera obtener un diseño del cuadro balanceado de gestión del CPF-Floreña.
- Identificar y analizar la causa- raíz de las pérdidas no planeadas en el CPF-Floreña a partir del cuadro balanceado de gestión.
- Trazar plan de monitoreo del cuadro balanceado de gestión para analizar e identificar las oportunidades de mejora.

## **5. MARCO DE REFERENCIA**

### **5.1 MARCO DE REFERENCIA**

#### **5.1.1 EL CUADRO BALANCEADO DE GESTIÓN**

##### **GENERALIDADES**

El tablero balanceado de gestión (TBG) o BSC por sus siglas en inglés (Balanced Scorecard) es una herramienta de gestión que proporciona una metodología de obtención y clasificación de la información, generando no solo un sistema de medición simple sino de implementación estratégica. De esta manera, transforma la misión, la visión y la estrategia de las diferentes unidades de negocio de una organización, en objetivos e indicadores tangibles que conlleven a una oportuna toma de decisiones y ejecución de acciones que garanticen la mejora y el éxito de la organización.

El BSC permite aclarar y actualizar la estrategia, comunicar y vincular objetivos e indicadores estratégicos con metas a largo plazo, planificar y alinear las iniciativas estratégicas, conducir revisiones periódicas de rendimiento para aprender y mejorar la estrategia. Se desarrolla desde la base hasta los niveles más altos de dirección y el proceso se puede realizar mediante sistemas automatizados que permitan a la información recorrer los diferentes puntos en donde se necesite utilizarla o alimentarla nuevamente, de esta manera construir una herramienta informática completa, pero simple y fácil de utilizar.

Los fundadores del cuadro balanceado de gestión Robert Kaplan y David Norton<sup>2</sup>, dieron un enfoque multidimensional para medir el rendimiento corporativo de una empresa. Su argumento está basado en que los sistemas de gestión tradicionales estaban contruidos alrededor de una estructura financiera, que, aunque es necesaria, proporciona información limitada y no informa sobre todos los factores que causan el resultado empresarial ni orienta al crecimiento de la empresa en un entorno competitivo actual.

---

<sup>2</sup> KAPLAN, Robert y NORTON David. The Balanced Scorecard: Cuadro de Mando Integral. 2 edición. Barcelona: Ediciones Gestión, 2000 p. 39.

En este sentido establecen cuatro perspectivas<sup>3</sup> (ver figura 1) que sitúan a la estrategia en el centro de la organización, y dirige actuaciones en las diferentes áreas que la integran.

- **Perspectiva Financiera:** Describe los resultados tangibles de la estrategia en términos financieros, es decir, si se están obteniendo los resultados económico-financieros que se esperan. Además, si se responden las expectativas de los accionistas, con altos niveles de rendimiento, la garantía y mantenimiento de la empresa.
- **Perspectiva de los clientes:** Define la proposición de valor para los clientes objetivo, generando ingresos que se reflejan en la perspectiva financiera. Permite responder a las expectativas del cliente que están compuestas básicamente por aspectos como la calidad, el tiempo, el precio y la imagen. Se pueden definir tanto clientes externos como internos que generen valor dentro de una unidad estratégica de negocio.
- **Perspectiva de los procesos internos:** Expresa las metas operacionales de los procesos claves de la empresa, cuyo éxito depende de las expectativas de los clientes y de los accionistas. Incluye procesos de fabricación, configuración del servicio, suministros, almacenamiento, transporte y distribución. Aspectos como la tecnología, innovación y el control complementan el proceso.
- **Perspectiva de Aprendizaje organizacional:** Mide la capacidad de la empresa para adaptarse a nuevas realidades, mejorar y cambiar, gracias a la identificación del talento humano y el clima organizacional. Estos aspectos contribuyen a los procesos de creación de valor y merecen una atención relevante.

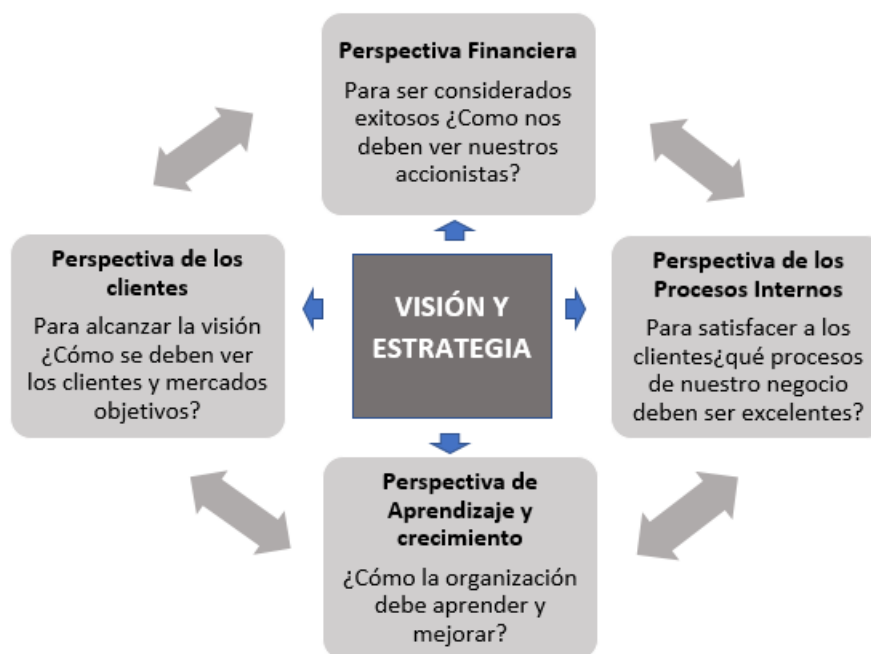
La integración de las diferentes perspectivas constituye el eje básico del cuadro de mando integral, mediante la articulación de los indicadores desarrollados en cada una de ellas y el equilibrio entre los objetivos y acciones a desarrollar. Actualmente las organizaciones funcionan como procesos integrados con ajuste entre las diversas funciones empresariales que están orientadas a fortalecer la ventaja competitiva teniendo como parámetros la velocidad, eficiencia y calidad.

El cuadro de mando integral debe estar a disposición de la dirección de la empresa que le permita adaptarse al entorno competitivo reforzando la creación de valor en forma sostenible. Para su elaboración es necesario el desarrollo de un programa sistemático claro que permita traducir la estrategia en indicadores y términos operativos.

---

<sup>3</sup> Ibíd, p 40.

**Figura 1. Integración de las diferentes perspectivas del Cuadro Balanceado de Gestión**



Tomado y modificado de: Kaplan y Norton<sup>4</sup> (2000)

### 5.1.2 DESCRIPCIÓN Y ELEMENTOS DEL CUADRO BALANCEADO DE GESTIÓN

El cuadro balanceado de gestión se incluye entre los elementos que desarrollan el proceso de dirección estratégica de una empresa (Figura 2). En este proceso se analiza su entorno competitivo, para identificar amenazas y oportunidades, además de sus recursos y capacidades internas, todo con el fin de determinar fortalezas y debilidades para obtener una ventaja competitiva sostenible. El BSC se enmarca entre las fases de puesta en práctica y control de la implantación estratégica, con el propósito de medir y orientar la estrategia.

Durante la implantación estratégica, se ponen en marcha las opciones estratégicas elegidas, incluyendo factores como la capacidad del equipo directivo para estimular la actividad de recursos humanos, la estructura organizativa y la cultura empresarial para darle soporte a la implantación. El rol del cuadro de mando integral es el control

<sup>4</sup> Ibíd, p 41.

estratégico, para verificar los resultados obtenidos con la misión y los objetivos planteados.

**Figura 2. El Cuadro Balanceado de Gestión dentro del proceso de dirección estratégica**



Tomado y modificado de: Martín y Reyes<sup>5</sup> (2008)

Seguido de la descripción del rol del cuadro balanceado de gestión dentro del proceso de dirección empresarial, se continúa con la descripción de los elementos que lo componen. El BSC se fundamenta en la elaboración de un mapa estratégico, en el que se reflejan las metas y objetivos estratégicos, además del diseño de un grupo de indicadores que permitan medir la consecución de los objetivos establecidos por la organización. Se procede a revisar en detalle estos elementos citando unos ejemplos dentro del contexto de la industria petrolera.

**5.1.2.1 Misión, Visión y valores.** Los pilares básicos de la estrategia empresarial de una organización son la misión, la visión y los valores de la misma. En la mayoría

<sup>5</sup> MARTÍN PEÑA, María Luz y REYES RECIO, Luisa E. EL Cuadro de Mando Integral: Una Herramienta al Servicio de las Empresas. Madrid: CÁTEDRA MADRID EXCELENTE Editor, 2008. p 23.

de organizaciones estos conceptos ya están definidos con anterioridad, sin embargo, deben ser revisados rigurosamente al momento de abordar el diseño de un cuadro balanceado de gestión.

La misión empresarial define la identidad de la empresa e indica su razón de ser. En efecto, define la interrelación entre la organización y sus actores relevantes<sup>6</sup>: clientes, proveedores, empleados, accionistas, comunidad y medio ambiente. Además, Debe ser un compromiso en común de toda la organización, debe ser precisa y factible. Además, cada área o unidad de la organización debe generar una misión propia que se dirija hacia los mismos fines de la misión general.

Por otra parte, la visión identifica el objetivo a largo plazo de la empresa y marca el camino de crecimiento y de formación para lograrlo, determina dónde y cómo quiere diferenciarse la empresa de sus competidores. Este proceso de visualizar el futuro implica un permanente examen de la organización frente sus actores relevantes y definir lo que desea alcanzar a partir de su condición actual.

Los valores empresariales orientan el comportamiento que debe tener la organización, tanto internamente como con su entorno para llegar a cumplir la misión y visión establecidas. Generalmente son de 4 a 6 valores arraigados a la integridad de la organización.

**5.1.2.2 Objetivos Estratégicos.** Los objetivos estratégicos son un fin deseado clave para la organización y para el logro de su visión. Se caracterizan por ser concretos y expresados en forma de acción, mediante este ejercicio el cuadro balanceado de gestión cumple la función de transformar la misión, la visión y la estrategia en objetivos claros y operativos. Los objetivos se definen en cada una de las perspectivas que se describieron en las generalidades del BSC, éstos objetivos se enuncian de manera que ayuden a la organización a explicar cómo va a conseguir la implantación de la estrategia. Según Luz Martín y Luisa Reyes<sup>6</sup> en su libro El Cuadro de Mando integral, se debe evitar formular demasiados objetivos estratégicos y deben seleccionarse los más importantes según los siguientes criterios:

- a) Que sean medibles.
- b) Que puedan reorientarse en función de circunstancias excepcionales.
- c) Que sean aceptados por los diferentes grupos de personas de la organización.

---

<sup>6</sup> MARTÍN PEÑA, María Luz y REYES RECIO, Luisa E. EL Cuadro de Mando Integral: Una Herramienta al Servicio de las Empresas. Madrid: CÁTEDRA MADRID EXCELENTE Editor, 2008. p 23.

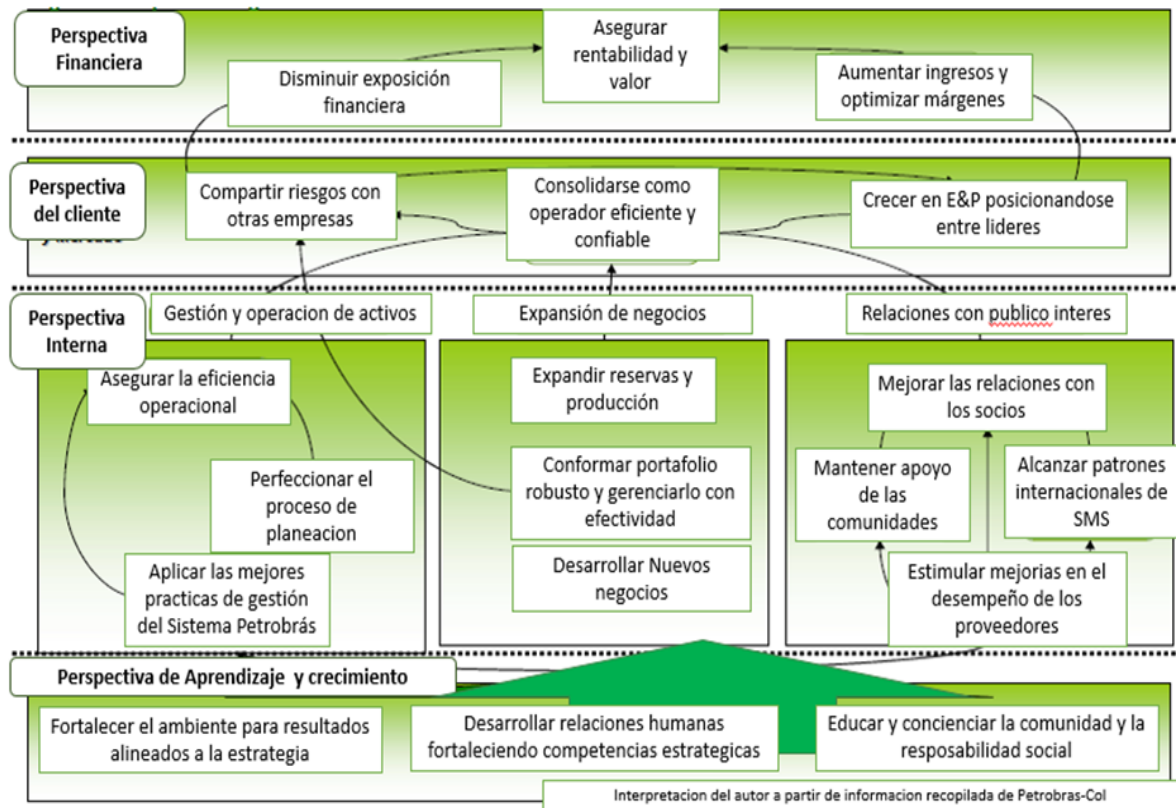
- d) Que formen parte de la estrategia empresarial y la cultura corporativa.
- e) Que sean alcanzables con las habilidades y conocimientos disponibles de la empresa.

El cumplimiento del objetivo corporativo se logra a partir de la pirámide de objetivos estratégicos en donde están interrelacionados y se afectan unos a otros, en este sentido, la consecución de unos objetivos lleva al alcance de otros. Estas relaciones se explican mediante relaciones causa-efecto presentados en mapas estratégicos, que son el siguiente elemento del cuadro de mando integral.

**5.1.2.3 Mapas estratégicos.** Los mapas estratégicos son uno de los aportes más relevantes del cuadro balanceado de gestión, como se ha mencionado, son una representación simple de la descripción de la estrategia en la empresa. Los mapas estratégicos compilan el conjunto de objetivos estratégicos, ordenándolos en las diferentes perspectivas y representando las relaciones causa-efecto entre ellos. Generalmente la estructura básica de un mapa estratégico se compone de cuatro bloques, uno por cada perspectiva de las mencionadas. Dentro de cada bloque ubican los objetivos asociados, iniciando en la parte inferior por los correspondientes a la perspectiva de aprendizaje y crecimiento, seguido del bloque de procesos internos y clientes, para finalmente ubicar en la cúspide los objetivos circunscritos en la perspectiva financiera. La estructura mencionada es la más utilizada, aunque según la naturaleza de la organización, su estructura jerárquica, o la unidad de negocio en la que se esté diseñando el cuadro balanceado de gestión, se puede modificar dicha estructura para adaptarla a las necesidades reales de la organización.

Con respecto al análisis de los objetivos que se están abordando, algunos de ellos pierden importancia, mientras otros se refuerzan e incluso se consideran objetivos nuevos. En conclusión, luego de haber realizado las relaciones causales entre los objetivos, algunos de ellos quedan aislados, entonces se debe plantear si este objetivo tiene sentido dentro de la estrategia definida o si es aconsejable eliminarlo del mapa. La Figura 3 muestra el resultado final de este proceso, en la empresa Petrobras-Unidad Colombia.

**Figura 3. Aplicación del mapa estratégico- Unidad de negocios Colombia**



Fuente: Ramírez Arroyave<sup>7</sup> (2005)

**5.1.2.4 Indicadores de Gestión.** Los indicadores, también conocidos como medidas o KPI por sus siglas en inglés (key performance indicator), son el medio que permite comprobar si se están cumpliendo o no los objetivos estratégicos definidos, a su vez, dan información del avance logrado en cada uno de ellos. Es decir, los KPI son la mejor herramienta para concretar los objetivos y reducen las posibilidades de generar interpretaciones erróneas.

Respecto a la medición de cada objetivo estratégico, el uso de un solo indicador no es exclusivo, sino que puede ser necesario incluir varios. En cuanto al número total de indicadores por cada perspectiva, no es recomendable superar los siete, ya que una de las características del cuadro balanceado de gestión es sintetizar información.

Otro aspecto para tener en cuenta en el momento de definir los indicadores es la importancia en que sean cuantificables y objetivos. En “Manuales prácticos de la

<sup>7</sup> RAMÍREZ ARROYAVE, Francy Edith. Unificación de criterios para la medición de gestión en la industria petrolera. Tesis de Especialización en gerencia de Hidrocarburos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, 2005, 59p

Pyme” resumen los datos más relevantes para la formulación de indicadores en la siguiente tabla 2.

**Tabla 2. Datos necesarios para la formulación de indicadores.**

<b>Formalización</b>	<b>Disponibilidad</b>	<b>Implantación</b>	<b>Sensibilidad</b>
-Fórmula matemática.	- ¿Se mide actualmente el indicador?	- ¿Tiene sentido realizar la implantación desde el punto de vista costo/beneficio?	- ¿Se puede influir de forma importante en el desarrollo del indicador?
-Descripción de indicadores.	- ¿Frecuencia de medición?		- ¿Se puede influir sobre el indicador a corto y largo plazo?
-Responsabilidad ante el resultado	- ¿Existen Valores procedentes del pasado? ¿Se utiliza el indicador en el sistema de informes actual?	- Plan del proyecto para la implantación.	

Fuente: Manuales Prácticos de la Pyme<sup>8</sup>

Además, como se mencionó, los indicadores están enfocados a medir aspectos de gran importancia para la organización. Según su enfoque podemos encontrar los siguientes tipos:

- a) Indicadores de causa: son los encargados de medir resultados intermedios, de actividades o procesos que se realizan para conseguir el objetivo. Se utilizan cuando es difícil encontrar indicadores de resultado o éstos son difíciles de cuantificar.
- b) Indicadores de resultado: son los encargados de medir el grado de obtención de resultados. También se les conoce como indicadores de efecto.

Un ejemplo de indicador de causa es el número de horas de formación que ha recibido cada empleado. De esta manera se mide el esfuerzo realizado para conseguir mejorar la capacidad de los empleados, pero no transmite el resultado final. Por otro lado, el incremento de la producción diaria de barriles de petróleo es un indicador de resultado, pues se obtiene información del impacto de las acciones puestas en marcha.

Como los indicadores se generan para los objetivos estratégicos, se van a tener indicadores en las cuatro perspectivas del cuadro balanceado de gestión. Por ejemplo, en la práctica PEIcp7 realizada por BP en el 2007, para el mejoramiento de la eficiencia de producción, presentan tres indicadores de efecto principales: producción actual, capacidad instalada de producción y eficiencia operacional.

<sup>8</sup> MANUALES PRÁCTICOS DE LA PYME. Cómo elaborar el cuadro de mando. Galicia: Xunta de Galicia Editor. p 38.

Todos hacen parte de la perspectiva interna y ayudan a entender si la implementación del PEIcp para la optimización de la producción está teniendo éxito o no. Más adelante se presentarán ejemplos de indicadores de cada perspectiva dentro del contexto de la industria petrolera.

Finalmente, de acuerdo con las características que se han mencionado de los indicadores, éstos deben ser documentados en una ficha para cada uno de ellos. El formato propuesto en los Manuales de Pyme es el siguiente, tabla 3.

**Tabla 3. Modelo de ficha para la implementación de un indicador**

<b>Indicador</b>	<b>Objetivo Asociado</b>	<b>Perspectiva</b>	<b>Código</b>	<b>Tipo</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>Tiempo medio unitario del proceso</b>	Mejorar el proceso Productivo	Interna	TWP01	Resultado	Semanal
<b>Definición del indicador</b>	Tiempo medio de fabricación del producto x, desde que comienza el proceso con el acopio del material hasta que se almacena el producto en el almacén de salidas.				
<b>Fórmula de cálculo</b>	(Total de Productos fabricados en el mes) / (Tiempo total del proceso)	Fuente de información		ERP de la Pyme	
<b>Meta</b>	20 min				
<b>Responsable del indicador</b>	Director de Producción				
<b>Responsable de la información</b>	Administrativo de Producción				

Fuente: Manuales prácticos de la Pyme<sup>9</sup>.

**5.1.2.4.1 Ejemplo de indicadores en la industria Petrolera.** Ramírez Arroyave en "Unificación de criterios para la medición de gestión en la industria petrolera" presenta los indicadores de la empresa Ecopetrol S.A en cada una de las perspectivas del cuadro balanceado de gestión. En la Tabla 4 se muestran los indicadores correspondientes a cada objetivo estratégico y a su vez a la perspectiva que pertenecen.

<sup>9</sup> Ibíd 46

**Tabla 4. Indicadores de Gestión: Un ejemplo de aplicación en Ecopetrol S. A**

<b>PERSP</b>	<b>OBJETIVOS ESTRATÉGICOS</b>	<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>F I N A N C I E R A</b>	Maximizar y aumentar de manera sostenida el valor de la empresa.	Índice Valor del Negocio (MVA).	Mide la gestión del valor de la empresa determinado versus valor de la empresa planeado
	Maximizar la contribución a sus accionistas	EVA (\$).	Es la medida del verdadero resultado económico de la compañía. Es la utilidad operativa neta que deja el negocio después de haber cubierto todos sus costos.
<b>C L I E N T E S</b>	Cumplir con los planes de entrega de hidrocarburos en términos de oportunidad, volumen y calidad	Índice de Masa entregado	Mide la proporción relativa a calidad y volumen de hidrocarburos entregados versus requeridos.
	Asegura la incorporación de reservas de crudo y gas de Ecopetrol S.A mediante el hallazgo o compra de reservas	Reposición de reservas: -Nuevas reservas. -Revaluaciones	Cuantifica el volumen de nuevas reservas de hidrocarburos incorporados.
<b>A P R E N D I Z A J E</b>	Lograr el desarrollo de las competencias requeridas por las personas	Cumplimiento de metas de resultado	Muestra el puntaje por cumplimiento de los objetivos de resultado establecidos en “Compromisos de desempeño individual” suscritos en la fase de planeación de objetivos
<b>I N T E R N A</b>	Cumplir con el plan de explotación de los campos para asegurar el plan de producción	% Índice de producción promedio fiscalizada	Mide el cumplimiento del plan volumétrico de hidrocarburos con el fin de monitorear su cumplimiento y tomar medidas correctivas.
		% Cumplimiento de calidad	Mide el cumplimiento de la calidad de crudo y gas entregado.

Fuente: Ramírez Arroyave<sup>10</sup>(2005)

**5.1.2.5 Metas.** Mediante la definición de las metas se materializa el compromiso de los recursos humanos, es decir, es la fase en la cual el personal de la organización

<sup>10</sup> RAMÍREZ ARROYAVE. Op. cit., 69p

asume los compromisos planteados a futuro y determina los responsables de los objetivos e indicadores. Además, estas deben tener relación con el valor actual y con los recursos que se van a modificar a causa del indicador.

**5.1.2.6 Acciones estratégicas.** Las acciones estrategias son las actuaciones que contribuyen de forma específica a la consecución de los objetivos planteados. Una de las tareas fundamentales del cuadro balanceado de gestión es su proceso de selección, priorización y asignación de recursos.

**5.1.3 El proceso de elaboración del cuadro balanceado de gestión.** Una vez se han descrito los elementos del cuadro balanceado de gestión y haber abordado ejemplos de unos de ellos dentro del contexto de la industria petrolera, a continuación, se presenta el plan de desarrollo típico que los creadores Norton y Kaplan utilizaron para elaborar cuadros balanceados de gestión en diferentes organizaciones.

**5.1.3.1 Etapa 1: Definir la unidad de negocio en la que se quiere implantar.** Esta etapa consiste en establecer la unidad organizativa en la que se va implantar el Cuadro Balanceado de Gestión. Desde el punto de vista de la estructura interna de una empresa, los departamentos o unidades estratégicas de negocio en los que se puede dividir, se entienden como un conjunto de actividades dentro de las desarrolladas por la empresa para las cuales se puede establecer una estrategia autónoma y diferente del resto de actividades, en este sentido se puede diseñar un cuadro balanceado de gestión para cada una de ellas.

Cuando se ha definido la unidad de negocio en la que se va a trabajar, se debe reunir la información correspondiente a:

- a) Los objetivos estratégicos de la unidad seleccionada
- b) Los Factores de entorno en los cuales opera la empresa y el negocio en particular.
- c) Vínculos con las demás unidades de la empresa, tales como: clientes comunes, competencias centralizados, oportunidades de enfoques, relación clientes/proveeros, entre otros.

**5.1.3.2 Etapa 2: Identificación de las vinculaciones entre la empresa y las unidades estratégicas de negocio.** Toda la información compilada debe ser analizada y remitida a los directivos para su revisión. Se debe hacer un trabajo de síntesis por parte de los responsables del diseño. En este proceso se discute la información obtenida y se hace una lista provisional de objetivos e indicadores que proporcionaran la base para el desarrollo del cuadro, además deben discutirse el cambio de los procesos que supone el diseño, la implantación y las impresiones personales y de la organización.

Una vez realizado el proceso de síntesis y consenso dentro del equipo de trabajo se ha de dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿En qué grado varía la actuación de la empresa con respecto a los accionistas, clientes, procesos internos y capacidad para crecer y mejorar? La respuesta a esta cuestión implica el tratamiento de cada perspectiva. Cada uno de los objetivos provisionales a incorporarse deben ser discutidos de forma individual. Al final de este proceso, se deben haber identificado tres o cuatro objetivos por perspectiva, completándolos con una descripción precisa de cada uno de ellos y una lista de indicadores potenciales.

**5.1.3.3 Etapa 3: Seleccionar y diseñar indicadores.** Siguiendo a Kaplan y Norton durante el desarrollo de esta etapa se deben conseguir las siguientes prioridades:

- a) Establecer la expresión final de los objetivos estratégicos en función al análisis realizado en la etapa anterior.
- b) Identificar para cada uno de los objetivos, el indicador o indicadores que permitan el cumplimiento de los objetivos.
- c) Identificar para cada uno de los indicadores propuestos, las fuentes de información necesarias y las acciones a realizar para que la información sea accesible.
- d) Identificar para cada una de las perspectivas los vínculos clave entre los indicadores dentro de la perspectiva, así como entre cada perspectiva y la demás del cuadro de mando.

Esta etapa es de suma importancia ya que demarca el éxito del cuadro balanceado de gestión, con una correcta identificación de indicadores que expresen los objetivos, se traduce el significado de la estrategia.

**5.1.3.4 Etapa 4: Implantación.** Durante el desarrollo de esta etapa se formalizan los pasos anteriores y se desarrolla el plan de implantación. Los indicadores son vinculados con la base de datos y los sistemas de información de la empresa, de forma que el cuadro balanceado de gestión pueda ser comunicado a toda la organización. Además, se debe finalizar alineando las iniciativas de cambio de la unidad de negocio con los objetivos, indicadores y metas del cuadro.

Para concluir el proceso de implantación, según Martínez Pedrós y Milla Gutierrez (2005), se recogen 10 factores del éxito para la implementación del Cuadro Balanceado de Gestión, tabla 5.

**Tabla 5. Factores de éxito para la implantación del cuadro balanceado de gestión**

<b>Factores de éxito para la implantación del Cuadro Balanceado de Gestión</b>
1. Conocimiento de los beneficios
2. Apoyo de la dirección
3. Elección de un equipo de elaboración implantación competente
4. EL líder del proyecto debe ser quien guíe el proceso
5. Formación y educación
6. Máxima importancia de la elaboración del mapa estratégico
7. Establecimiento de un proceso de control, que permita analizar las desviaciones entre los objetivos propuestos y alcanzados.
8. Aplicación en cascada
9. Vinculación de la gestión operativa del negocio.
10. El cuadro balanceado de gestión como parte de la organización

Tomado y modificado de: Martín y Reyes<sup>11</sup> (2008)

---

<sup>11</sup> MARTÍN PEÑA, María Luz y REYES RECIO. Op. cit., p 31.

## 6. GENERAIDADES EQUIÓN ENERGÍA LIMITED

### 6.1 RESEÑA HISTÓRICA

En 1986 BP Exploration Company llegó a Colombia entrando como socio del oleoducto que evacua crudo desde del valle superior del Magdalena, mientras esperaba el incremento de su participación con Petrocol en el contrato Huila y con Huilex en el Teruel. Para el 18 de Junio de 1987 BP adquirió el 40% de participación en el contrato de asociación Santiago de las Atalayas (SDLA), traspaso que le realizó la empresa Triton Energy, para el cual BP sería el operador y tendría de socios a Ecopetrol y a Triton. En ese mismo año, el 29 de Octubre se inició la perforación del pozo Cusiana 1 terminándola el 1 de Diciembre de 1988.

Teniendo más participación en Colombia, BP en 1989 firma el contrato Recetor quedando como socios Ecopetrol, Preussag Energie e Inaquimicas y en ese mismo año, en abril se da inicio a la perforación del pozo Cusiana 2. En el año 1990, BP adquirió la participación y la operación de los contratos Tauramena y Rio Chitamena con los mismos socios del contrato SDLA. A lo largo de ese año se inició la perforación del pozo Cusiana 2A y su prolongación desviada Cusiana 2AST, el cual es completado para el 6 de enero de 1992. En 1992 el yacimiento Cusiana es declarado comercial y para la fecha del 26 de junio, BP firmó el contrato Piedemonte, teniendo como socio a Ecopetrol. Durante este mismo año, en octubre, BP adquiere el 10% de Recetor y con ello se convierte en operador en Diciembre de 1993 teniendo el 63.3% de participación. Entre 1993 y 1995 BP anunció los descubrimientos de Volcanera, Pauto y Floreña adjudicados en los bloques de Recetor y Piedemonte, además descubre el yacimiento Cupiagua, el cual es declarado comercial en 1994; para este año BP firmó el contrato del Piedemonte occidental, al cual pertenecían 114.025 hectáreas.

Del contrato Recetor, entre abril de 1995 y julio de 1996 se perforó el pozo Dele B1 y para 1997 se declararon comerciales Volcanera y Pauto, junto con éstas, Pauto y Floreña del contrato Piedemonte también son declaradas comerciales en 1998. Durante el transcurso de ese año, se terminaron la fase 1 y 2 de construcción de los CPFs Cupiagua y Cusiana, y el oleoducto Orensa, que conecta Casanare con Puerto Coveñas en la costa Atlántica. Siendo uno de los objetivos principales, para 1999 la producción de Cusiana y Cupiagua alcanzó su pico de 485.000 barriles/día con un promedio de 434.000 barriles/día al año, dando inicio a la declinación natural de los campos. En este mismo año Triton le compra a Preussag Energie su participación en Recetor, quedando como socios Ecopetrol, BP e Inaquimicas. Durante el 2001, en Mayo se inició la producción de Floreña con 10.000 barriles/día, revelando que Floreña y

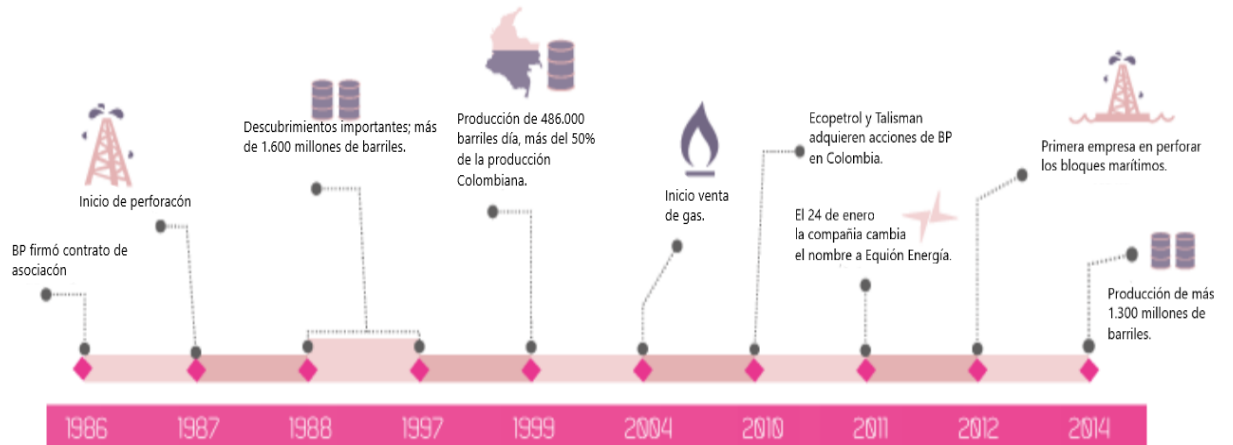
Pauto presentaban reservas recuperables de 60 millones de barriles de crudo y 390 bscf de gas. Eventualmente BP le compra a Inaquímicas su participación en el contrato Recetor, quedando como socios del contrato Ecopetrol, Triton y BP. Para el año 2003, BP intercambia activos con Amerada Hess (dueña de Triton) y eleva su participación en los contratos SDLA, Tauramena y Rio Chitamena con el 31%, en Recetor con 50% y en el oleoducto Ocesa con 24.8%. Adicionado a lo anterior, ese año entró en funcionamiento la planta de gas de 52 MMscfd en Cusiana, elevando así la capacidad de venta a 72 MMscfd. Para el 2004 la producción promedio de BP alcanzó los 200.000 barriles de crudo equivalente (crudo y gas) y se inició la ampliación de la planta de gas de Cusiana con objetivo de tener una capacidad de venta de 180 MMscfd para el segundo semestre 2005, entrando en funcionamiento en octubre de dicho año. Como recta final de BP Exploration, en el 2006 la producción combinada de Cusiana, Cupiagua, Floreña y Pauto alcanzó los mil millones de barriles, en junio el despacho de gas de Cusiana se acercó a los 180 MMscfd y ya para el 2010, se finaliza el contrato SDLA, quedando Ecopetrol como operador de Cupiagua desde el 1 de Julio del respectivo año.

Para el 2010 Ecopetrol y Talisman adquirieron las acciones de BP en Colombia, dando inicio a una nueva compañía, que para el 24 de enero de 2011 cambio de nombre a EQUIÓN ENERGÍA LIMITED, cuyos accionistas son, a partir del 24 de enero del 2011, Ecopetrol S.A. con el 51 % y desde Abril de 2015 Repsol con el 49 %. Equión energía se convierte para el 2012 en la primera empresa colombiana en perforar bloques marítimos y su producción llega a más de 1.300 millones de barriles en 2014.

Equión Energía, compañía del sector petrolero y de gas, se dedica a la exploración y producción de hidrocarburos; en el *Upstream*, búsqueda y selección de potenciales de crudo, se incluye la exploración, desarrollo y producción de campos de crudo y gas natural y en el *Midstream*, recolección y almacenamiento de crudo, se incluye el manejo de oleoductos y gasoductos, facilidades de procesamiento y terminales de producción.

En la figura 4 se presenta una línea del tiempo con los hechos más relevantes en la historia y desarrollo de BP en Colombia, hoy Equión Energía Limited.

**Figura 4. Línea del tiempo Equión Energía Limited**



Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>12</sup>.

## 6.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Se presentará el organigrama de Equión Energía Limited y el organigrama del área de operaciones Piedemonte al cual pertenece el CPF-Floreña.

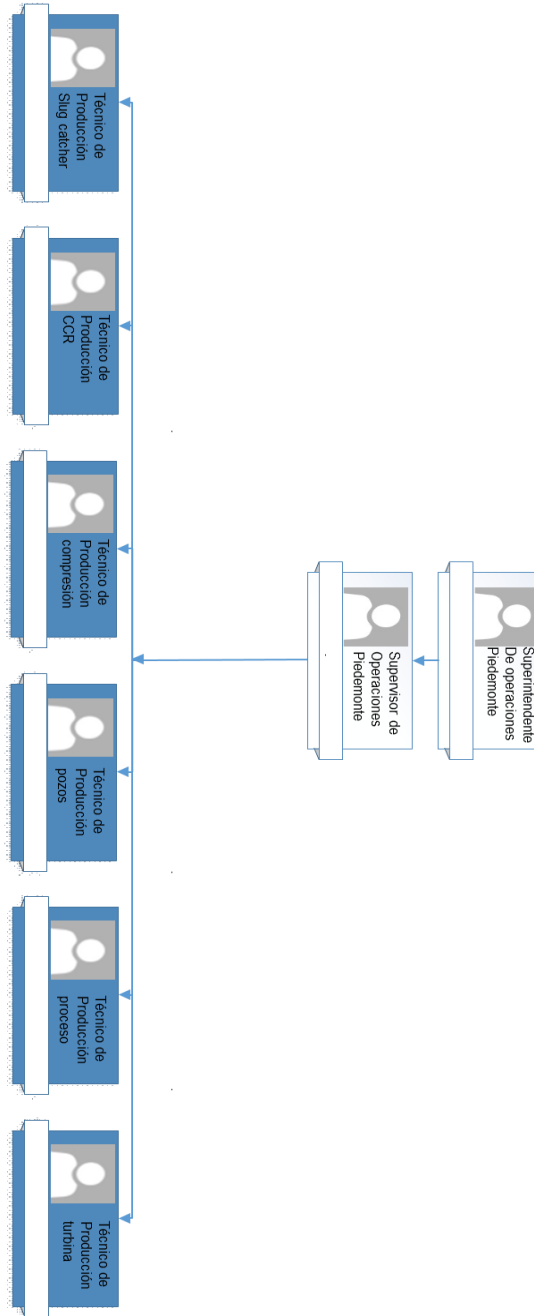
### 6.2.1 Organigrama equión energía limited

<sup>12</sup> EQUIÓN ENERGÍA LIMITED. [En línea] EQUIÓN ENERGÍA LIMITED. [Citado el: 13 de MAYO de 2017.] (3).



## 6.2.2 Organigrama área de operaciones piedemonte

Figura 6. Organigrama área de operaciones piedemonte



Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>14</sup>

<sup>14</sup> EQUIÓN ENERGÍA LIMITED. [En línea] EQUIÓN ENERGÍA LIMITED. [Citado el: 3 de MAYO de 2017.] <http://colombia.eqweb.col.loc/Presidencia/Vicepresidenciaexploracionyproduccion.aspx>

## 6.3 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS

**6.3.1 Misión.** Somos líderes transformadores que generamos energía para la vida. Damos valor y bienestar al país, nuestros inversionistas, empleados, contratistas, comunidades y generaciones futuras a través de la exploración, producción, procesamiento, comercialización y transporte de hidrocarburos de forma segura, responsable y sostenible.

**6.3.2 Visión a 10 años.** Ser una compañía de clase mundial, reconocida por su valor por la vida, su excelencia operacional, su tecnología, rentabilidad y sostenibilidad.

Ser líderes en Colombia en la producción y negocios de hidrocarburos, generando nuevas oportunidades a partir de nuestras ventajas competitivas.

Ser reconocidos por tener gente feliz, íntegra, innovadora, apasionada y con talento único.

**6.3.3 Política operacional.** En EQUIÓN ENERGÍA LIMITED, compañía del sector exploración y explotación de petróleo y gas, estamos comprometidos con los valores de la Empresa, destacándose el amor por la vida como valor fundamental y el cumplimiento de las metas corporativas y estratégicas: adelantamos todas nuestras actividades responsablemente sin accidentes, sin lesión de personas, sin enfermedades laborales y sin causar daños al medio ambiente.

Operamos de una forma segura, responsable, confiable, eficiente y sostenible, con base en los principios de nuestro sistema de gestión y la responsabilidad corporativa.

De acuerdo con este compromiso, todas las personas que trabajen en nuestra operación, son responsables por alcanzar el mejor desempeño operacional, Seguridad y Salud en el trabajo, Medio Ambiente, Seguridad Física y Seguridad de Procesos (HSSE), cumpliendo o excediendo los compromisos establecidos en la legislación y los requerimientos de la Empresa. Nosotros:

- Manejamos sistemáticamente nuestra operación de exploración y la producción de hidrocarburos, para identificar, prevenir y mitigar los riesgos relacionados con HSSE, la seguridad en los procesos y el negocio.
- Cumplimos con los requisitos legales y regulatorios que nos aplican a nivel nacional y los específicos en sitios operacionales, al igual que con las políticas y procedimientos de la compañía.
- Consultamos, escuchamos y respondemos abiertamente las inquietudes de nuestros grupos de interés.

- Propiciamos y favorecemos un ambiente de respeto entre nuestros empleados y los de nuestros contratistas y subcontratistas.
- Trabajamos con nuestros socios, pares, contratistas y subcontratistas para mejorar los estándares de nuestra industria.
- Comunicamos abiertamente nuestro desempeño.
- Reconocemos a quienes contribuyan al mejoramiento continuo de nuestro negocio, especialmente en temas como gestión social, salud en el trabajo, seguridad industrial, seguridad física, medio ambiente y seguridad en los procesos.
- Mejoramos continuamente nuestro desempeño fortaleciendo nuestra capacidad organizacional.

**6.3.4 Valores.** Equión Energía dentro de su estrategia promueve los siguientes valores:

- Valor por la vida
- Innovación & excelencia
- Pasión por crecer

#### **6.4 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DEL CPF-FLOREÑA**

El CPF-Floreña, centro de facilidades de producción Floreña, se encuentra ubicado junto al corregimiento El Morro en la ciudad de El Yopal en el departamento del Casanare, N: 5.438600° y O: 72.452610°. Esta facilidad se encuentra a cargo de la empresa Equión Energía Limited desde el año 2004 firmado bajo la Licencia Piedemonte, cuando era EPF-Floreña, facilidad de producción temprana Floreña. Equión Energía Limited cuenta con 2 licencias de producción en el Casanare y una licencia adicional en exploración en dicho departamento. Dentro del contrato Piedemonte se encuentran los campos Pauto y Floreña.

El campo tiene en distancia de sur a norte de 60 km, cuenta con 153 km de líneas de flujo y 92 km de carreteras internas Equión Energía Limited, tiene en total 38 pozos dentro de los cuales 33 están en operación, 3 abandonados y 3 suspendidos.

El primer aceite del CPF-Floreña se obtuvo en Julio del 2001, durante el 2003 se realizó el arranque de Fase II, en el 2008 Fase III y para diciembre de 2014 el arranque expansión Piedemonte. La facilidad cuenta con 3 trenes de separación de crudo, 3 trenes de tratamiento (deshidratación) y reinyección de gas, manejo de agua producida (despacho a Recetor y disposición en yacimiento Pozo FR-A1),

suministro de gas (Termoyopal generación y planta de secado de gas, Perenco y gas social), Gas *boosting* y el oleoducto El Morro-Araguaney (EMA).

Las facilidades existentes reciben los fluidos producidos por los pozos en el manifold de entrada; un sistema de filtro de arena remueve la arena que resulta de las actividades de perforación. Los fluidos libres de arena fluyen hacia los trenes de separación, los cuales están compuestos por tres etapas de separación (Separadores de alta, media y baja presión).

En cada etapa se separan el crudo, el gas y el agua. El gas producido en el tren de separación es enviado a una unidad Recuperadora de Vapores VRU y a los compresores de gas de proceso. El gas húmedo comprimido es dividido en dos partes: Una parte es enviada a los compresores "*boosting*" los cuales envían el gas a Recetor y la otra parte es enviada a la torre contactora de Glicol.

La torre contactora de Glicol remueve el agua del gas. El gas húmedo entra cerca del fondo de la contactora y fluye hacia arriba a través de la columna. El glicol pobre entra cerca de la parte superior y fluye hacia debajo de la columna, teniendo contacto con la corriente de gas ascendente. El flujo en contracorriente permite la remoción del agua contenida en el gas. El sistema de Glicol tiene un *skid* de regeneración el cual remueve el agua contenida en la corriente de Glicol Rico y hace posible que pueda usarse de nuevo en la remoción del agua de la corriente del gas.

El gas seco es enviado a los compresores *booster* de inyección y de ahí a los compresores de inyección los cuales envían gas seco a los pozos de inyección y a las facilidades de Perenco.

El crudo separado en el tren de separación es almacenado en dos tanques de 35.500 bbl de capacidad; el crudo es medido y bombeado hacia las Facilidades de Araguañey.

El agua separada en el tren de separación es enviada al Tambor de Flash de agua y almacenada en un tanque de 8.000bbl de capacidad, y es bombeada hacia las Facilidades de Recetor con inyección de gas proveniente de los compresores *boosting*.

En cuanto a la capacidad nominal actual, por parte de estabilización del crudo se cuenta los trenes 1,2 y 4 con capacidades nominales para 50.000 bopd (barriles de aceite por día), 8.000 bwpd (barriles de agua por día) y 530 MMscfd (Millones de pies cúbicos estándar día) y dentro de las cuales se encuentran las operaciones de separación, estabilización del RVP (presión de vapor Reid), deshidratación (BSW), almacenamiento y bombeo, teniendo una disponibilidad del 97%.

En la parte de inyección de gas se encuentran los trenes 1,2,4 y turbocompresor, para fase I y II una capacidad de 40 MMscfd cada una, fase IV 120 MMscfd, K-

38201 A/B/C/D 36 MMscfd, Boosting 70 MMscfd y turbocompresor 180 MMscfd, realizando las operaciones de enfriamiento, deshidratación y compresión del gas con una disponibilidad del 96%; dentro de esta se encuentran las líneas de inyección distribuidas así, para la troncal norte 4 pozos, la troncal B un pozo y la troncal C un pozo.

Finalizando en la parte de suministro de gas, ventas, se encuentran las unidades de Termoyopal con una capacidad de 46 MMscfd (PSG y térmica), gas Perenco (Yopal) con capacidad de 7 MMscfd, gas boosting (LTO2) con 70 MMscfd de capacidad y gas social (para el corregimiento de El Morro que pertenece al municipio de El Yopal) con una capacidad de 15.000 scfd, realizando el proceso de compresión y medición con disponibilidad del 99 % y con los gasoductos Termoyopal/Coinogas.

El CPF-Floreña ha tenido varias etapas de expansión para dar mayor disponibilidad en el manejo de fluidos en la planta, como se puede observar en la tabla 6.

**Tabla 6. Aumento de capacidad CPF-Floreña 2013-2016**

	2013	2015	2016
CRUDO	21.500 bopd	50.000 bopd	50.000 bopd
CAP/ INY GAS	205 / 115 mmscfd	345 / 235 mmscfd	530 / 530 mmscfd
AGUA	6.000 bwpd	8.000 bwpd	8.000 bwpd
GAS VENTAS	40 mmscfd	50 mmscfd	50 mmscfd
EFICIENCIA PLANTA	98%	99%	99%

Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>14</sup>

## OBJETIVOS ESTRATÉGICOS 2017

Figura 7. Objetivos y plan estratégico 2017 Equión Energía Limited



Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>15</sup>

<sup>15</sup>EQUIÓN ENERGÍA LIMITED. [En línea] EQUIÓN ENERGÍA LIMITED. [Citado el: 3 de MAYO de 2017.]

En la ilustración anterior se describe de forma general la carta de navegación para el desempeño organizacional y se sientan las bases para el marco estratégico 2017 de Equión Energía Limited.

Los dos pilares fundamentales para el desempeño corporativo para el 2017 se relacionan con la generación de valor, buscando generar una utilidad operativa (EBITDA) \$230-240m y un flujo de caja libre durante el ejercicio del año \$130-140m considerando un precio promedio del barril de crudo de \$50 y una TRM de \$2900.

De esta premisa se deriva las expectativas de desempeño de áreas relacionadas con el crecimiento rentable de la compañía y excelencia operativa, que para el caso particular de la gerencia de campo, se establecen 3 áreas principales para trabajar: un indicador relacionado con la producción total operada, otro indicador relacionado con la eficiencia operativa de la planta y un último respecto a la eficiencia en costos de operación.

Existen otras áreas habilitadoras de estas dimensiones de desempeño como la relacionada con seguridad industrial y de procesos responsabilidad social corporativa, adición de reservas y clima laboral en el equipo de trabajo que si bien apalancan a alcanzar los objetivos para el 2017, pero como sujeto de foco en el desarrollo de este trabajo de grado, los descritos anteriormente no serán tenidos en cuenta.

## 7. MODELO DE PRODUCCIÓN EQUIÓN ENERGÍA

Equión Energía Limited cuenta con un Modelo de Producción en torno a su Misión, Visión y Valores. Por ello, desde el año 2014 cuenta con un manual de producción en el cual se basa su Modelo de Producción actual.

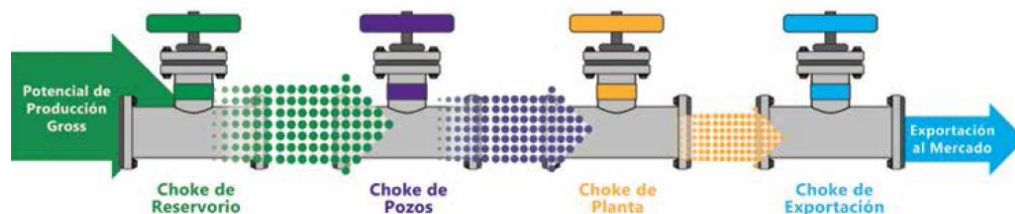
### 7.1 MODELO DE PRODUCCIÓN EQUIÓN ENERGÍA LIMITED

Para Equión, el modelo de producción es el proceso por el cual se busca optimizar la eficiencia operacional y lograr un mayor valor mediante la disminución de pérdidas e incremento de producción.

Este modelo divide el sistema de producción en cuatro chokes (ver figura 8), restricción en el sistema de producción que *impide o restringe* la producción, que cubren todo el proceso de producción del crudo, desde el yacimiento hasta la exportación al mercado.

Dichos *chokes* son usados para adjudicarles las pérdidas de producción que ocurren durante el proceso y así el responsable de cada *choke* realizara las acciones pertinentes para que estas se eliminen o mitiguen, junto con la identificación de oportunidades para incrementar la producción.

Figura 8. Chokes de producción



Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>16</sup>

El modelo de producción tiene como Objetivos:

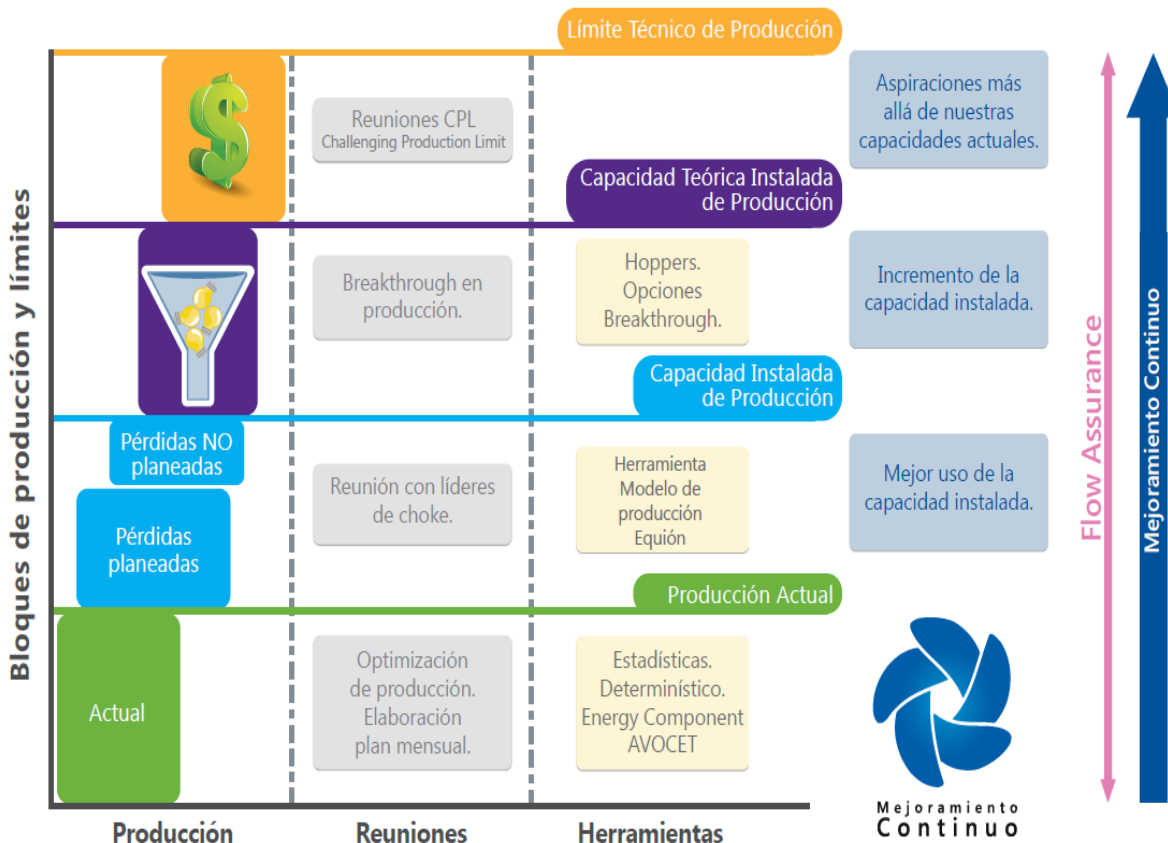
- Reducir las pérdidas de producción.
- Identificar oportunidades para aumentar la producción.
- Mantener un proceso de optimización eficiente.
- Buscar alineación entre los grupos involucrados.

Dentro del modelo de producción se tienen varios escenarios para reducir las pérdidas y maximizar la producción, enmarcados como se muestra la figura 9.

<sup>16</sup>Limited, Equión Energía. *Modelo de producción Equión*. Bogotá : s.n., 2014.

En el primer nivel se encuentra la gestión de la producción actual que con un mejor uso de la capacidad instalada se llega al segundo nivel, capacidad instalada de producción, con un incremento de esta capacidad se llega a la capacidad teórica instalada de producción, ir más allá de estas capacidades permite alcanzar el límite técnico de producción. Todo esto fundamentado por el uso del mejoramiento continuo y el soporte de flow Assurance, flujo seguro.

**Figura 9. Estructura para el manejo de la producción**



Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>17</sup>

## 7.2 Chokes de producción

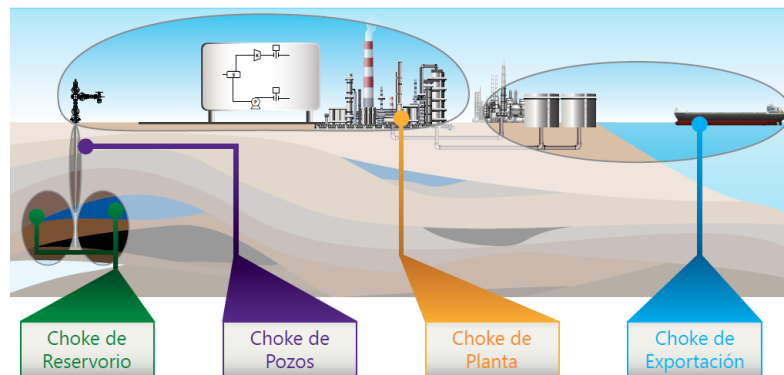
Se define “choke” a un subsistema del proceso de producción que, de acuerdo con su desempeño, impacta otros subsistemas con los cuales se encuentra conectado<sup>18</sup>.

Como ya se mencionó, Equión definió cuatro chokes dentro de su modelo de producción (ver figura 10).

<sup>17</sup> Ibíd, p 10

<sup>18</sup> Ibíd, p 12

**Figura 10. Diagrama chokes de producción**



Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>19</sup>

Estos *chokes* se han creado con el objetivo de adjudicarles pérdidas de producción y así generar las correspondientes acciones para mitigar o eliminar las pérdidas en el sistema e identificar oportunidades de incremento en la producción.

Para poder asignar con mayor claridad a que *choke* corresponde cada pérdida, se han establecido límites y se consideran ciertas causas.

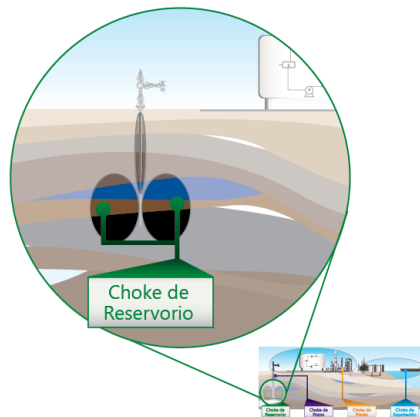
Los límites de los *chokes* son las fronteras físicas que se encuentran entre los diferentes *chokes* establecidos. Éstos límites me permiten asegurar el análisis de la causa raíz interno y evitar la repetición de la pérdida en cada uno de los *chokes*.

---

<sup>19</sup> Ibíd, p 12

## 7.2.1 Choke de Yacimientos (Reservorio)

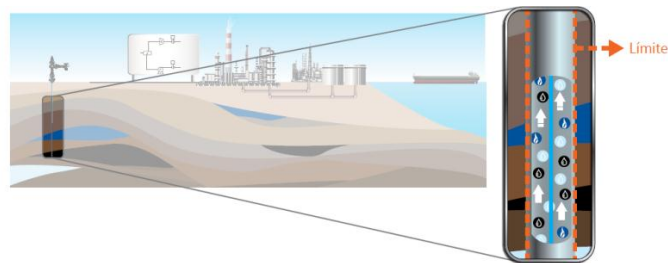
Figura 11. Choke de Reservorio



Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>20</sup>

El *choke* de Reservorio (figura 11) se encuentra delimitado desde el yacimiento hasta la cara de la formación (ver figura 12). Se le asocian pérdidas que afectan las reservas del yacimiento y la capacidad instalada.

Figura 12. Límites choke de Reservorio



Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>21</sup>

<sup>20</sup>Limited, Equión Energía. Modelo de producción 2016. Bogotá : Equión Energía Limited, 2016.

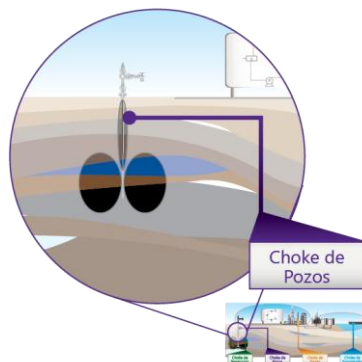
<sup>21</sup> Ibíd, p 13.

Dentro del *choke* de yacimiento se definen las causas que ocasionan pérdidas de producción y de las cuales es responsable, éstas son:

- Desempeño del yacimiento: puede ser causada por una producción menor a la base, un pozo muerto como respuesta del yacimiento, post cierres operativos o por una falla operacional, un aumento en la producción de agua y/o gas, estrategias de inyección, ya sea gas solo o con miscelares.
- Restricciones en yacimiento por presencia de escamas, hidratos, parafina, contaminantes, sólidos, bloqueo de condensados, bloqueos por agua y manejo de inyección de agua o gas.
- Adquisición de datos por la ejecución de pruebas de producción o de integridad, MRT (Prueba de producción multi tasa), PBU (Prueba de restauración de presión), PFO (Perdida de caída de presión), PLT (Registro de producción en tiempo real), ILT (Registro de inyección en tiempo real), Pigging (marraneo de las líneas) o inspección.
- Influencia externa relacionado con la parte de seguridad del área donde se encuentren realizando los trabajos, bloqueo de las vías, locaciones y/o facilidades, sabotaje, S/D parada total o parcial de facilidades aledañas (Cupiagua, Recetor) y Actividades en Cusiana/Recetor/Cupiagua.

### 7.2.2 Choke de Pozos

Figura 13. Choke de Pozos



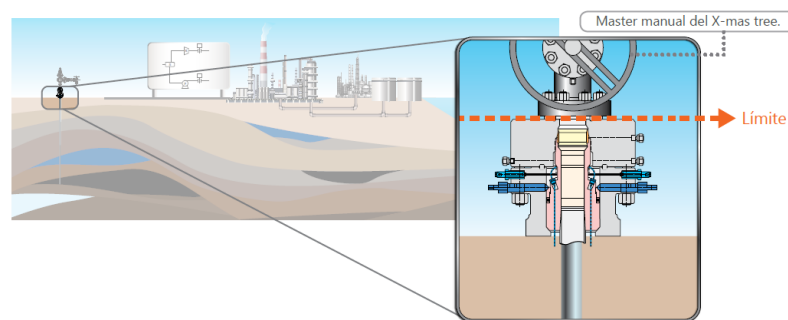
Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>22</sup>

Para el *choke* de pozos (figura 13) sus límites se encuentran definidos desde la cara de la formación hasta la válvula Master manual del árbol de navidad. (Ver figura 14).

---

<sup>22</sup> Ibíd, p 4.

**Figura 14. Limite choke de Pozos**



Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>23</sup>

Dentro de este *choke* se encuentran las siguientes causas que ocasionan pérdidas de producción:

- Adquisición de datos cuando se realizan pruebas de producción, pruebas de integridad de las válvulas del árbol de navidad, MRT, PBU, PFO, PLT, ILT, Multifinger Caliper, Pigging, Smart Pigging e inspecciones.
- Intervenciones en los pozos para realizar trabajos de APF adición de perforados, completamiento, RC-Re completamiento, RPF-Re cañoneo, INH-inhibición, CHS-estimulación química, PWO-preparación operaciones de workover, LAT-perforación lateral, WSO-water shut off (aislamiento zona de agua), GSO-gas shut off (aislamiento zona de gas), levantamiento, estimulaciones a alta presión, alistamiento de las zonas, conversión de pozos y pesca de herramientas.
- Proyectos relacionados con equipos no disponibles, al momento de adquirir materiales, retraso de diseño/ingeniería, en la planeación de los trabajos, al desplazar los equipos y/o el personal y durante la construcción.
- Influencia externa.
- Condiciones climáticas tales como descargas eléctricas, lluvias/derrumbes, fuertes vientos, sismos/terremotos, exposición solar y neblina.

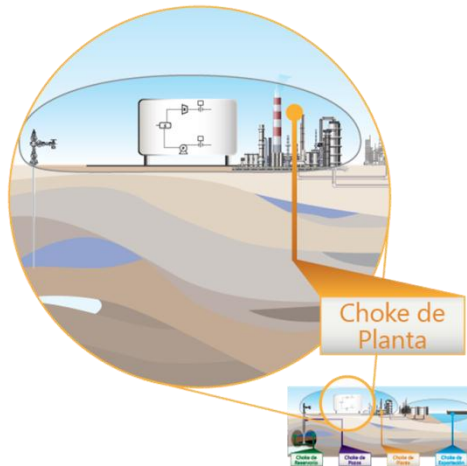
---

<sup>23</sup> Ibíd, p 14.

- Instalación y/o retiro de brazo adicional en pozos, retiro de válvula swab adicional en pozos,

### 7.2.3 Choke de Planta

Figura 15. Choke de Planta



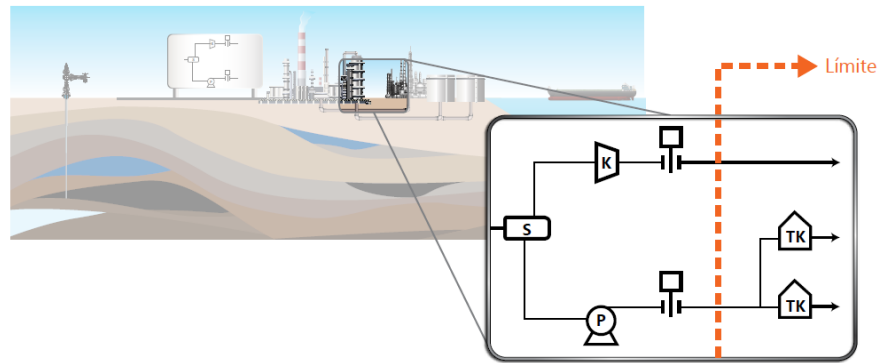
Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>24</sup>

El *choke* de planta (figura 15) en el cual se desarrolla el presente proyecto, sus límites están, a partir de la válvula Master manual del pozo hasta el punto de transferencia en custodia, ya sea de crudo, gas o derivados (ver figura 16). Dentro del choke de Planta se incluye el sistema hidráulico Well Head Control Panel (WHCP), encargado de la apertura y cierre de las válvulas de control de cabeza de los pozos, incluyendo la válvula de subsuelo.

Figura 16. Límites choke de Planta

---

<sup>24</sup> Ibíd, p 5.



Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>25</sup>

Para el *choke* de planta y como consecuencia durante el desarrollo del presente trabajo se tienen las siguientes causas de pérdidas:

- Mantenimientos preventivos, correspondiente a los mantenimientos programados para los diferentes equipos de la planta, específicamente compresores, TOH-Top Overhaul, MOH-Mayor Overhaul, RCM-mantenimiento centrado en confiabilidad, HGPI-inspección ruta de gas caliente, CCI-inspección cámara de combustión, GBI-inspección de las cajas de engranajes, BI- Inspección boroscópica, Cambio de storm choke, Pruebas sistemas de control, Cambio sistemas de control, Pruebas SIL ( Revisión de nivel de integridad de seguridad) y Calibración.
- Mantenimientos correctivos por fallas mecánicas, falla mecánica-fuga, falla mecánica-vibración, falla mecánica-desconexión, falla de material ya sea por cavitación, corrosión/erosión, falla de instrumentos, falla eléctrica, falla de generación, falla de arranque, falla en descarga, falla sistema de control, falla de sistema de lubricación, falla de sistema de ignición, falla de gas combustible, falla de señal, falla de sensor de fuego, cierre por sistema de control, trabajos de balanceo, falla en separador de prueba, cambio de equipo, planta fuera de servicio, falla sistema línea eléctrica y no identificada (falla en investigación).
- Adquisición de datos
- Operacional, siendo esto la operación en general de los trabajos en la planta, operaciones simultaneas-SIMOPS, S/D (shut down) parcial y total de planta (Cusiana, Recetor, Piedemonte, Otras), baja eficiencia en planta y turbina, taponamiento de línea, alineación de pozos, conexiones, cierre de pozos por falsa señal, falla de comunicaciones, falla/parada estación compresora, restricción de recibo de los fluidos, fallas humanas, baja carga de baterías,

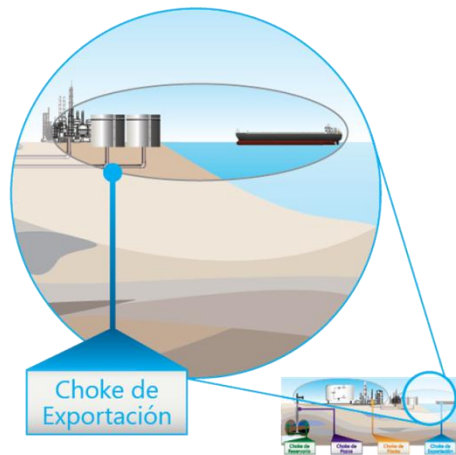
<sup>25</sup> Ibíd, p 15.

cambio de equipo, prueba de planta de gas ventas, menor producción de NGLs.

- Proyectos
- Influencia externa
- Condiciones climáticas

#### 7.2.4 Choke de Exportación

Figura 17. Choke de Exportación



Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>26</sup>

El *choke* de exportación toma parte a partir del punto de transferencia de custodia (Ver figura 17). Las causas de pérdidas de producción asociadas a este choke, están dadas por terceros y/o clientes de ventas de Gas, transferencia de gas, exportación de crudo, restricción en recibo de pozos a otros campos interconectados a los CPF's:

- Mantenimiento preventivo y correctivo
- Operacional
- Comercial por restricción en entrega de gas y crudo, restricciones financieras, nominaciones, baja demanda y acuerdos comerciales.
- Influencia externa
- Condiciones climáticas

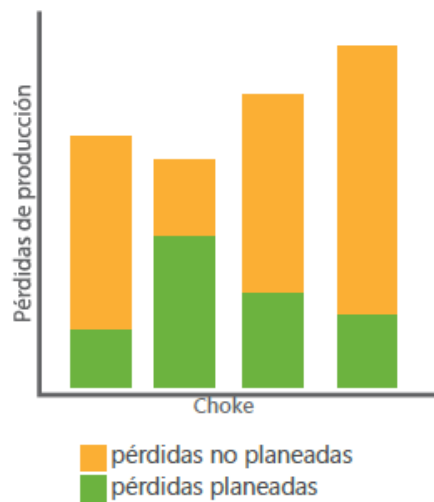
---

<sup>26</sup> Ibíd, p 6.

### 7.3 Pérdidas de Producción

Se conoce como pérdida de producción a toda aquella desviación negativa que ocurra en la producción calculada contra la producción que ha sido acordada en el plan, estas pérdidas pueden corresponder a crudo, gas vendido, LPG, gas licuado de petróleo o NGL<sup>27</sup>, gas natural licuado. Dentro de todo el sistema de pérdidas se encuentran las pérdidas planeadas y no planeadas (ver figura 18).

**Figura 18. Pérdidas de producción**



Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>28</sup>

**7.3.1 Pérdidas planeadas.** Las pérdidas planeadas, son todas las desviaciones de producción que se encuentren contempladas en el Plan Anual de Producción y/o en el Pronóstico Mensual de Producción. En el plan anual de producción se contemplan impactos en barriles de crudo, ventas de gas y productos blancos (NGL & GLP) según la estacionalidad y mantenimiento de terceros. También, la entrada de nuevas facilidades, nuevos pozos y proyectos.

Por otro lado, en el pronóstico mensual de producción se contemplan los impactos por mantenimientos programados a compresores, turbocompresores, intervenciones de pozos, pruebas de válvulas, pruebas de presión, pruebas de pozos y plan mensual de ventas de gas y LPG según la estacionalidad y mantenimiento de terceros y propios.

<sup>27</sup> Infografía manual de producción. Equión Energía Limited, 2014.

<sup>28</sup> *Ibíd*, p 29.

En general las pérdidas planeadas, están relacionadas con las actividades planeadas de mantenimiento e intervención por cada uno de los *chokes* y se calculan de acuerdo al tiempo de duración, capacidades de recobro y/o manejo de producción equivalente de los equipos a intervenir y restricción que se genere a cada uno de los pozos de producción. Como filosofía de optimización durante las actividades de mantenimiento siempre se restringen los pozos de mayor relación gas/aceite, GOR (Swim Well).

**7.3.2 Pérdidas no planeadas.** Las pérdidas no planeadas, al igual que las planeadas, son desviaciones en la producción, con la diferencia que éstas no se encuentran contempladas en el Plan Anual de Producción, y/o en el Pronóstico Mensual de Producción. Éstas pérdidas son el foco principal, ya que se observó que, durante el segundo semestre del 2016, vinieron incrementando respecto a las planeadas, en consecuencia, se obtuvo una producción menor a los pronósticos mensuales de producción.

Se tiene definido que las pérdidas no planeadas, no deben ser superiores al 34% de las pérdidas planeadas, junto con la relación de 3:1, por cada 3 bbls pérdidas planeadas puede haber 1 bbl no planeada.

**7.3.3 Ganancia de producción.** Dentro del modelo de producción de Equión, también se encuentra el término ganancia ó beneficio, definido como la desviación positiva de crudo, gas ventas y productos blancos (NGL-GLP); calculada a partir de la capacidad instalada, que ha sido acordada.

#### **7.4 Situación actual CPF-Floreña**

El CPF- Floreña actualmente cuenta con 24 pozos de los cuales 17 son productores, 6 inyectores de gas y 1 inyector de agua. Los pozos productores suman una producción base de 45000 barriles de crudo, 575 MMscfd y 5800 barriles de agua. En los pozos inyectores de gas se inyectan aproximadamente 420 MMscfd y el pozo inyector de agua recibe hasta 5800 Bbls de agua.

En la parte de exportación, el crudo producido es bombeado hacia Araguañey, 45000 barriles día; el gas que no es inyectado en los pozos se vende a los clientes actuales que son: Termoyopal 42 MMscfd, Gas transfer LTO2-Cus 75 Mmscfd, Perenco 8 MMscfd y a gas social 0.018 MMscfd, para el corregimiento El Morro. La venta de gas es acordada diariamente por medio de nominaciones para el día siguiente, según la demanda del cliente y disponibilidad de la planta (Ver Tabla 7). Existe un contrato de ventas de gas de Piedemonte desde las instalaciones del CPF-Cusiana, en donde Equión tiene una participación en la planta de tratamiento

de gas LTO2. El gas se transfiere desde Piedemonte hacia el CPF-Cupiagua y este a su vez envía el mismo volumen, desde los pozos CUP-XL hacia el CPF-Cusiana, en donde es tratado bajo especificaciones RUT<sup>29</sup> y entregado en los gasoductos de Porvenir y Apiay, que están interconectados con la red nacional. Piedemonte igualmente participa de los líquidos, GLP y NGL resultado del tratamiento de punto de rocío (dew point) de esta última corriente de gas (Gas transfer LTO2).

**Tabla 7. Gas ventas nominado octubre 2016**

OCTUBRE	
Day	Total ventas gas Pie/monte
1	37,019
2	37,019
3	37,019
4	37,019
5	37,019
6	37,019
7	37,019
8	37,019
9	37,019
10	37,019
11	37,019
12	37,019
13	37,019
14	37,019
15	37,019

Fuente: LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA<sup>30</sup>

Toda esta información es consolidada diariamente en los reportes de producción; el primer reporte es el realizado por el operador de la sala de control, Anexo 1, con hojas de cálculo en un archivo de Microsoft Excel de acuerdo a las normas API MPMS, en este reporte se incluye la producción de crudo, gas, agua diaria en el CPF-Floreña, las ventas de gas e inyección de agua, las perdidas planeadas y no planeadas, entre otras. Para el cálculo de la producción diaria de crudo se tiene en cuenta la suma entre el crudo bombeado a Araguaney, la diferencia de niveles de los tanques de crudo con cortes a la media noche; para la liquidación de producción de gas, es la suma entre las siguientes corrientes: fuel gas (gas combustible de la facilidad), el gas quemado, el gas inyectado, las ventas y el gas enviado al sur (boosting) gas de transferencia Piedemonte-CPF-Cupiagua; y para la producción de agua, se suman las corrientes de agua inyectada, el agua exportada ya sea al sur y/o por carro tanques, y la diferencia de tanques de almacenamiento. El gas

<sup>29</sup> RUT. Reglamento Único de transporte de Gas Natural.

<sup>30</sup> **Limited, Equión Energía.** *Reporte de producción.* Yopal : s.n., 2017

inyectado es medido por los medidores instalados en los cabezales de inyección, en el troncal norte, la línea de inyección del PSC2 y la del PSB1, igual ocurre con el agua inyectada.

Los líquidos producidos en la planta de secado de gas de Termoyopal, TY, (NGL % GLP) son reportados diariamente por los medidores de TY y el consumo de gas húmedo de alimento a la planta TY, se incluye en una nominación diaria de gas que expide Termoyopal de acuerdo a procedimientos CREG.

El segundo reporte es realizado por el Ingeniero de Control de Producción, Anexo 2, quien se encarga de analizar el comportamiento de los pozos y así conocer los barriles producidos pozo a pozo y las pérdidas correspondientes por los diferentes trabajos realizados en la planta, pozos, reservorio y exportación, este reporte es más gerencial, en el cual se discrimina los volúmenes correspondientes a los diferentes socios que participan de la explotación del complejo Pauto y Floreña de acuerdo al Plan de Explotación Unificado (PEU), el cual está formado por 3 formaciones Mirador, Barco y Guadalupe. En este mismo reporte se consolidan los productos blancos, NGLs, GLPs del gas enviado hacia Cusiana y los productos blancos (GLPs y Naftas) de la corriente enviada a Termoyopal. Igualmente realiza el balance de planta con todas las corrientes incluyendo los productos blancos, los cuales son reportados diariamente a la ANH y Ecopetrol.

Las pérdidas son clasificadas en los *chokes* de producción de acuerdo a su origen, para luego ser evaluadas de acuerdo a sus causas raíces y generar los planes de optimización y mantenimientos planeados y correctivos que conlleven a minimizarlos. Estos dos informes son la fuente de control de producción y pérdidas del CPF-Floreña.

En el modelo de producción, se estiman los barriles de crudo a producir del siguiente mes, teniendo en cuenta la producción teórica de los pozos, basada en las curvas IPR, las cuales son actualizadas constantemente de acuerdo a las pruebas de pozos. Igualmente se pronostican los impactos de la base mensual, de acuerdo a las actividades de mantenimiento en la planta, trabajos de pozos, yacimientos y Exportación (externos). Igualmente se estima el gas producido, las ventas de gas y el agua de producción mediante las IPR's de cada uno de los pozos y las condiciones operativas de los mismos.

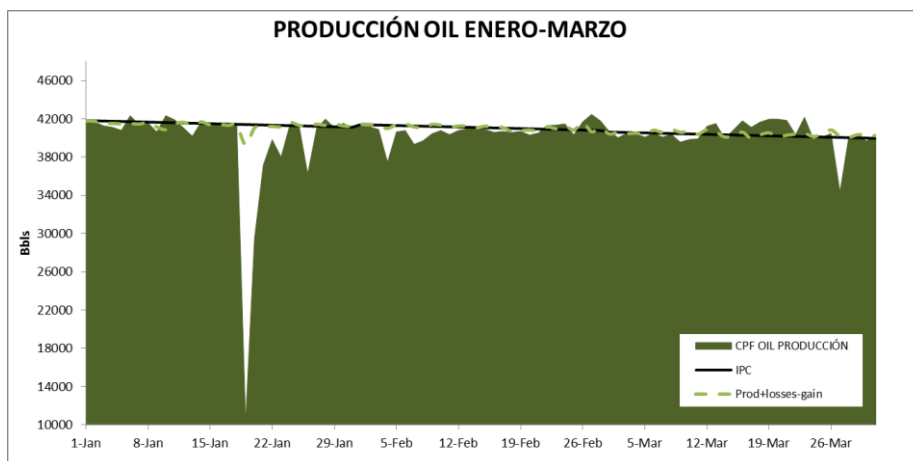
Dentro de la producción estimada y las perdidas planeadas para cada mes, se encuentran incluidos todos los trabajos de mantenimiento con su respectiva duración y la estimación de impactos de acuerdo a la capacidad de gas de cada unidad compresora, estos trabajos son programados por el grupo de planeación, revisados y ajustados semanalmente para optimizar impactos. La base de producción anual es plasmada en el plan de producción anual (Anexo 3), construido como una forma de hacer sostenible la compañía, con base en esto cualquier

producción menor impactaría a la empresa. La producción base se calcula en el mes de diciembre del año a terminar. Para esta base se toma la producción del mes de diciembre con la producción de los pozos según sus IPRs y sin tener en cuenta las pérdidas que se vayan a tener en ese mes, calculando el estimado mes a mes para el siguiente año. A esta base de producción se le suman la producción de los nuevos pozos que vayan a entrar durante el año, los proyectos nuevos que se tengan planeados y se le resta el plan anual de pérdidas (Anexo 4) de todos los *chokes* según los trabajos a realizar por cada uno, en el *choke* de planta se cuenta con un plan de pérdidas anual proyectado con soporte del plan de mantenimiento anual de los compresores, el cual incluye todos los trabajos a realizar, el mes en el que se realizaran y la duración. Este plan de producción anual es una base a largo plazo y es presentado a la junta directiva como compromiso de producción, para definir la meta de producción. Esta base de producción puede sufrir modificaciones mes a mes, contempladas en los planes mensuales, si llegan a surgir trabajos que no se tuvieron contemplados al momento de calcularlo, como puede ser un trabajo de estimulación en un pozo, un mantenimiento de un compresor por correctivo de falla, entre otras.

El *choke* de planta se ve afectado principalmente por los equipos que manejan las corrientes de gas, al ser los más susceptibles ante cualquier cambio, con esto se refiere principalmente a los compresores reciprocantes y el turbocompresor. Las pérdidas ocasionadas por los compresores ocurren cada vez que uno de estos presenta alguna falla y salen de línea, ocasionando así desestabilización en los demás trenes, quemas de gas y/o choque de pozos, restringiendo la producción de crudo hacía la facilidad. Los problemas en los compresores pueden ser por daños propios del equipo, culatas, compresor, motor, daños en válvulas, humedad en el gas proceso, falla en el sistema de lubricación, altas temperaturas, falsas señales de los transmisores y no disponibilidad de gas de proceso. Todas estas fallas afectan la disponibilidad y confiabilidad de los compresores que manejan el gas ya sea para ventas o para inyección.

Con la información dispuesta en los reportes de producción durante los primeros meses del año 2017, Enero a Marzo se observaron picos de producción por debajo de la producción estimada para dichos meses (figura 19) además, que las pérdidas no planeadas eran mayor que las planeadas (tabla 8), llegando a ser aproximadamente el 60% de las pérdidas totales, por cada 3 pérdidas planeadas 4 no planeadas, evidenciando que algo no se estaba teniendo en cuenta al calcular el IPC (Capacidad de producción instalada) del mes.

**Figura 19. Producción crudo enero-marzo.**



Teniendo así una diferencia entre el IPC y la producción en el CPF promedio de 718 barriles mensuales, equivalentes a \$114.781.854,37 de pesos en los 3 meses, un valor bastante importante dentro del CAPEX<sup>31</sup> Y OPEX<sup>32</sup> de la empresa.

Dentro de las pérdidas no planeadas se notó que la mayor cantidad de barriles perdidos ocurrían dentro del *choke* de planta (tabla 9), siendo el centro principal de estudio de este trabajo de grado. Conociendo que el *choke* de planta pierde más barriles no planeados por parte de las salidas de los compresores, se obtuvieron las pérdidas no planeadas por compresores en estos 3 meses (figura 20) y la frecuencia de pérdidas por compresor (figura 21).

**Tabla 8. Pérdidas planeadas y no planeadas enero-marzo**

BARRILES	ENERO	FEBRERO	MARZO	TOTAL
PLAN	34456,0	2496,0	7188,0	44140,0
NO PLAN	26324,0	14347,0	12596,0	53267,0

**Tabla 9. Pérdidas no planeadas por chokes**

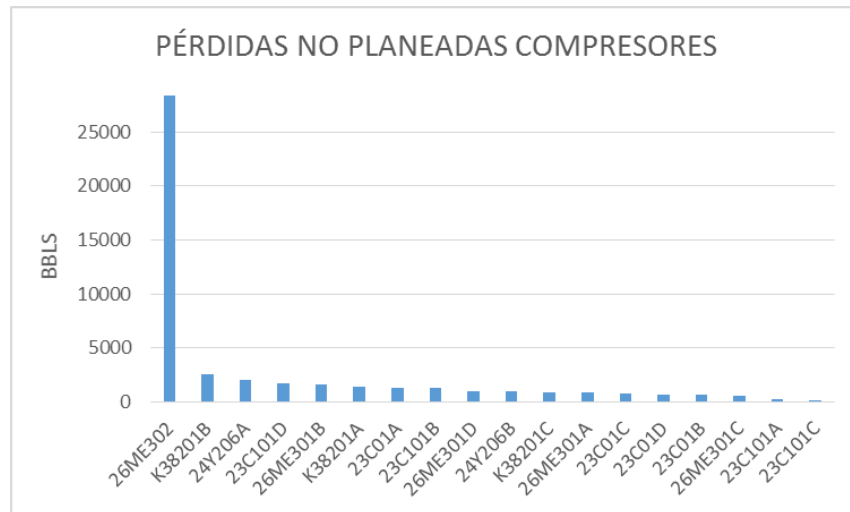
<sup>31</sup> Gastos capitalizables, activos fijos

<sup>32</sup> Gastos operacionales

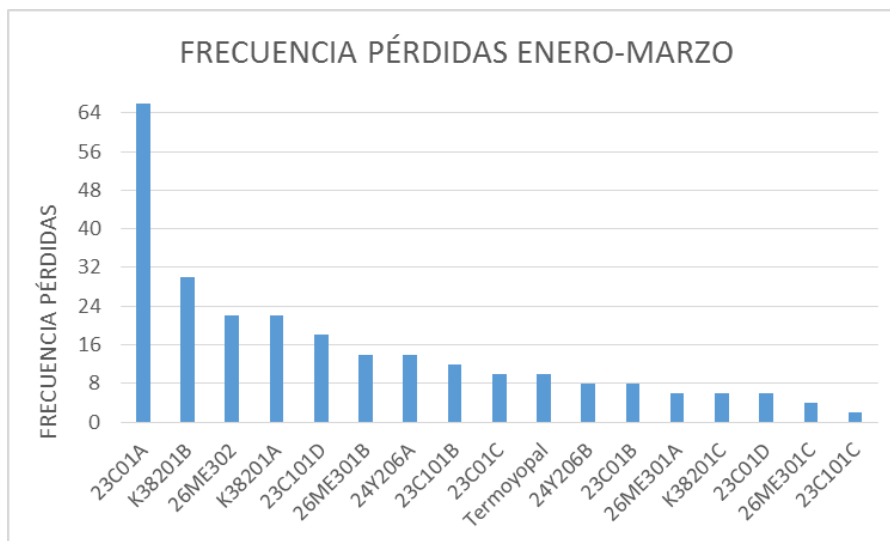
CHOKE	Bbls MES			TOTAL
	ENERO	FEBRERO	MARZO	BARRILES
Planta	28274	12821	12144	53239
Pozos	0	180	0	180
Reservorio	0	0	0	0
Exportación	0	1346	452	1798

Reflejando que la mayor cantidad de pérdidas se ocasionaban por problemas del Turbocompresor (26ME302), quien es el que maneja la mayor cantidad de gas, aproximadamente 210 MMscfd y que las mayores frecuencias ocurren en los compresores de menor capacidad y más antiguos en la facilidad.

**Figura 20. Pérdidas no planeadas por compresor**



**Figura 21. Frecuencia pérdidas no planeadas por compresor**



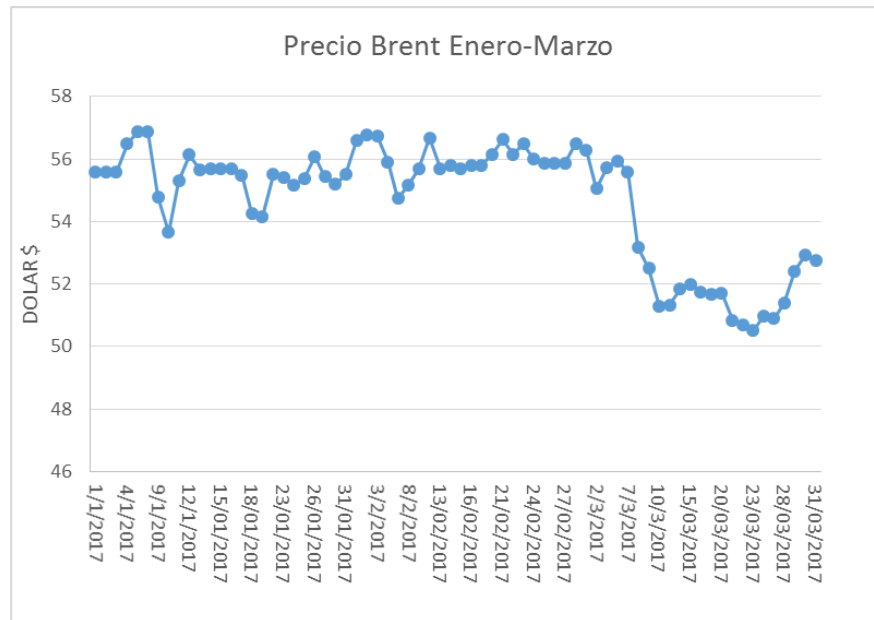
Extrayendo la información dispuesta en el reporte de producción del ingeniero de producción se obtuvieron que las causas que generan mayores pérdidas de barriles (Ver tabla 10) son por problemas propios de cada compresor y no del proceso como tal, resaltando la necesidad de un monitoreo continuo para poder proponer planes de mejora.

**Tabla 10. Causas que generan mayor pérdidas de barriles**

Causa perdida	ENERO	FEBRERO	MARZO	TOTAL Bbls
Alta humedad en el gas	680	502	5650	6832
Sistema de vibración	3897	350	0	4247
Falla sistema de ignición	157	1186	919	2262
Alta temperatura de agua de camisas	0	1067	883	1950
Falla lubricacion forzada	15	682	1197	1894
Daño de empaquetadura	1303	173	111	1587
Baja presión aceite motor	0	601	0	601
Alta temperatura descarga	0	161	33	194

Con la información de la tabla 10 y tomando como referencia de precio del barril el Brent, se tomó el precio promedio entre Enero y Marzo (figura 22), un valor de 55 dólares el barril, se pudo observar que el costo de oportunidad, dinero que se dejó de recibir por las pérdidas en la planta fue de 2.911.924,16 dólares con precio de dólar promedio de 2921 pesos, daría un valor de \$ 8.505.982.223,37 de pesos más los costos extras de los mantenimientos correctivos, un total de US\$325.204, COP 949.920.884. Una cantidad considerable de dinero que no se ganó a causa de mantenimientos correctivos y que pudieron afectar la rentabilidad de la empresa medida en el costo de levantamiento del barril y el EBITDA/bbl.

**Figura 22. Precio Brent Enero-Marzo 2017**



Fuente: Dólar Web<sup>33</sup>

<sup>33</sup>Investing.com. [En línea] [Citado el: 15 de Junio de 2017.] <https://es.investing.com/commodities/brent-oil-historical-data>.

## 8. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL CUADRO BALANCEADO DE GESTIÓN DEL CPF-FLOREÑA

### 8.1 Desarrollo de los objetivos estratégicos por cada perspectiva

Después de haber analizado la situación actual del CPF-Floreña, estableciéndola como la unidad estratégica de negocio en la que se propone el cuadro balanceado de gestión, el siguiente paso es enfocar los objetivos estratégicos para las diferentes perspectivas hacia la consecución de la visión. En este sentido, los objetivos estratégicos dentro del marco de excelencia operacional y los objetivos que corresponden al modelo de producción se muestran a continuación en la tabla 11.

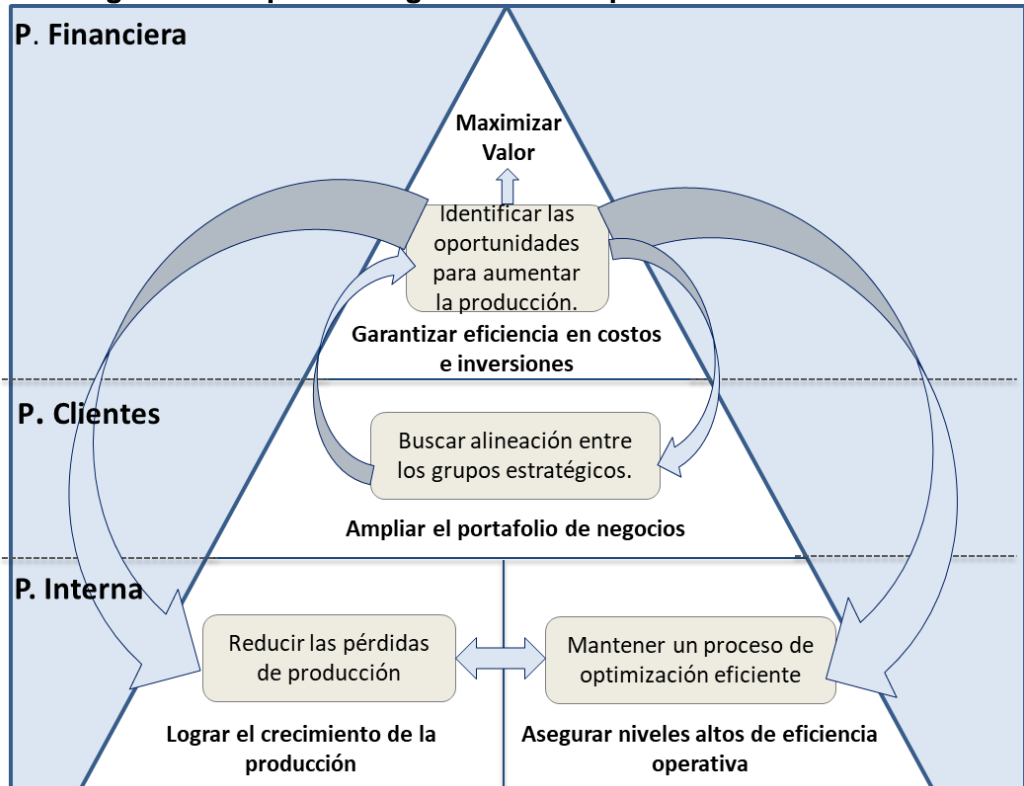
**Tabla 11. Objetivos Estratégicos por perspectiva**

PERSPECTIVA FINANCIERA	Objetivo Estratégico	Objetivo asociado
<b>INTERNA</b>	<b>Lograr el crecimiento de la producción</b>	Reducir las pérdidas de producción
		Mantener un proceso de optimización eficiente
		Identificar las oportunidades para aumentar la producción
	Buscar alineación entre grupos estratégicos	
<b>FINANCIERO</b>	<b>Asegurar altos niveles de eficiencia operativa</b>	Reducir las pérdidas de producción
	<b>Garantizar eficiencia en costos e inversiones</b>	Mantener un proceso de optimización eficiente
<b>CLIENTES</b>	<b>Maximizar la generación de valor</b>	Identificar las oportunidades para aumentar la producción
		Buscar alineación entre grupos estratégicos
<b>CLIENTES</b>	<b>Ampliar el portafolio de negocios</b>	Identificar las oportunidades para aumentar la producción
		Buscar alineación entre grupos estratégicos

### 8.2 Mapa estratégico

El mapa estratégico compila el conjunto de objetivos identificados anteriormente ordenándolos en las diferentes perspectivas y representando las relaciones causa-efecto entre ellos. La figura 23 muestra el mapa estratégico realizado para el CPF-Floreña.

**Figura 23. Mapa estratégico realizado para el CPF-Floreña.**



Fuente. Autor

### **8.3 Identificación de las vinculaciones entre la empresa y las unidades estratégicas de negocio.**

Los dos pilares fundamentales para el desempeño corporativo para el 2017 se relacionan con la generación de valor, buscando generar una utilidad operativa (EBITDA) \$230-240m y un flujo de caja libre durante el ejercicio del año \$130-140m considerando un precio promedio del barril de crudo de \$50 y una TRM de \$2900. En este sentido las expectativas de desempeño de áreas relacionadas con el crecimiento rentable de la compañía y excelencia operativa, que, para el caso particular de la gerencia de campo, se establecen 3 áreas principales para trabajar: un indicador relacionado con la producción total operada, otro indicador relacionado con la eficiencia operativa de la planta y un último respecto a la eficiencia en costos de operación.

Un punto importante fue el involucrar en el proceso a varios miembros de la organización para reflexionar sobre el aporte del trabajo en la consecución de los objetivos. Debido a la comunicación regular del avance de la gestión en las




áreas establecidas y la identificación de los factores con mayor importancia, se pueden establecer los indicadores claves para la realización del cuadro balanceado de gestión.

#### 8.4 Seleccionar y diseñar indicadores

De acuerdo al análisis de los objetivos estratégicos y objetivos por cada perspectiva, además de la relación e importancia del CPF-Floreña dentro de la empresa, se establecieron los siguientes indicadores de gestión, se presentará un ejemplo de cada indicador según la perspectiva a la que pertenezcan y en el anexo 5 se encuentran los indicadores en su totalidad.

Para alcanzar y tener un seguimiento en el cumplimiento se plantean unos rangos de aceptabilidad generales para los indicadores, ver tabla 12.

**Tabla 12. Rangos de aceptabilidad de los indicadores.**

RANGOS DE ACEPTABILIDAD			
<b>VERDE</b>		>90%	De la meta establecida para cada indicador.
<b>AMARILO</b>		>50<90	De la meta establecida para cada indicador.
<b>ROJO</b>		<50%	De la meta establecida para cada indicador.

##### 8.4.1 Perspectiva Interna

Indicador	Objetivo Asociado	Perspectiva	Código	Tipo	Frecuencia
<b>Producción de Crudo (bbl)</b>	Lograr el crecimiento de la producción	Interna		Resultado	Diario
<b>Definición del indicador</b>	Producción diaria de los pozos fluyendo al CPF-Floreña				
<b>Fórmula de cálculo</b>	Producción diaria		Fuente de información: Reporte de producción		
<b>Meta</b>	96,5% Capacidad Instalada de producción IPC				
<b>Responsable del indicador</b>	Ingeniero de producción				
<b>Responsable de la información</b>	Técnico de Producción Control Room				

### 8.4.2 Perspectiva Financiera

Indicador	Objetivo Asociado	Perspectiva	Tipo	Frecuencia
<b>Costo de levantamiento/ bbl</b>	Garantizar eficiencia en costos e inversiones	Financiera	Resultado	Mensual
<b>Definición del indicador</b>	Costo de producción de un barril			
<b>Fórmula de cálculo</b>	$\Sigma$ costos de extracción + costo de proceso + costos de transporte	Fuente de información: Informe de alertas tempranas		
<b>Meta</b>	\$4/bbl			
<b>Responsable del indicador</b>	Líder de planeación y costos			
<b>Responsable de la información</b>	Líder de planeación y costos			

### 8.4.2 Perspectiva de Clientes

Indicador	Objetivo Asociado	Perspectiva	Tipo	Frecuencia
<b>Ventas de Gas Perenco</b>	Ampliar el portafolio de negocios / Lograr el crecimiento de la producción	Clientes	Resultado	Diario
<b>Definición del indicador</b>	Volumen de gas entregado a Perenco (MMPCS)			
<b>Fórmula de cálculo</b>				Fuente de información: Reporte de producción
<b>Meta</b>	Lo acordado en la nominación			
<b>Responsable del indicador</b>	Ingeniero de producción			
<b>Responsable de la información</b>	Técnico de producción sala de control			

### 8.5 Cuadro Balanceado de gestión.

Una vez establecidos los indicadores, se desarrolló el plan de implantación. Estos fueron vinculados a la base de datos y a los sistemas de información del CPF. Los resultados del mes de mayo se muestran a continuación en la figura 24.

**Figura 24. Tablero balanceado de Gestión para el mes de Mayo.**

PERSPECTIVA FINANCIERA	MÉTRICA	MEDIDA/UNIDAD	ACTUAL		META		
INTERNA	PRODUCCIÓN CRUDO	Bbls	39614		39696	●	
	PÉRDIDAS CHOKE DE PLANTA	Bbls	28551		28398	●	
	PÉRDIDAS CHOKE PLANTA NO PLANEADAS VS PLANEADAS	Bbls	14729		13822	●	
	EFICIENCIA CHOKE PLANTA	%	98%		96,5%	●	
	TOP 3 PÉRDIDAS DE MAYOR VOLUMEN	Bbls	26ME302	19657		--	
			26ME301B	1303		--	
			23C01A	360		--	
	TOP 3 PÉRDIDAS DE MAYOR FRECUENCIA	Frecuencia	26ME302	9		--	
			23C01A	5		--	
			23C101D	4		--	
	DISPONIBILIDAD COMPRESIÓN FASE 1	%	84%		94,3%	●	
	DISPONIBILIDAD COMPRESIÓN FASE 2	%	93%		95,3%	●	
	DISPONIBILIDAD COMPRESIÓN FASE 4	%	93%		94,6%	●	
DISPONIBILIDAD COMPRESIÓN TURBOCOMPRESOR	%	93%		95,8%	●		
FINANCIERO	COSTO DE LEVANTAMIENTO	\$/bbl	3,10		4,5	●	
	EBITDA/bbl	\$/bbl	27,00		24,5	●	
CLIENTES	VENTA DE GAS PERENCO	MMSCFD	7,78		6,5	●	
	VENTA DE GAS SOCIAL	MMSCFD	0,018		0,020	●	
	VENTA DE GAS TERMOYOPAL	MMSCFD	31,27		35,2	●	

Como se mencionó mayo fue uno de los meses en donde ocurrieron mayor cantidad de pérdidas no planeadas, esto se cuantificó fácilmente con los indicadores “pérdidas *chocke* planta” y “pérdidas *choke* planta no planeadas vs planeadas”, en los cuales el semáforo en rojo indica que el resultado fue menor al 50% de la meta establecida. De esta manera se revisó cada uno de los meses, en el archivo de Excel titulado *Modelo de cuadro balanceado de gestión CPF-Floreña* se encuentra la herramienta desarrollada con los resultados obtenidos de enero a julio.

## 9. ANÁLISIS PÉRDIDAS NO PLANEADAS CON SUS RESPECTIVAS

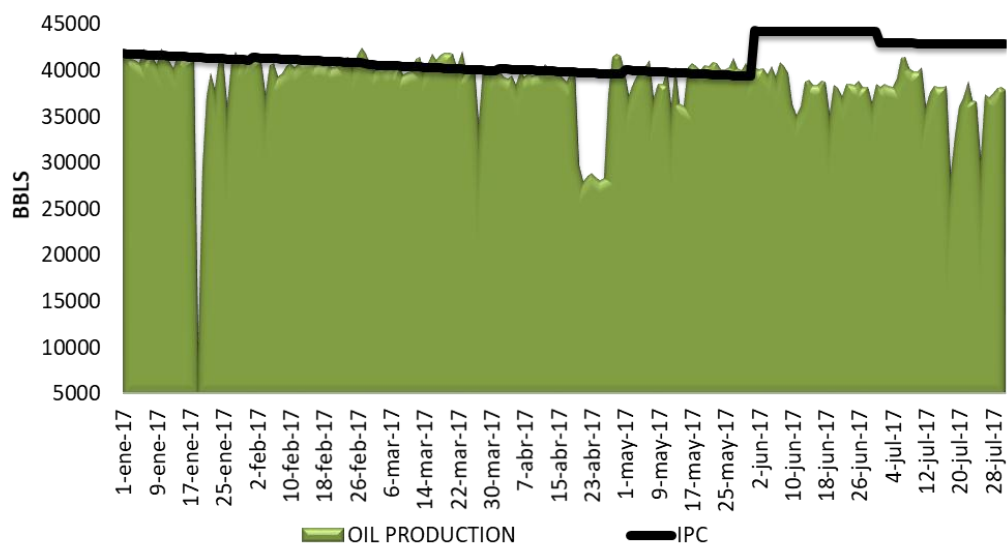
### CAUSAS RAIZ

Partiendo de los indicadores y TBG diseñados y los objetivos planteados anteriormente, se tuvo como base de análisis la información de producción de crudo, gas y ventas de estos durante los meses de enero a julio.

Con el modelo de TBG diseñado para la planta, se usó para discriminar la información de producción de estos meses y así encaminar un análisis más lógico y secuencial.

Teniendo la producción promedio diaria de crudo de todos los campos y el IPC promedio día estimado de enero a julio presentados en la figura 25, se puede observar que en todos los meses se presentaron fluctuaciones en la producción y/o no se logró cumplir con ésta, en unos más evidentes que en otros, pero con un total de 488,025 bbls de crudo absolutos de diferencia entre el IPC y la producción de crudo durante estos meses, ya que esta diferencia puede ser positiva o negativa, siendo en la mayoría de casos negativa. Con un precio promedio del Brent de US\$52.24 durante estos meses y del dólar de \$2.937 COP, se tendría una suma de dinero de \$ 1'433'285.458 pesos, siendo el impacto del ingreso bruto dejado de percibir por la operación, el cual influiría en su economía en una situación de crisis, donde el objetivo es producir lo que más se puede optimizando producción y/o minimizando pérdidas.

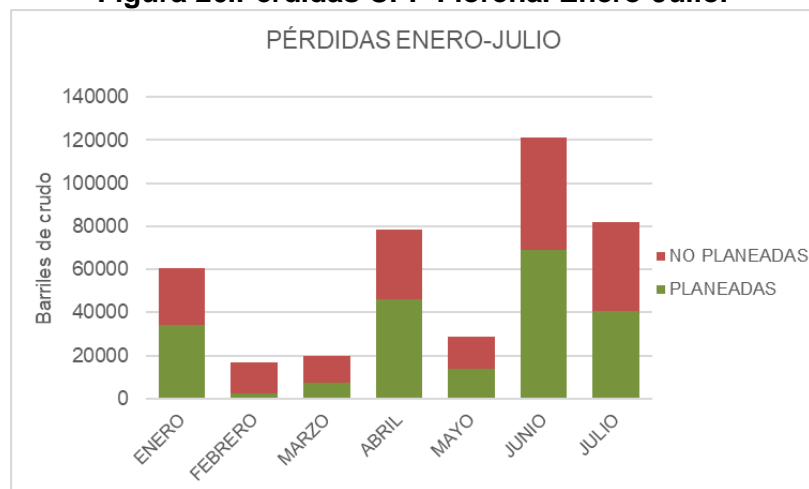
Figura 25. Producción crudo e IPC Cpf-Floreña. Enero-Julio.



Además, conociendo que las pérdidas de producción se dividen en planeadas, que se incluyen dentro del IPC y no planeadas, imprevistos durante el mes, se

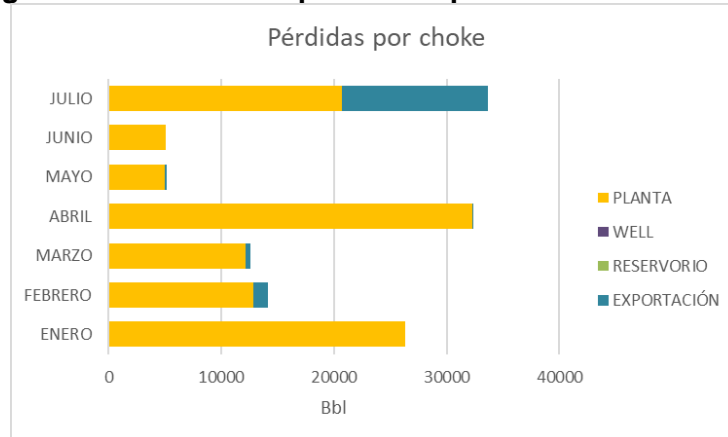
cuantificaron dichas pérdidas y se obtuvo que la mayor cantidad de pérdidas no planeadas correspondían a los meses de febrero, marzo, mayo y julio (Ver figura 26) con un total de 83,124 barriles de crudo, y al hacer la relación pérdidas no planeadas/planeadas, donde se sugiere una tolerancia de 3:1 en pérdidas no planeadas versus pérdidas planeadas, se obtuvieron valores  $\geq 3$ , para los meses ya mencionados con mayor cantidad de pérdidas no planeadas, como por ejemplo en marzo donde se obtuvo una relación de 5 bbls, es decir que por cada 3 bbls de pérdidas planeadas hubo 5 bbls de pérdidas no planeados. Orientando a indagar en las pérdidas no planeadas durante los meses de enero a julio, haciendo foco en los meses donde estas fueron mayores.

**Figura 26. Pérdidas CPF-Floreña. Enero-Julio.**



Con lo expuesto anteriormente y teniendo en cuenta que las pérdidas se encuentran divididas por *chokes*, para una mejor adjudicación, se encontró que el *choke* por el cual se encontraban mayores pérdidas no planeadas era el choque planta (Ver figura 27) representando el 88.3 % de las pérdidas no planeadas, que corresponden a 114,198 barriles de crudo y que para los meses de foco suman un total de 50,610 barriles, indicando que la mayor cantidad de barriles correspondientes a pérdidas no planeados ocurren en la planta.

**Figura 27. Pérdidas no planeadas por choke. Enero-Julio.**



Al encontrar que la mayor cantidad de pérdidas no planeadas ocurren en la planta, se centró en encontrar las posibles causas de dichas pérdidas, para ello se tuvieron en cuenta los equipos presentes en la planta, en su mayoría son compresores, debido a la gran cantidad de gas que se produce, 520 MMSCFD y a los cuales se les lleva control de las cantidades de salidas del proceso, brindando mayor soporte en el análisis. Haciendo uso de los indicadores que vinculan estos equipos, como los son el top 3 de pérdidas de mayor volumen y el top 3 pérdidas de mayor frecuencia se pudo encontrar que los equipos con mayores pérdidas de barriles y los que produjeron pérdidas con mayor frecuencia de durante los 7 meses de estudio son presentados en la tabla 13.

**Tabla 13. Equipos con mayores pérdidas y mayor frecuencia.**

MAYORES PÉRDIDAS		MAYOR FRECUENCIA	
EQUIPO	BARRILES	EQUIPO	FRECUENCIA
26ME302	53205	K38201B	40
K38201B	6295	26ME302	19
24Y206A	4812	24Y206A	19

Siendo los mismos 3 equipos para ambos criterios, reflejando que no siempre el equipo que presenta pérdidas más frecuentes es el de mayor impacto acumulado en barriles, pero por el contrario que un equipo de gran capacidad como el turbocompresor 26ME302A produce grandes pérdidas con menos salidas del proceso. Sumando las pérdidas por estos equipos se obtuvo un total de 64,312 barriles de crudo, siendo un 56.3 % de las pérdidas por *choke* de planta, evidencia la necesidad de conocer los problemas asociados a estas para poder eliminarlas o mitigarlas, optimizando la producción.

Con los informes de producción del cuarto de control y del ingeniero de producción se pudo encontrar y calcular las causas de las diferentes pérdidas para cada equipo,

haciendo foco en los 3 equipos mencionados anteriormente, (Ver tabla 14). Anexo 6 se encuentran las causas de las salidas no programadas de los compresores 23C01C/D.

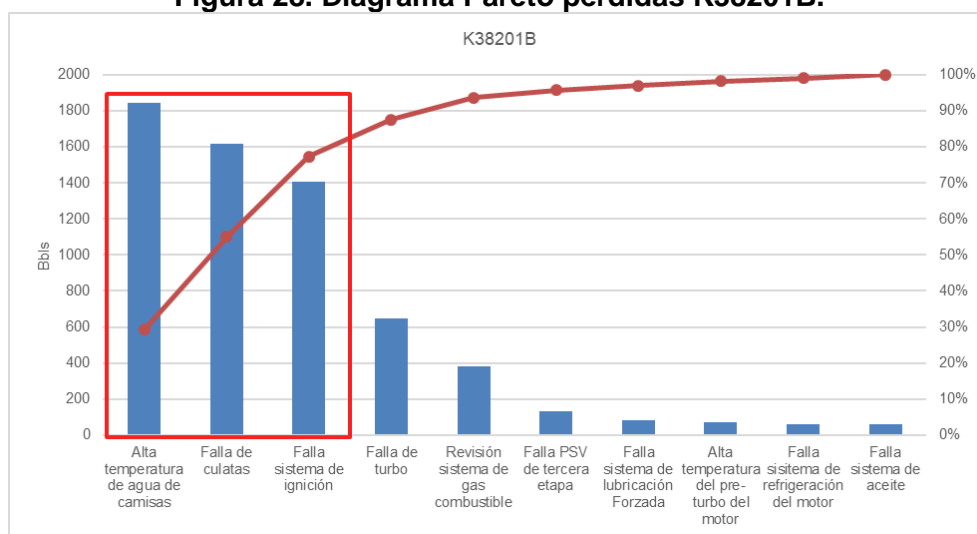
**Tabla 14. Causas pérdidas de barriles 26ME302A**

26ME302A	
CAUSA	BARRILES
Cambio de Bundle & cojinete de empuje del compresor MP	15627
Mantenimiento 8000 hrs	8514
Recirculación por alta humedad en el gas	6832
Cambio de junta flexible del sistema de enfriamiento de ruedas.	3960
Restricción de carga por vibración	3872
Ajuste & sintonización DLE Mapping	3784
Activación señal de baja presión de aceite mineral	2535
Falsa señal TE-26306 Alta temperatura de cojinete de empuje	2510
Falla RTD-26378	2135
Falla cargador de baterías	1891
Revisión del sistema de CO2	916
Baja eficiencia turbocompresor	629

Por otro lado, con la información de disponibilidad de los compresores, se encontró que los compresores que más se salen del proceso corresponden a los compresores encargados de la reinyección del gas, de los cuales el K38201B tuvo 706 salidas no programadas entre enero y julio, teniendo relación con lo encontrado anteriormente.

Entre las causas raíces que generan mayores pérdidas de barriles y que ocasionan la mayoría de las salidas no programadas de los compresores del proceso se encuentran problemas asociados con instrumentación y control, culatas del motor y problemas post-mantenimientos, junto con esto se elaboraron diagramas de Pareto para reflejar las causas raíces pertenecientes al 80% de las pérdidas por cada equipo, figura 28, y así tener una mayor visión de los problemas a atender, minimizando los factores de pérdidas más recurrentes. En el Anexo 7 se encuentran para los 3 (tres) compresores las causas raíces asociadas a las pérdidas de barriles y sus diagramas Pareto.

**Figura 28. Diagrama Pareto pérdidas K38201B.**



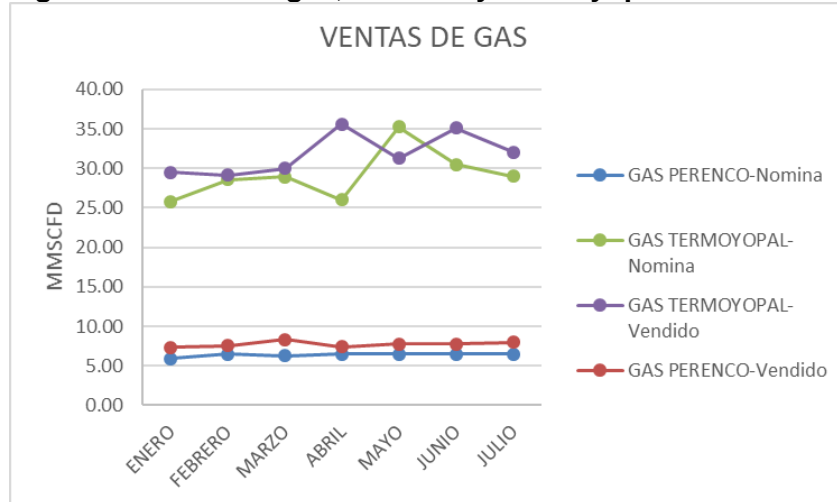
Conociendo las causas de las pérdidas de cada equipo, como las del compresor K38201B y el boosting A 24Y206A, las causas de falla están relacionadas con problemas en el deterioro acelerado del equipo, ya que estos equipos son los más antiguos siendo normal el desgaste de sus componentes con mayor frecuencia.

En el caso del turbocompresor 26ME302A, que entró en línea en diciembre del 2016, y que a pesar de ser un equipo nuevo, sus fallas están relacionadas con defectos de fábrica, rampa de arranque y estabilización. En la Tabla 14, se identifican las causas de mayor impacto para el turbocompresor, como la falla del bundle que corresponde al tren del compresor, este cambio se tuvo que realizar como mantenimiento correctivo y está relacionado por un imperfecto de fábrica sobre los ductos de refrigeración. Las demás fallas se producen más que todo por problemas en el proceso como lo es la alta humedad en el gas, dificultad en el proceso de deshidratación del gas, las otras causas de fallas en este equipo corresponden a fallas en la ejecución de los mantenimientos preventivos periódicos (cada 4.000 hrs de operación), al no ser completados en los días planeados y requiriendo extenderse, provocando así pérdidas no planeadas por mayor tiempo del equipo fuera de línea.

El manejo del gas al igual que el crudo se ve afectado por la confiabilidad de los compresores, todo esto repercute en menor disponibilidad para cumplir con las ventas nominadas de gas que se tienen establecidas con Cusiana (Gas transfer), Perenco y el suministro de gas social para la comunidad de El Morro. Sin embargo, durante los meses de enero a julio las ventas a Perenco no se vieron afectadas, vendiendo un poco más de lo nominado debido a que este se alimenta de las corrientes de los compresores de fase I y II que no estuvieron dentro del top 3 de fallas, al igual que Termoyopal que es alimentado directamente del slug c atcher,

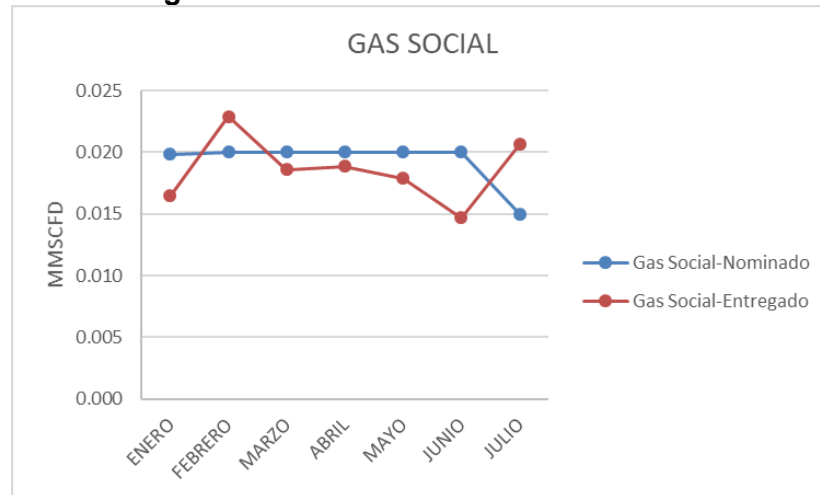
separador de alta presión. En la figura 29, se puede identificar que las ventas a TY de gas incrementaron después de mayo, con el nuevo arranque de la planta de secado, después del incidente ocurrido a principios del 2016; esto significa una buena oportunidad para el incremento de las ventas de gas rico desde el CPF-Floreña , generando mayores ingresos y permitiendo mayor flexibilidad en mantenimientos de compresores recíprocos porque el incremento de gas hacia Termoyopal es equivalente a un compresor recíproco de fase I y II.

**Figura 29. Venta de gas, Perenco y Termoyopal. Enero-Julio.**



Por otro lado, en el suministro de gas social para el corregimiento de El Morro se encontró un poco por debajo de lo acordado, figura 30. Conociendo que los compresores de alimento para gas social pertenecen a fase I, siendo los compresores 23CO1C y 23C01D, se procedió a calcular su disponibilidad entre marzo y junio, encontrando que el 23C01D tuvo un total de 330 salidas no programadas, causadas principalmente por problemas de lubricación forzada y fallas en la instrumentación y control, para el compresor 23C01C se encontraron 113 salidas no programadas por problemas relacionados con el sistema de aceite y el de ignición. Encontrando estos problemas en las salidas de línea no programada de los compresores y las evidenciadas anteriormente para las pérdidas de crudo, es prueba que el problema principal y general en la mayoría de estos equipos está relacionado con el sistema de ignición, un hallazgo que soporta dar prioridad para solucionar dicha condición. A pesar de los inconvenientes presentados durante el despacho del gas, este no afectado la estabilidad y bienestar de la comunidad de El Morro.

**Figura 30. Venta Gas Social. Enero-Julio.**



Al evaluar la parte económico-financiera en la cual se revisaron y analizaron los valores del costo de levantamiento por barril y el EBITDA por barril, se encontró que, durante los meses de análisis, éste cumplió satisfactoriamente el objetivo planteado por la empresa, indicando así que, a pesar de los inconvenientes y bajos precios del crudo, Equión logra tener un costo de levantamiento competitivos y un EBITDA por barril mayor, signo de una operación eficiente en términos de costos.

Conociendo las causas raíces, teniendo claro que todas no pueden ser solucionadas a la vez y con ayuda de los diagramas de Pareto realizados, se sugieren las causas raíces a solucionar con prioridad: Para el turbocompresor 26ME302A, siendo problemas en instrumentación y ajustes después de mantenimientos, se propone que al momento de realizar los mantenimientos se incluya una contingencia en tiempo, para poder realizar pre-arranques y los debidos ajustes que se evidencien como parte de la planeación de dichos mantenimientos.

En el caso del compresor K38201B, donde corresponde a problemas de alta temperatura en camisas, falla de culatas y falla en el sistema de ignición, los cuales son similares en el compresor 24Y206A con diferencia que este presenta fallas en las empaquetaduras. Para poder tener una mejor visualización de estas causas raíces (problema), el que las origina (posibles causas) y poder proponer así posibles soluciones, se presenta la tabla 15.

**Tabla 15. Problemas, causas raíz y posibles soluciones para mitigar salidas no programadas de los compresores.**

PROBLEMA	POSIBLE CAUSA	POSIBLE SOLUCIÓN
<b>ALTA TEMPERATURA DE AGUA DE CAMISAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Disminución de la transferencia de calor bien, ya sea por ensuciamiento del enfriador aire agua, por el lado del agua por incrustaciones y en el lado aire por suciedad ambiente.</li> <li>-Desgaste normal de los juegos internos de la bomba y pérdida de eficiencia, bajo nivel de bombeo.</li> <li>-Ambiente excesivamente cálido y mayor generación de calor en los motores.</li> <li>-Arreglos en la planta donde se produce el reciclo del aire caliente de una unidad a la otra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mantenimiento planeado para la limpieza de los enfriadores.</li> <li>-Mantenimiento de las bombas y ajuste de la carga.</li> </ul>
<b>FALLA DE CULATAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Desgaste de las válvulas y los asientos de las mismas que generan pérdida de compresión.</li> <li>-Componentes de baja calidad, calidad del ensamble de la culata y calidad del mantenimiento.</li> <li>-Fallas del sistema de gas combustible.</li> <li>-Detonación de los motores.</li> <li>-Fugas de agua de enfriamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Plan de Aseguramiento de la calidad de los materiales y el ensamble.</li> <li>-Pruebas de estanqueidad.</li> <li>-Selección adecuada de proveedores.</li> <li>-Ajuste de la combustión para evitar detonaciones.</li> </ul>
<b>FALLA DEL SISTEMA DE IGNICIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Aterrizamientos</li> <li>-Falla de bujías.</li> <li>-Fallas de cableado.</li> <li>Fallas del sistema de control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Prueba de lazos (cableado)</li> <li>-Sincronización sistema de fuel gas</li> <li>-Calidad del gas</li> </ul>
<b>FALLA DE EMPAQUETADURAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alta o baja cantidad de aceite lubricante.</li> <li>-Calidad de componentes (barra, anillos ensamble).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ajustar la cantidad de aceite de lubricación a las tasas aceptables.</li> <li>-Seguimiento de la vida útil de los componentes.</li> <li>-Selección de materiales y proveedores.</li> </ul>

Con ayuda del cuadro y las demás causas encontradas, se evidencia que la mayoría de las causas se pueden mitigar y/o eliminar asegurando las rutinas de mantenimiento, en ellas incluir la revisión y solución de las causas de los problemas más frecuentes así no se incluyan en estas, ya que sea en un mantenimiento preventivo o en uno correctivo se deben reparar, con la diferencia que en uno preventivo se pueden mitigar y/o eliminar las pérdidas de barriles no planeados, haciendo claridad que en los mantenimientos preventivos se pueden tener pérdidas no planeadas cuando estos se extienden más días de los acordados en el cronograma, pero así el equipo estaría fuera de línea una sola vez, ahorrando costos de mano de obra junto con las pérdidas. Para tener una mayor claridad de esto se toma como muestra el mantenimiento del turbocompresor realizado en enero del 2017, en él se tuvieron costos por mantenimiento preventivo correspondiente a las 8000 hrs por un valor de US\$87070 más el costo asociado al mantenimiento correctivo por el cambio del bundle que no fue tenido en cuenta dentro del plan y tuvo un costo de US\$226635 como costos no planeados.

Las soluciones plasmadas en la tabla 15 para cada causa son viables económicamente, debido a que la inversión que debe hacerse durante los mantenimientos preventivos no es relevante al compararlo con los ingresos que se dejan de recibir por los barriles no producidos.

Esto se puede soportar con los análisis realizados durante los 7 meses, donde, por ejemplo, a causa de la falla del sistema de ignición hubo pérdidas de barriles no planeados de 1405 barriles, con un precio promedio del dólar durante estos meses de \$2937 COP, corresponde a un total de \$ 4'126.485 COP dinero que se dejó de recibir al no tener monitoreo sobre estas problemáticas y que se pudo haber corregido durante un mantenimiento preventivo.

Al comparar el valor presupuestal de los barriles no producidos contra el costo de realizar la revisión y mantenimiento de sistema de ignición, donde el mantenimiento tiene un valor de alrededor de USD\$352 promedio, un total de \$1'033.824 COP en pesos. Con el monitoreo de los equipos, logrando optimizar la producción, mitigando las pérdidas por esta causa, el dinero que se puede obtener es significativo, con el valor de dólar ya mencionada el ingreso aproximado es de \$3'092.661 COP.

## **10. PLAN DE MONITOREO**

El TBG es una herramienta que enfatiza el mejoramiento permanente de la organización, más allá del cumplimiento de las metas establecidas en su planeación. De esta manera partiendo del análisis realizado en los meses de enero a julio del 2017, con el TBG diseñado y las soluciones sugeridas, se procede a la propuesta del empleo eficaz y eficiente de este recurso sobre la operación del CPF-Floreña.

El proceso de implantación es primordial para el éxito del TBG como herramienta de gestión, por lo tanto, debe ejecutarse con buena planificación. De este modo, el monitoreo de su desarrollo se puede realizar de forma organizada y controlada. En este sentido, es necesario hacer una presentación adecuada al personal del CPF-Floreña y explicar cada uno de los objetivos, indicadores, metas y planes de acción.

### **10.1 Comunicación del TBG a todo el equipo**

El director o encargado de cada área debe convocar una reunión de departamento en la cual se realice la presentación de los indicadores asociados del TBG. Los desafíos presentan un estímulo hacia la meta, con el equipo de mantenimiento debe crearse un ambiente de trabajo en equipo hacia el progreso, este aspecto es de gran importancia ya que una de las recomendaciones es reducir los tiempos de mantenimiento, por lo tanto, los trabajadores están sometidos a presión contrarreloj.

### **10.2 Integración del TBG**

Tras el proceso de comunicación a cada cuadrilla de trabajo se procede a la integración del sistema de gestión. Este supone reajustar las plantillas que conciben la información que se requiere monitorear, la modificación de formularios y documentos asociados a los nuevos indicadores. Adicionalmente se debe coordinar con alta dirección para asegurar el control de los indicadores de los procesos críticos identificados previamente.

De acuerdo con las soluciones que se implementen de las expuestas en el capítulo anterior, se debe comparar su realización con las metas establecidas y con los del comportamiento del primer semestre del año, periódicamente se recomienda escribir informes en los cuales se interpreten los resultados para todos los niveles y analizar si se está logrando una mejora con las soluciones propuestas.

También se debe discutir con los responsables de cada proceso si es necesario formular avisos de precaución sobre el desenvolvimiento de otros aspectos claves

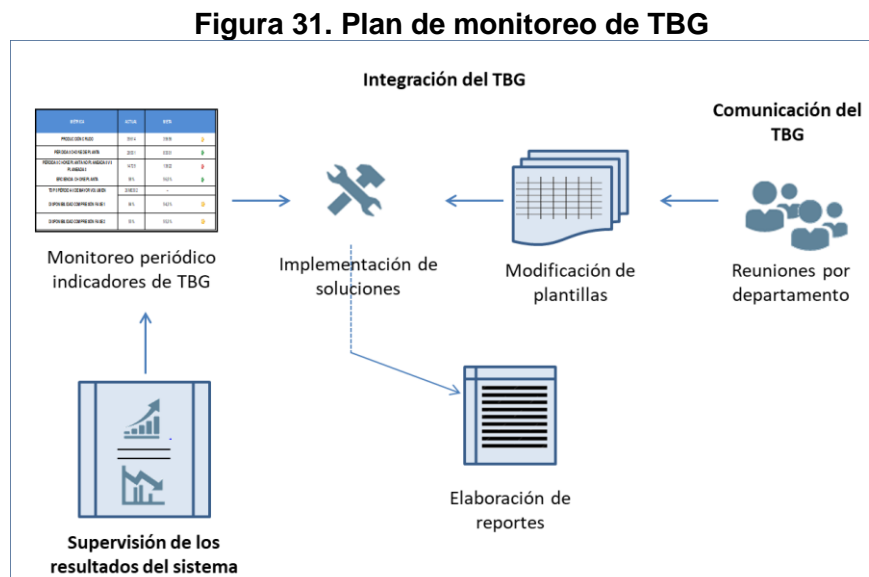
y programar planes de acción adicionales que contribuyan a alcanzar las metas establecidas, además, si tienen incidencia directa en la obtención de los resultados.

### 10.3 Supervisión de los indicadores del sistema.

Una vez integrado el sistema, se ha de supervisar el valor de los indicadores con la periodicidad definida en el capítulo tres para cada uno de ellos. Como el análisis realizado en el presente trabajo fue de 7 meses (Enero –Julio), dependiendo de la relevancia que vayan tomando se recomienda modificar las metas de los más críticos, ya sea por encima o por debajo de la meta previa, según su evolución. En este análisis se tiene en cuenta el efecto de las acciones tomadas sobre los resultados de los indicadores, valorando la evolución hacia la meta

Se propone el inicio de la implementación del TBG en el CPF-Floreña desde el mes de septiembre, que incluya el cronograma de las soluciones mencionadas en la tabla 15 capítulo 9.

En la figura 31 se muestra el esquema de la secuencia descrita previamente.



Fuente. Autor

## 11. CONCLUSIONES

- Los indicadores planteados en el modelo del TBG permitieron tener un análisis secuencial durante el desarrollo del presente trabajo, permitiendo encontrar las causas de las diferentes pérdidas de crudo y gas presentados durante los 6 meses de estudio.
- No siempre los equipos que presentan mayor frecuencia de salidas de línea no programadas son los que generan mayor pérdida de barriles, porque no solo influye las veces que salga de línea sino la capacidad de cada equipo, su antigüedad y el estado en el que se encuentre; como lo fue con el compresor K38201B que presentó mayor frecuencia en salidas de línea, 706, durante los 6 meses, pero no representaba la mayor cantidad de barriles de crudo no planeados.
- Es necesario dejar una ventana de aproximadamente 8 días durante los mantenimientos programados para evitar y/o disminuir las pérdidas no planeadas, esta disminución abarcaría eventos durante el pre-arranque, estabilización del equipo y puesta en línea del mismo, dando un ahorro aproximado del 30% en pérdidas no planeadas.
- Los equipos de baja capacidad y más antiguos, 23C01A/B/C/D, K38201A/B/C Y 24Y206A/B son los que presentan mayor deterioro y representan el 60% de las pérdidas no planeadas con mayor frecuencia. Se les debe realizar seguimiento continuo y durante los mantenimientos programados realizar una revisión completa del equipo, reparando no solo lo planeado sino las fallas que sean observadas con anterioridad en el seguimiento con la ayuda del TBG.
- Con el plan de monitoreo se demostró la necesario establecer una estrategia de mantenimiento para prevenir, eliminar o mitigar los problemas de lubricación forzada y en el sistema de ignición de todos los compresores en la planta al representar entre el 10 y 20% de las causas más repetitivas en las salidas de los compresores.
- De ser llevado a cabo el plan de monitoreo propuesto mediante el TBG y las acciones de mejoras planteadas en pro de la optimización de la producción, se cumple con los lineamientos estratégicos de Equión en cuanto a lograr el crecimiento de la producción y maximizar la generación de valor, viéndose reflejado al producir barriles con un precio de \$50 USD, traería una ganancia al ahorrar en promedio 1000 barriles/mes siendo mayor que la inversión de las soluciones propuestas, teniendo un costo promedio de \$300 USD.

## 12.RECOMENDACIONES

- El TBG puede ser aplicado en cada uno de los *chokes* y así, permitir una mayor optimización de cada uno, centralizando los objetivos de cada equipo y dándole un buen uso a los recursos disponibles.
- Continuar monitoreando y mejorando el TBG de producción del CPF-Floreña, incluyendo nuevos KPIs de ser necesarios para garantizar un buen uso de esta herramienta.
- Al momento de realizar la planeación de los mantenimientos programados respectivamente para cada equipo se sugiere dar una ventana de días para imprevistos que se puedan presentar durante el mantenimiento, pre-arranque, estabilización del equipo y puesta en línea del mismo, extendiendo el mantenimiento unos días más para evitar y/o mitigar pérdidas no planeadas y costos asociados a estas.
- Incluir en el TBG la perspectiva de aprendizaje y crecimiento que se relaciona con el clima laboral en el ambiente de trabajo y la capacitación de personal. En el presente trabajo no se tomó en cuenta debido a que la actividad en el CPF-Floreña se maneja en su mayoría con empresas contratistas, aun así, su incorporación se considera fundamental para la consecución de la estrategia de la empresa.

## BIBLIOGRAFIA

- Dolar web. [En línea] [Citado el: 15 de Junio de 2017.] <http://dolar.wilkinsonpc.com.co/divisas/dolar.html>.
- Investing.com. [En línea] [Citado el: 15 de Junio de 2017.] <https://es.investing.com/commodities/brent-oil-historical-data>.
- KAPLAN, Robert y NORTON David. Poniendo el Balanced Scorecard en acción. En: Harvard Business Review [En línea](Mayo 1 de 2017) Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/82952819/Poniendo-el-BSC-en-accion>.
- LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA. EQUIÓN ENERGÍA LIMITED. [En línea] EQUIÓN ENERGÍA LIMITED. [Citado el: 3 de MAYO de 2017.] [http://colombia.eqweb.col.loc/Presidencia/Eventos/Eventos\\_2016/Paginas/Objetivos-y-Plan-2017.aspx](http://colombia.eqweb.col.loc/Presidencia/Eventos/Eventos_2016/Paginas/Objetivos-y-Plan-2017.aspx).
- LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA. MANUAL DE OPERACIÓN. Bogotá : s.n., 2015.
- LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA. EQUIÓN ENERGÍA LIMITED. [En línea] EQUIÓN ENERGÍA LIMITED. [Citado el: 13 de MAYO de 2017.] [http://www.Equi3n-Energ3a.com/quienes\\_somos/Paginas/default.aspx](http://www.Equi3n-Energ3a.com/quienes_somos/Paginas/default.aspx).
- LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA. Modelo de producción Equi3n. Bogotá : s.n., 2014.
- LIMITED, EQUIÓN ENERGÍA, Infografía manual de producción. Bogotá : s.n., 2014.
- MANUALES PRÁCTICOS DE LA PYME. Cómo elaborar el cuadro de mando. Galicia: Xunta de Galicia Editor. P 23-49.
- MARTÍN PEÑA, María Luz y REYES RECIO, Luisa E. EL Cuadro de Mando Integral: Una Herramienta al Servicio de las Empresas. Madrid: CÁTEDRA MADRID EXCELENTE Editor, 2008. p 21-31
- PRODUCTION EFFICIENCY IMPROVEMENT: Common Process. British Petroleum. Texas: BP Exploration, 2006. p. 29.
- RAMÍREZ ARROYAVE, Francy Edith. Unificación de criterios para la medición de gestión en la industria petrolera. Tesis de Especialización en gerencia de Hidrocarburos. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Químicas, 2005, 59-68p.
- SEGOVIA, Rodolfo SALAS. La nueva frontera. BP Colombia 20 AÑOS DE ALIANZA EN CUSIANA Y CUPIAGUA. Bogotá : zona, 2010.