



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y PRONÓSTICO DE CONEXIONES PARA UNA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA DE COMBUSTIBLE.

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN DE OPERACIONES  
MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

DANIEL ALBERTO ORTEGA ENCINA

PROFESOR GUÍA:  
SEBASTIÁN A. RÍOS PÉREZ

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
CINTHYA L. VÉRGARA SILVA  
ÁNGEL JIMÉNEZ MOLINA  
SEBASTIÁN A. RÍOS PÉREZ

SANTIAGO DE CHILE  
2013

## DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y PRONÓSTICO DE CONEXIONES PARA UNA COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA DE COMBUSTIBLE.

El presente trabajo de título se centra en la falta de herramientas de control para el desempeño y la estimación de conexiones de clientes nuevos en el proceso de densificación de la empresa Metrogas S.A., el cual se encarga de las conexiones a la red de gas de clientes residenciales. Esto produce retrasos en la generación de reportes y discrepancias entre lo controlado por el área comercial y el área operacional.

El objetivo de este trabajo de tesis, es disminuir el tiempo de obtención de *Key Performance Indicator* (KPI's) en el proceso de densificación, a partir del desarrollo de un Sistema de Control y Pronóstico (SCP) basado en Business Intelligence (BI), que refleje la eficiencia del proceso de densificación.

Para su desarrollo se utilizaron herramientas de *Business Intelligence* (BI) apoyado con *Data Mining* (DM). Para esto se tomó como directriz principal la metodología CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*). Para el análisis del negocio y la definición de KPI's se utilizó el enfoque de *Balances Scorecard* (BSC) y su modelamiento con herramientas de BPMN (*Business Process Management Notation*). Con esto se realizaron técnicas de ETL (*Extract, Transform and Load*), almacenando la información en un *Data Mart* (DM). Luego se generaron modelamientos descriptivos en base a métricas, y predictivos a partir de modelos de series de tiempo.

La aplicación de minería de datos, permitió diseñar indicadores de gestión y pronóstico para el proceso de conexión, lo que entregó herramientas para la toma de decisiones fundamentadas, tales como solicitud de materiales o redistribución de cuadrillas de conexión, y realizar las adaptaciones en la asignación de cargas de trabajo a cada contratista, para lograr el cumplimiento de las metas definidas.

El principal resultado obtenido con el diseño del Sistema de Control y Pronóstico, fue entregar una herramienta de gestión, que permite pronosticar las conexiones futuras con un margen de error del 5%, y estimar brechas de forma automática. Esto disminuye el tiempo de obtención de KPI's en un 90%, logrando llevar a nueve horas un trabajo antes desarrollado en noventa horas, estableciendo el tiempo para la generación de reportes en un día, entregando información útil y confiable.

## ABSTRACT

# DESIGN OF A CONTROL AND PREDICTION SYSTEM OF CONNECTIONS FOR A FUEL DISTRIBUTOR COMPANY.

This thesis's study focuses on the lack of tools for performance monitoring and estimation of new customer connections in the densification process of Metrogas S.A. company, which is responsible for the gas network connections of residential customers. This causes delays in reporting and discrepancies between what the commercial and operational areas control.

The aim of this thesis work is to reduce the turnaround time of Key Performance Indicator (KPI's) in the densification process, from the development of a Control and Prediction System (SCP) based on Business Intelligence (BI), that will reflect efficiency of the densification process.

Business Intelligence (BI) supported with Data Mining (DM) were the tools used for its development. To accomplish this, the CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) was considered as the main guideline. For business analysis and definition of KPI's the Balance Scorecard (BSC) approach and its modeling with BPMN tools (Business Process Management Notation) were used. With this, ETL (Extract, Transform and Load) techniques were performed, storing information in a Data Mart (DM). Then, descriptive models were generated based on metrics and predictions from time series models.

The data mining application made possible the design of management indicators and prediction for the connection process, which gave tools for making decisions, such as ordering materials or redistribution of crew connection, and make the adjustments in the workload allocation to each contractor, to achieve compliance with the defined goals.

The main result obtained with the Control and Prediction System design, was to provide a management tool, which allows the prediction of future connections with a margin of error of 5%, and assess gaps automatically. This decreases the time of obtaining KPI's by 90%, succeeding a nine-hour work that was performed before in ninety hours, setting time for the delivery of reports in one day with useful and reliable information.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mi familia por su apoyo incondicional durante todo mi proceso de aprendizaje, desde el día que entre a pre kínder, el día que nos enteramos que estaba dentro de la lista de ingreso al Instituto Nacional, hasta cerrar el ciclo en la Universidad de Chile, con mi título de Ingeniero Civil Industrial y Magister en Gestión de Operaciones.

Sin el apoyo y la fuerza que me entregan mis padres Ivonne y Luis, y mis hermanos Cristian y Gonzalo, de seguro no hubiese logrado finalizar esta etapa. Ya que ellos son mis pilares, mis guías y los que me dan la fuerza para levantarme y mejorar cada día.

Dedico este trabajo de tesis a mis abuelitas Raquel Aguilera y Teresa Matus, por alegrarse de mis logros y enseñarme de la vida. Dedico esta tesis a mi abuelito Hernán Ortega que aunque no alcancé a conocerlo siempre está en mi mente.

Dedico este trabajo a mi abuelito Pedro Encina porque sé que desde donde esté, me está cuidando. Y sé que está viendo todo lo que paso a paso estoy construyendo, y que si bien no está físicamente para darle un beso y mostrarle cómo voy quemando etapas, seguro que desde el cielo me mira y apoya su mano en mi espalda para que pueda seguir avanzando.

*Daniel Ortega Encina*

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Metrogas por entregarme la oportunidad de resolver una problemática real desarrollada dentro de la empresa, que me permitiese darle sentido a lo aprendido durante la carrera de Ingeniería Civil Industrial y Magister en Gestión de Operaciones. Y no dejar todos los esfuerzos de años, en conocimientos volátiles que solo se ven expresados en libros y en pizarrones de las salas de clases.

Gracias a las jefaturas y a mis compañeros de trabajo por apoyarme en las dudas e inquietudes generadas en la etapa de desarrollo del trabajo de tesis. Pero por sobre todo, agradezco a Ricardo Ramírez, por su inmenso apoyo y ayuda incondicional, por dejar de lado sus días de vacaciones con su familia para ayudarme a llevar a cabo este desafío. Le estoy y estaré infinitamente agradecido, pues me demostró su gran calidad humana entregando su ayuda sin esperar nada a cambio, solo con la idea de apoyarme para finalizar mi etapa de estudiante universitario.

Agradezco a mis colegas de SRK Consulting por su ayuda en las etapas finales de este trabajo, a Jorge Pulgar, Marcela Suit y Andrea Gordillo por sus comentarios y correcciones, que aportaron en dar cierre a esta cansadora pero bonita etapa de estudiante.

Agradezco a mis profesores Sebastian Ríos y Ángel Jiménez por su inmensa paciencia, y a la profesora Cinthya Vergara por ayudarme y guiarme en el desarrollo de las estepas finales de la tesis, donde necesité más apoyo, y en donde sus conocimientos y comentarios me permitieron encausar el trabajo a lo requerido por la universidad.

Doy gracias a mis amigos, los cuales me ayudaron cada uno en su forma, con una palabra de apoyo o con un impulso adicional, y a todos aquellos que se mantuvieron preocupados preguntando como avanzaba este trabajo de tesis.

Por último, agradezco a mi familia Luis Ortega Matus, Ivonne Encina Aguilera, Cristian Ortega Encina y Gonzalo Ortega Encina, por ser como son, por apoyarme, entenderme y quererme tal cual soy. Y por estar ahí cada vez que los necesito, los amo con todo el corazón.

*Daniel Ortega Encina*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3	OBJETIVO GENERAL .....	8
1.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
1.5	RESULTADOS ESPERADOS.....	9
1.6	ALCANCE .....	10
1.7	HIPÓTESIS.....	11
1.8	CONTRIBUCIÓN .....	11
1.9	ESTRUCTURA DEL TRABAJO.....	12
<b>2</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>14</b>
2.1	DISCUSIÓN DE METODOLOGÍAS APLICABLES.....	14
2.2	METODOLOGÍA UTILIZADA .....	22
<b>3</b>	<b>MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL .....</b>	<b>24</b>
3.1	SISTEMA DE CONTROL DE GESTIÓN (SCG) [9].....	25
3.2	BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM) .....	26
3.2.1	Las tres dimensiones de BPM [7] .....	27
3.2.2	Descripción y definición de nuevos procesos [8] .....	28
3.3	BALANCED SCORECARD (BSC) [10].....	29
3.3.1	La estrategia en un BSC [10].....	30

3.3.2	Perspectivas de un BSC [11].....	31
3.4	BUSINESS INTELLIGENCE (BI) [13].....	33
3.4.1	Componentes de un Sistemas de BI .....	34
3.5	DATA MINING (DM).....	35
3.5.1	OLTP y OLAP.....	36
3.5.2	Cubo Multidimensional .....	36
3.5.3	Modelo Multidimensional o Esquema estrella [30].....	38
3.5.4	Data Warehouses (DW) [36].....	39
3.5.5	Data Mart [36].....	40
3.5.6	Modelos de Pronóstico de Minería de datos [38].....	41
3.6	KNOWLEDGE DISCOVERY IN DATABASES (KDD) [41].....	44
3.6.1	El proceso de KDD .....	45
3.7	CROSS INDUSTRY STANDARD PROCESS FOR DATA MINING .....	46
3.7.1	Pasos a seguir en la metodología CRISP-DM.....	48
<b>4</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>49</b>
4.1	DESCRIPCIÓN DE ÁREAS Y SUS OBJETIVOS .....	50
4.1.1	Gerencia de Ingeniería, Construcción y Operaciones .....	51
4.1.2	Subgerencia de Instalaciones y Servicios .....	52
4.1.3	Área de Planificación.....	54
4.2	LEVANTAMIENTO DE PROCESOS.....	55
4.2.1	Descripción del proceso de densificación.....	55
4.2.2	Densificación y generación de reportes.....	58

4.3	DIAGNÓSTICO .....	60
4.3.1	Problemas detectados .....	60
4.3.2	Propuesta de solución .....	61
<b>5</b>	<b>DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN Y APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS .....</b>	<b>63</b>
5.1	COMPRENSIÓN DEL NEGOCIO.....	64
5.1.1	Mejora de procesos .....	64
5.1.2	Análisis de misión, visión y estrategia .....	67
5.1.3	Definición de KPI's .....	68
5.1.4	Descripción de KPI's .....	71
5.2	COMPRENSIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS DATOS .....	76
5.2.1	Fuente de datos.....	76
5.2.2	Desarrollo del ETL (Extraction, Transformation, Loading).....	80
5.3	MODELAMIENTO .....	83
5.3.1	Data Mart.....	83
5.3.2	Data Mining.....	85
5.4	EVALUACIÓN .....	89
5.4.1	Análisis de resultados para medidas descriptivas .....	89
5.4.2	Análisis de resultados para medidas predictivas .....	92
5.4.3	Análisis de resultados a partir de juicio experto.....	95
5.5	DESPLIEGUE .....	97



<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>102</b>
<b>7</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>104</b>
<b>8</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>107</b>
8.1	FLUJOGRAMA DE PROYECTOS.....	107
8.2	FLUJOGRAMA PROCESOS DIARIOS .....	113
8.3	DIAGRAMAS DE FLUJO MEJORA DE SUBPROCESOS.....	116

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Organigrama Subgerencia de Instalaciones y Servicios.....	2
Figura 2:	Variación de precios de combustibles industriales R.M. [3].....	4
Figura 3:	Diferencia entre metas anuales y conexiones reales.....	5
Figura 4:	Reclamos mensuales en proceso de densificación. ....	7
Figura 5:	Flujo KDD .....	15
Figura 6:	Flujo CRISP-DM .....	16
Figura 7:	Manejo de datos mensuales para el proceso de densificación .....	18
Figura 8:	Perspectivas BSC .....	20
Figura 9:	Data Warehouse & Data Marts. ....	22
Figura 10:	Estructura de desarrollo de Trabajo de Tesis .....	23
Figura 11:	Principios básicos de la gestión.....	25
Figura 12:	Dirección de la estrategia [8]. ....	29
Figura 13:	Ejes de la motivación para la estrategia [10]. ....	30
Figura 14:	4 perspectivas de BSC [14]. ....	31
Figura 15:	Cubo Multidimensional .....	37
Figura 16:	Ejemplo de Esquema Estrella.....	38
Figura 17:	Data Warehouse & Data Mart [31].....	40
Figura 18:	Niveles de la metodología CRISP-DM [37].....	47
Figura 19:	Gráfico de resumen de conexiones mensuales últimos 6 años.....	51
Figura 20:	Flujograma de datos proceso de densificación.....	57
Figura 21:	Diagrama de proceso de obtención de reportes de densificación. ....	59
Figura 22:	Mejora de proceso para obtención de reportes de densificación.....	66

Figura 23:	Perspectivas de un BSC y puntos de control.....	69
Figura 24:	Diagrama de confirmación de llamadas.....	72
Figura 25:	Etapas consideradas para el ETL.....	82
Figura 26:	Esquema Estrella en Base de datos Data Mart. ....	85
Figura 27:	Imagen de Modelos de Pronóstico. ....	87
Figura 28:	Menú principal del Panel de Control SIS. ....	97
Figura 29:	Menú de visualización del indicador (datos ficticios). ....	98
Figura 30:	Menú de detalle de resultados de indicadores. ....	99
Figura 31:	Imagen de documento con datos exportados.....	100
Figura 32:	Menú de datos utilizados para el cálculo del indicador.....	101
Figura 33:	Flujograma proceso inmobiliario.....	107
Figura 34:	Flujograma proceso comercial.....	108
Figura 35:	Flujograma proceso calefacción central. ....	109
Figura 36:	Flujograma proceso proyectos domiciliarios.....	110
Figura 37:	Flujograma proceso intervención de medidores. ....	111
Figura 38:	Flujograma proceso mantención centrales.....	112
Figura 39:	Flujograma proceso de instalación de artefactos.....	113
Figura 40:	Flujograma de datos proceso de conversión relining.....	114
Figura 41:	Flujograma de datos proceso servicio técnico domiciliario.....	115
Figura 42:	Diagrama de flujo subproceso generación de datos área comercias. ....	116
Figura 43:	Diagrama de flujo subproceso área gestión, control y pagos. ....	116
Figura 44:	Diagrama de flujo subproceso cuadratura de conexiones.....	117
Figura 45:	Diagrama flujo subproceso generación de reportes. ....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cálculo de dos escenarios de demanda de GN [3].....	3
Tabla 2: Relación entre etapas de KDD y CRISP-DM .....	17
Tabla 3: Diferencia entre Data Warehouses y Data Mart.....	21
Tabla 4: Resumen de conexiones mensuales últimos 6 años. ....	50
Tabla 5: Indicadores de gestión densificación .....	70
Tabla 6: Relación entre KPI's y Perspectivas del BSC .....	71
Tabla 7: Códigos excluidos del cálculo de indicador A6. ....	75
Tabla 8: Fuente de datos densificación. ....	79
Tabla 9: Tiempo de demora del sistema en calcular indicadores y pronósticos. ....	89
Tabla 10: KPI's calculados automáticamente v/s KPI's calculados manualmente. ....	91
Tabla 11: Resumen de variables T_indicadores_densificacion .....	92
Tabla 12: Resumen de variables Conexiones_mensuales .....	93
Tabla 13: Predicción de conexiones v/s conexiones reales.....	94

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Fórmula diferencia entre Metas anuales y Conexiones reales. ....	5
Ecuación 2: Promedio Móvil.....	41
Ecuación 3: Promedio Móvil Ponderado. ....	42
Ecuación 4: Suavización Exponencial.....	42
Ecuación 5: Mean Absolute Deviation.....	44
Ecuación 6: Mean Absolute Error.....	44

# 1 INTRODUCCIÓN

Toda empresa de servicios busca contar con una adecuada calidad de atención y satisfacción de sus clientes. Esto se acentúa de manera importante en la industria de empresas distribuidoras de gas, en donde, garantizar el suministro del producto y entregarlo en condiciones óptimas de seguridad a los clientes, se torna un ítem imperativo.

Esta tesis se realizará en la Subgerencia de Instalaciones y Servicios (SIS), perteneciente a la Gerencia de Ingeniería, Construcción y Operaciones (GICO), que es la unidad funcional de quien depende este control. Esta subgerencia operativa tiene como principal función prestar servicios a las diferentes áreas comerciales de la compañía.

El proceso al cual se le aplicará Inteligencia de Negocios es el de densificación, el cual se enfoca en la coordinación entre clientes, contratistas y supervisores, para el desarrollo de los trabajos de conexión de clientes nuevos a la red de distribución de gas natural.

Es necesario evaluar la incidencia en aspectos técnicos, operacionales, físicos y organizacionales, asegurándose de que se dispongan de canales de comunicación claros, que consientan la detección de los cambios que puedan impactar en los sistemas de gestión, para generar un ambiente integral dentro de la SIS.

## 1.1 ANTECEDENTES GENERALES

Metrogas S.A. es una de las principales empresas que participa en el rubro dedicado al suministro, implementación de redes y distribución de gas natural en Chile. Su misión es: “Asegurar la provisión de suministros de calidad, minimizando los riesgos. Generar arraigo local, expresado en la plena identificación, conocimiento e integración con todos los actores en nuestras zonas de influencia. Mantener vigente nuestra propuesta de valor, mediante empresas especializadas y alineadas. Gobernar al grupo basado en una gestión por valores. Construir, fortalecer y extender la reputación y el liderazgo de opinión” [1].

Actualmente, Metrogas S.A. posee una penetración de mercado objetivo en la Región Metropolitana de un 84% en el sector residencial. Al 31 de diciembre de 2010, la sociedad logró un total de 455.906 clientes con ventas que alcanzaron los 648 millones de m<sup>3</sup> de gas natural. Desde el año 2011 Metrogas S.A. ha tomado el desafío denominado Savia 700 [2], el cual busca aumentar la cartera de clientes con plazo al 2015 a un total de 700.000 clientes, lo que demuestra el gran desafío que presenta Metrogas S.A. en los años venideros.

Metrogas S.A. es una sociedad anónima abierta en que Gasco S.A. es dueña del 51,84%. A su vez, la Compañía General de Electricidad S.A. (CGE) es otra sociedad anónima abierta dueña del 56,62% de Gasco S.A. [1].

La organización de la SIS considera las siguientes áreas funcionales (Figura 1):

- Operaciones y Construcción
- Planificación\*
- Gestión, Contratos y Pagos
- Mantenimiento (laboratorio)

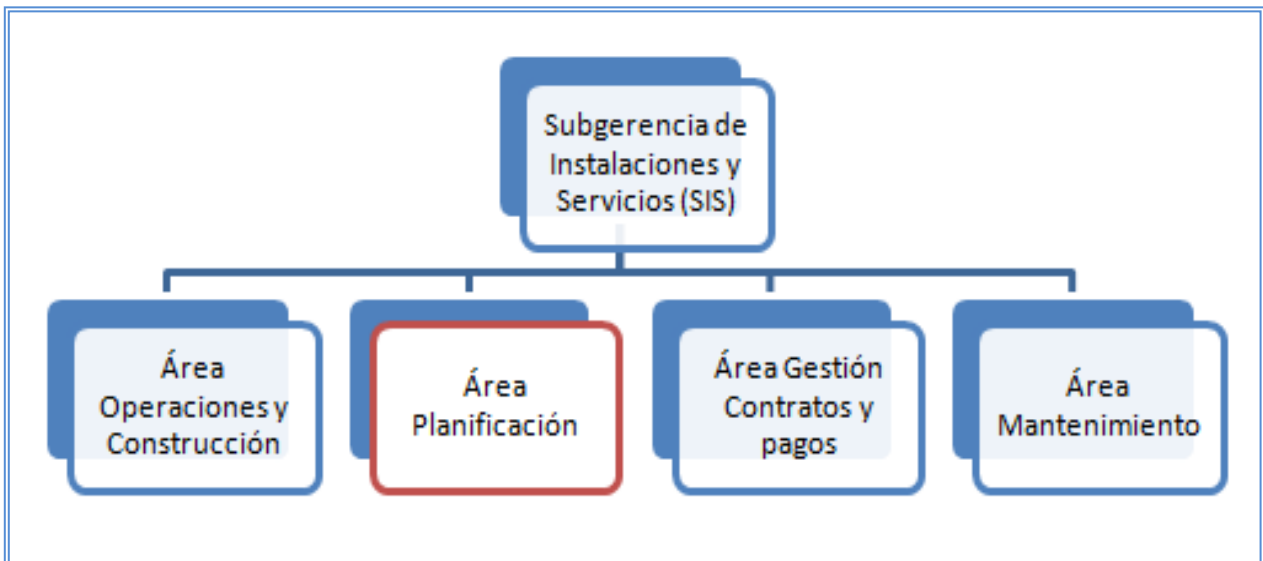


Figura 1: Organigrama Subgerencia de Instalaciones y Servicios.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

La proyecciones de Metrogas S.A., indican que la carga de trabajo a partir del año 2012 se incrementará en un 85%, en búsqueda de aumentar la cartera de clientes a 700 mil, lo que se sustenta principalmente en el aumento de conexiones en base a clientes captados por el proceso de densificación, el cual aportará con 27 mil nuevos clientes al 2015 [2].

En comparación a la misma fecha del año 2012 (primer trimestre), la carga de trabajo del año 2013 ha sufrido un incremento del 63%, debido a la reestructuración del equipo de ventas del proceso de densificación (área comercial), lo que ratifica el esfuerzo al que incurre la compañía por lograr sus metas de conexión<sup>1</sup>.

Año	Aumento Total de Capacidad Esperada MW (5,7%/año)	Porcentaje de Utilización de las Centrales %	Mayor Consumo de Gas Natural Mill m3/año	Consumo Centrales Existentes según modelo Mill m3/año	Demanda Esperada (5,7%/año) Escenario Alto Mill m3/año	Demanda Esperada (2) (4%/año) Escenario Bajo Mill m3/año
2015	568,3	67%	667,1	1.726,9	2.394,0	2.179,4
2020	1.318,0	75%	1.731,9	2.236,5	3.968,4	3.359,2
2025	2.307,3	75%	3.031,8	2.236,5	5.268,3	4.109,0

Nota 1: Factor = 0,2 m3 GN/kWh y 8.760 horas/año.  
 Nota 2: Demanda esperada recalculando los aumentos de capacidad al 4% /año

Tabla 1: Cálculo de dos escenarios de demanda de GN [3].

La experiencia ha indicado que la relación de precios entre combustibles alternativos utilizados en el sector industrial y residencial se ha mantenido y se mantendría en el tiempo. En la Figura 2, se muestra la variación de precios industriales en la Región Metropolitana, región con la que se cuenta la mejor información y que esta a una distancia del orden de 150 km. de los puntos de abastecimiento (Quintero, Concón). Los precios industriales se calcularon a base de los precios paridad de importación más los márgenes de comercialización típicos de los distribuidores según información del consultor y de estudio Enap del año 2007 [3].

<sup>1</sup> Fuente: Creación Propia en base a informes de gestión mensual densificación mes de abril 2013.

Se observa que los precios de los diferentes productos se mueven de forma ascendente a partir de fines del 2008, tendencia que se mantiene hasta la actualidad, adicionalmente se observa que desde la toma de datos el Gas Natural se logra mantener mínimamente por debajo del gas licuado (principal competidor en el sector residencial).

La intención de Metrogas S.A. de “construir, fortalecer y extender su reputación”, puede ser llevada a cabo mediante el mejoramiento de la efectividad operacional y la calidad de sus procesos, permitiéndole ganar participación en el mercado a un competidor directo como lo es el gas licuado. Esto justifica la idea de optimizar los procesos internos, obteniendo ventajas competitivas respecto a los competidores.

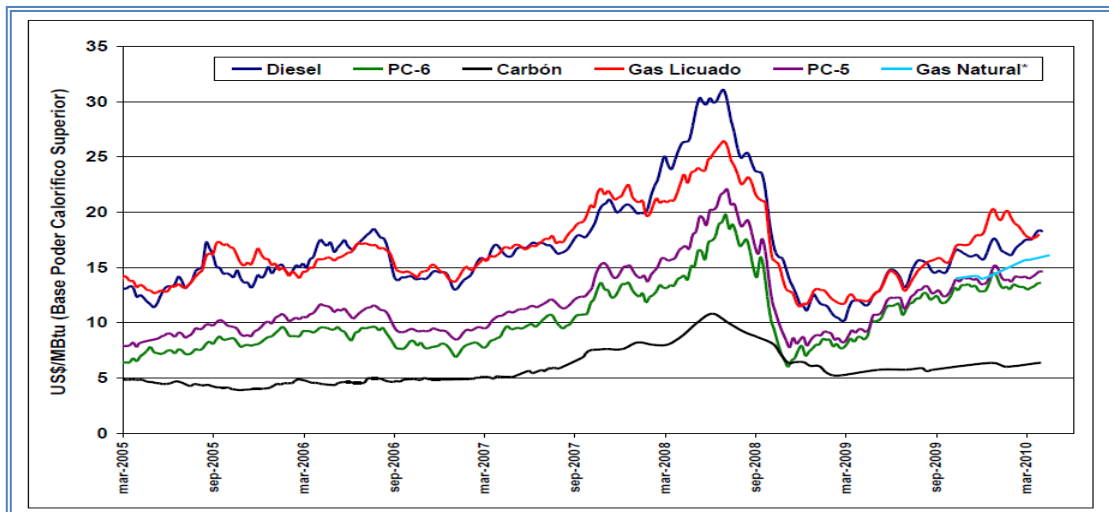


Figura 2: Variación de precios de combustibles industriales R.M. [3]

Una mejor gestión de la información permitirá tener mayor claridad respecto de los resultados en las conexiones mensuales, realizar un mejor registro de los tiempos utilizados con cada cliente conectado y los tiempos de procesamiento interno, lo que permitirá conocer con mayor precisión lo programado con los resultados reales. La Figura 3, muestra la diferencia entre las conexiones reales anuales y las metas planteadas para cada año.



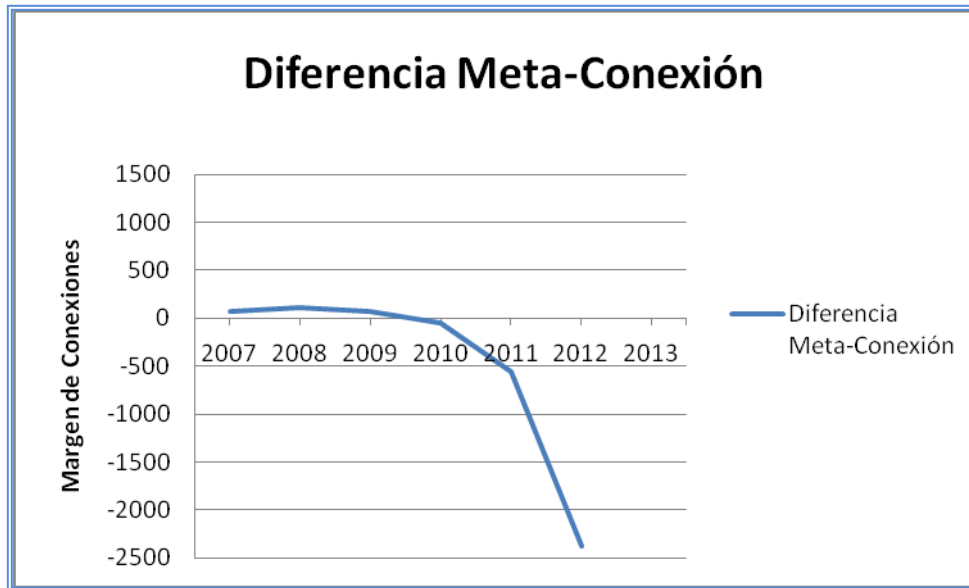


Figura 3: Diferencia entre metas anuales y conexiones reales<sup>2</sup>.

El gráfico *Diferencia Meta-Conexión* es calculado considerando la meta de conexión para un año  $t$  ( $M_t$ ) y el resultado de las conexiones de ese año ( $C_t$ ), siguiendo la siguiente ecuación:

$$F(x) = C(x) - M(x)$$

Donde:

$M(x)$ : Meta de conexiones

$C(x)$ : Conexiones reales

Ecuación 1: Fórmula diferencia entre Metas anuales y Conexiones reales<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: Creación propia a partir de informes anuales de conexiones densificación años 2007-2008-2009-2010-2011-2012

<sup>3</sup> Fuente: Creación propia a partir de informes anuales de conexiones densificación años 2007-2008-2009-2010-2011-2012

El análisis mensual del comportamiento de las conexiones del proceso de densificación, actualmente toma medio mes, es decir 2 semanas (90 HH<sup>4</sup>). El obtener menores tiempos en la obtención de KPI's y generar pronósticos de conexiones en forma rápida y eficiente, permite mejorar la toma de decisiones y liberar HH's de personal altamente calificado el cual puede ser utilizado en la realización de análisis o de otras tareas.

Existen discrepancias entre la información de áreas comerciales y áreas operacionales, reflejada en los diferentes criterios de medición de los tiempos de duración de las etapas del proceso (mensualmente se generan reuniones para establecer quien utilizó el mecanismo de cálculo adecuado, para medir los tiempos entre contratos y conexiones, y duración de los trabajos).

Mensualmente los tiempos de cálculo del comportamiento del proceso de densificación toma entre 5 y 10 días hábiles, es decir a mediados de cada mes recién se tienen apreciaciones del comportamiento de los tiempos de trabajo de conexión del mes anterior. Lo que genera retrasos en la obtención de reportes por el manejo de diferentes fuentes de datos. Esto genera lentitud en la toma de decisiones y vuelve reactiva la acción de mejora de la subgerencia en frente a los problemas detectados mes a mes, es decir se comienza a resolver una falencia del proceso dos semanas después del último dato obtenido, aunque se podría conocer la deficiencia de forma inmediata.

Según lo señalado por el Gerente de Ingeniería, Construcción y Operaciones, tener la información adecuada de los puntos bajos de forma oportuna, permite destinar a los contratistas de manera inmediata a aquellos puntos del proceso que están fallando, entregando a los clientes respuestas rápidas, sin esperar a que por la falta de respuesta deban generar un reclamo.

Como se observa en el cuadro siguiente la tasa de reclamos se ha incrementado bruscamente a partir del año 2011.

---

<sup>4</sup> HH: Horas hombre.

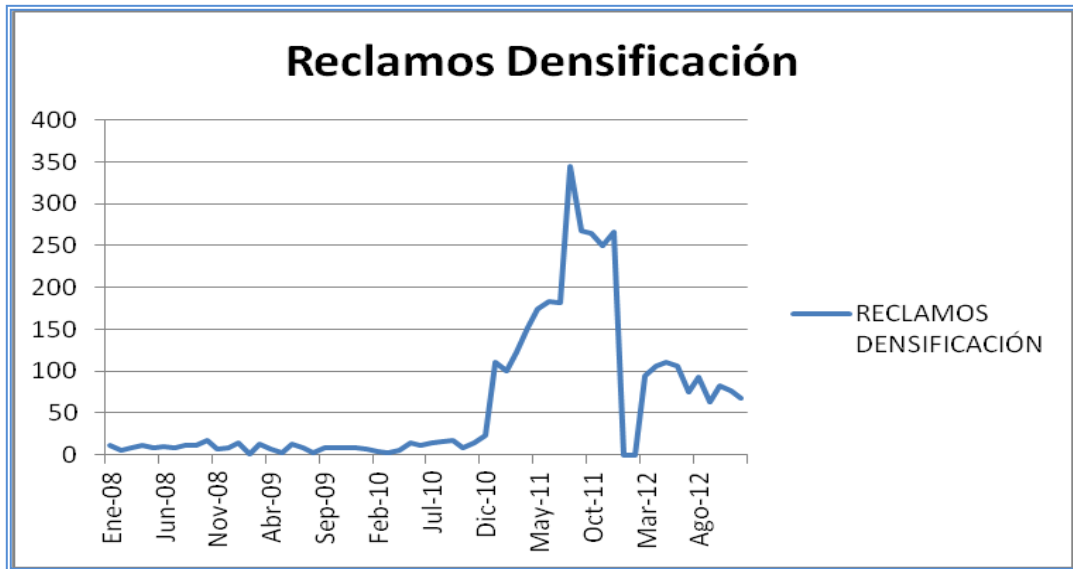


Figura 4: Reclamos mensuales en proceso de densificación<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Fuente: Creación propia en base al reporte mensual de reclamos proceso de densificación años 2008-2009-2010-2011-2012

### 1.3 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este trabajo, es disminuir el tiempo de procesamiento y cálculo de KPI's para el proceso de conexión de clientes residenciales y entregar pronósticos de conexiones futuras a partir herramientas de Inteligencia de Negocios apoyadas con minería de datos y aplicación de modelamiento multidimensional.

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Modificar indicadores de gestión existentes y establecer KPI's que sean capaces de medir el real servicio entregado en la ejecución de las tareas del proceso de densificación. Priorizar los procesos y mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos donde los resultados estén por debajo de los estándares establecidos.
- b) Aplicar herramientas de Data Mining, en particular series de tiempo, para pronosticar conexiones futuras del proceso de densificación y así generar conocimiento a partir de los datos recolectados mensualmente.
- c) Diseñar e implementar un repositorio único de datos, siguiendo la estructura de un Data Mart para el proceso de densificación. Consolidando la información de conexiones para la generación de KPI's y pronósticos.
- d) Aumentar y mejorar las comunicaciones internas y establecer canales de información ágiles y eficientes.
- e) Mejorar significativamente los estándares internos entre las diferentes áreas que participan en la atención de clientes actuales y futuros.

## 1.5 RESULTADOS ESPERADOS

Se espera establecer medidas de desempeño que consideren la información disponible de los procedimientos generados en la SIS, apelando a la generación de nueva información no disponible aportando los recursos necesarios para establecer los criterios de recolección de datos, la descripción de procesos y la formalización de todos los requerimientos del modelo de gestión a implementar.

Evaluar el cumplimiento de los objetivos planteados tanto a nivel gerencial, como corporativos, mejorando los procesos y detectando falencias en su aplicación para sustentar decisiones a nivel superior.

Establecer un repositorio de datos consolidado para el proceso de densificación, siguiendo los lineamientos de estructura de un Data Mart que almacene la información recolectada a partir de las diferentes etapas del proceso.

Generar y modificar un conjunto de KPI's, que entregue una herramienta de gestión creíble y acorde a las nuevas exigencias del proceso de densificación, tanto para el área comercial como para el operacional.

Crear un modelo de pronóstico de conexiones, que permita conocer las conversiones de nuevos clientes en el siguiente mes, para la Subgerencia de Instalaciones y servicios de Metrogas S.A.

Crear un SCP (Sistema de Control y Pronóstico) operativo en escala reducida, que consolide los KPI's diseñados y el modelo de pronóstico implementado, que se transforme en una herramienta de control única e integrada, que permita monitorear el grado de cumplimiento de las actividades de forma rápida, entregando respuestas confiables.

## 1.6 ALCANCE

El trabajo de tesis se desarrolló en el área de planificación de la Subgerencia de Instalaciones y Servicios de Metrogas S.A.; y establece los fundamentos y lineamientos para el diseño de un Sistema de Control y pronóstico (SCP) para el proceso de densificación. Para esto se seleccionó un sub-conjunto de todos los indicadores requeridos, tomando los más relevantes de acuerdo a los Stakeholders.

Para el análisis de datos, se consideraron conexiones mensuales desde el mes de enero 2007 hasta diciembre 2012, además de datos de activación y confirmación de llamadas, del año 2010, 2011 y 2012. El manejo de datos de reclamos mensuales se obtuvo a partir de registros del año 2008 al 2012. Esta diferencia entre los años de obtención de data se explica ya que la principal información es la de conexiones y reclamos, y en el último tiempo se ha considerado almacenar datos de actividades anexas como activación de clientes y confirmación de llamas.

La totalidad de los datos generados para el trabajo de tesis fueron obtenidos a partir de reportes mensuales del proceso de densificación. Los reportes son generados por el área de operaciones, y alimentados por información almacenada por el área comercial en sus propios reportes mensuales.

Si bien, este sistema de información ya se encuentra en producción en una escala reducida, y la actualización de las bases están corriendo mes a mes con información real para tener actualizados los valores de indicadores y de proyecciones, se excluye de este trabajo, la entrega del SCP a la totalidad de los integrantes de la Subgerencia de Instalaciones y Servicios, y su masificación al área comercial, la presentación al resto de las subgerencias y jefaturas involucradas.

Para corroborar los resultados obtenidos del modelo y los KPI's desarrollados en la escala reducida del SCP, se realizó una comparación durante un plazo de 8 meses (agosto 2012 a abril 2013), con esto se consiguieron márgenes de error y comportamiento de indicadores.

Aunque las bases finales ya almacenan y muestran los valores de los indicadores, no se consideran para este trabajo de tesis, las interconexiones con el resto de los procesos de mercado residencial desarrollados en el área de planificación. Adicionalmente, se ha decidido dejar una ventana de tiempo como proceso de adaptación de las entidades encargadas de llenar la información para determinar si el comportamiento responde a las expectativas de los tomadores de decisiones.

## 1.7 HIPÓTESIS

Con la aplicación de Inteligencia de Negocio y herramientas de Balance Scorecard, es posible construir un paquete de indicadores para el proceso de densificación de la empresa Metrogas S.A., que permita tener un control descriptivo de las acciones desarrolladas.

Es factible conseguir una disminución sobre el 70% del tiempo en la generación de reportes y calculo de pronósticos de conexiones a los Stakeholders del proceso de densificación, con la aplicación de modelamiento multidimensional y minería de datos. Además de ofrecer una plataforma oportuna y confiable para la toma de decisiones.

## 1.8 CONTRIBUCIÓN

Las contribuciones que entrega el desarrollo del Sistema de Control y Pronóstico (SCP), se relacionan con la entrega de motivación a la organización y los conocimientos de análisis que permitan mejorar el desempeño actual que posee la Subgerencia de Instalaciones y Servicios en la obtención de KPI's, incorporando mayor eficiencia a partir de tecnologías de información en el manejo de la data almacenada de los clientes de la compañía.

Con la ayuda de minería de datos, se pretende implementar por primera vez en la SIS, modelos de pronóstico de conexiones que permita a las áreas operacionales y comerciales tener un comportamiento predictivo de las conexiones, en base a las conexiones pasadas del proceso de densificación.

La implementación de un Data Mart permitirá contar con una fuente de información centralizada, que muestre a todos los participantes del proceso los mismos datos, evitando divergencias en las formulas de cálculo, inconcordancias en la fuentes de datos y un lenguaje común que permita facilitar la toma de decisiones a nivel operacional, cuando los resultados obtenidos se alejen de las metas establecidas para cada uno de los indicadores definidos.

## 1.9 ESTRUCTURA DEL TRABAJO

El cuerpo de este trabajo de tesis se compone de ocho puntos principales, que señalan en completitud los requerimientos, contexto, y resultados del desarrollo y diseño del sistema de control y pronóstico de conexiones mensuales para la empresa Metrogas S.A. La estructura de los capítulos que componen este trabajo es la siguiente:

- **Capítulo 1: Introducción**

Este capítulo es la sección inicial del presente documento y su propósito principal es contextualizar el trabajo de tesis. Está compuesto por ocho subsecciones en las cuales se da una breve explicación de los aspectos principales como antecedentes, justificación y objetivos. También explicar algunos antecedentes que son importantes para el posterior desarrollo del tema central como resultados esperados, alcance e hipótesis.

- **Capítulo 2: Metodología**

En este capítulo se da a conocer el conjunto de procedimientos racionales utilizados para desarrollar el trabajo de tesis respaldado en la literatura existente, con el propósito de dar solución la problemática que plantea la empresa Metrogas S.A. (presentada en el capítulo 1).

Se seleccionaron las herramientas de *Business Intelligence* (BI) apoyado con *Data Mining* (DM), utilizando como hilo conductor los pasos señalados en la metodología CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*) y el enfoque de *Balances Scorecard* (BSC).

- **Capítulo 3: Marco teórico conceptual**

El capítulo de marco conceptual describe los principales métodos estudiados en la metodología del trabajo (Capítulo 2), para contextualizar al lector en los componentes y contenidos de cada uno de ellos. Estas metodologías son descritas comenzando desde conceptos generales de gestión y estrategias de negocio hasta aspectos más técnicos como modelos de series de tiempo y sus respectivas mediciones de error.



- **Capítulo 4: Situación actual**

Este capítulo muestra principalmente el comportamiento actual del sistema en estudio. Se describen las actividades, objetivos y estrategias de la Gerencia de Ingeniería, Construcción y Operaciones; de la Subgerencia de Instalaciones y Servicios y del área de Planificación.

- **Capítulo 5: Desarrollo de la solución y Aplicación de Metodología**

El capítulo de desarrollo de la solución y aplicación de metodología, como su nombre lo indica, muestra la aplicación de los pasos señalados en el capítulo 4, a partir del levantamiento del proceso de densificación y el diagnóstico generado para la situación actual descrita en el capítulo anterior.

- **Capítulo 6: Conclusiones generales**

Para finalizar con este estudio, se entregan en este capítulo las principales reflexiones del trabajo de tesis, junto con los aprendizajes durante el proceso de desarrollo. Además se discuten los objetivos planteados al comienzo (Ver capítulo 1) y se destacan los principales resultados obtenidos.

- **Capítulo 7: Referencias**

El capítulo de referencias muestra los documentos de apoyo en los cuales se sustenta el desarrollo del trabajo de tesis, además de la literatura utilizada para absorber los conceptos aplicados en la generación de cada capítulo.

- **Capítulo 8: Anexos**

En este capítulo se muestran las imágenes de apoyo a los capítulos desarrollados a lo largo del trabajo, tales como flujogramas de la totalidad de los procesos desarrollados en la Subgerencia de Instalaciones y Servicios, y subprocesos del proceso de densificación desarrollados en BPMN.

## 2 METODOLOGÍA

Este capítulo propone una metodología para el diseño e implementación del Sistema de Control y Pronóstico (SCP), basado en Business Intelligence (BI), el cual es apoyado con herramientas de Data Mining (DM). Además de una discusión del trabajo realizado, que permite señalar las características que llevaron a utilizar las metodologías seleccionadas para este trabajo.

### 2.1 DISCUSIÓN DE METODOLOGÍAS APLICABLES

Para implementar una tecnología en un negocio, se requiere de una metodología según el tipo de proyectos que se aborde. Estos métodos son definidos a partir de la experiencia y tomando lo mejor de los procedimientos más exitosos. Es por esta razón que para el caso de proyectos de implementación de minería de datos, hay diferentes tipos de metodologías, en particular destacan las metodología CRISP-DM (Cross Industry Standard Process for Data Mining) [4], y la metodología KDD (Knowledge Discovery in Databases) [5].

KDD (*Knowledge Discovery in Databases*), como su nombre lo indica, se refiere al proceso no-trivial estructurado en etapas que permite la extracción de conocimiento a partir de la identificación de patrones de comportamiento e información potencialmente útil previamente desconocidos en grandes volúmenes de datos [4].

Este proceso no es automático, es un proceso iterativo que exhaustivamente explora sumideros de datos para determinar relaciones. Es un proceso que extrae información de calidad que puede usarse para dibujar conclusiones basadas en relaciones o modelos dentro de los datos.

Las fases que componen la metodología KDD se resumen básicamente en las etapas de: Selección, Pre procesamiento, Transformación, Minería de datos y Evaluación o Interpretación de resultados. La siguiente figura ilustra las etapas del proceso KDD.

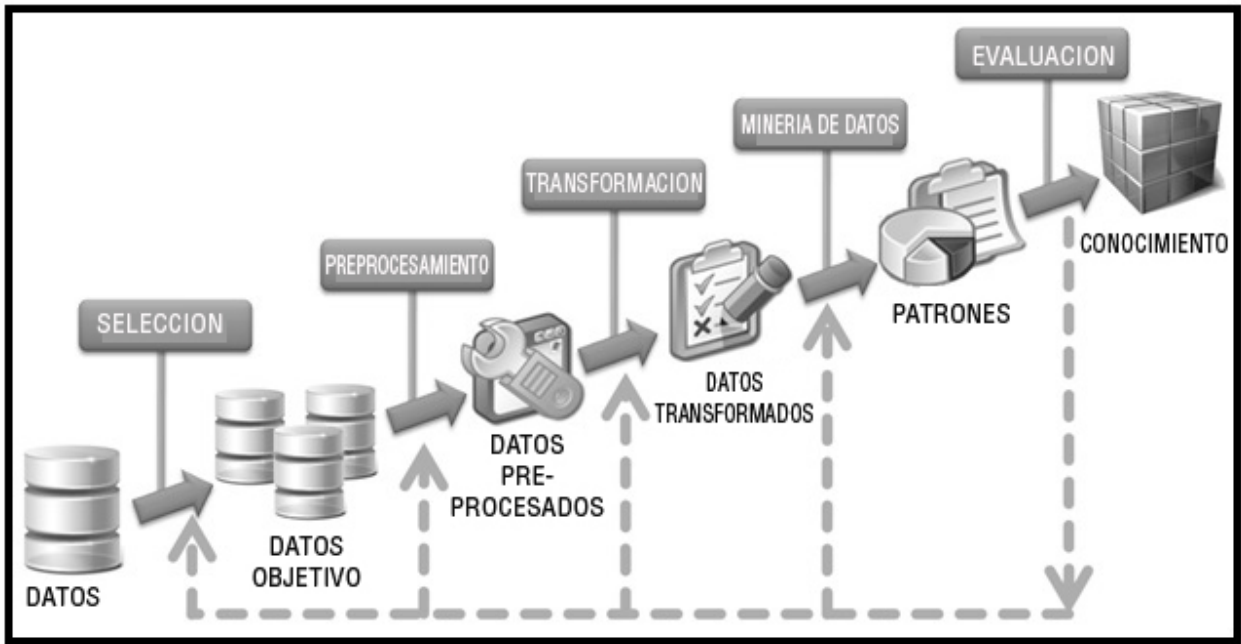


Figura 5: Flujo KDD<sup>6</sup>

Por su parte, la metodología CRISP-DM proporciona una descripción del ciclo de vida de los proyectos de minería de datos. Este contiene las etapas generales de un proyecto, sus tareas respectivas, y las relaciones entre ellas. En este nivel de descripción, no es posible identificar todas las relaciones.

*Cross Industry Standard Process for Data Mining o CRISP-DM*, permite un dinamismo entre las fases que la componen, permitiendo la iteración y flexibilidad de sus componentes siempre que sea requerido. El resultado de cada fase determina su tarea particular y cuál debe ser realizada después. Las flechas indican las dependencias más importantes y frecuentes entre las fases.

La metodología CRISP-DM para un proyecto de *Data Mining* consiste en seis fases: Comprensión del Negocio, Comprensión de los datos, Preparación de los Datos, Modelamiento, Evaluación y Despliegue o Implementación del proyecto, las cuales se muestran en la Figura 6:

<sup>6</sup> Fuente: Elaboración propia basado en [4]

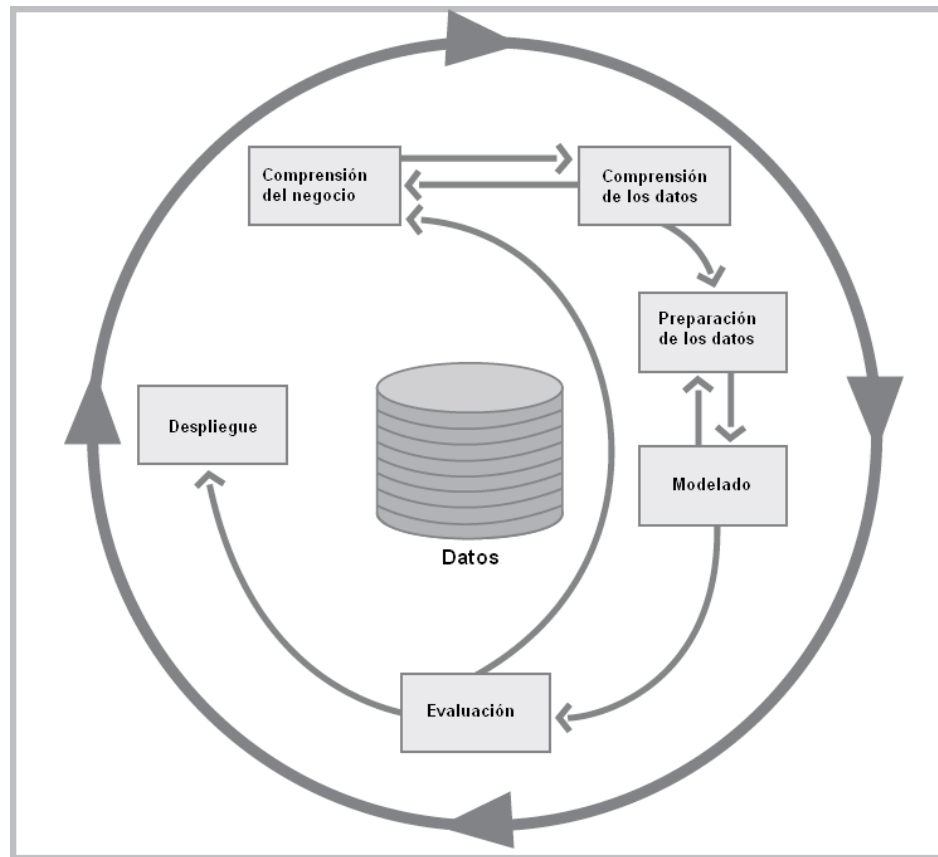


Figura 6: Flujo CRISP-DM<sup>7</sup>

Al observar la estructura de las etapas de ambas metodologías (Figura 5 y Figura 6), se encuentran similitudes en su composición de desarrollo, considerando que ambas tienen como foco principal entregar herramientas de gestión y obtención de conocimiento a partir de los datos recolectados. En la tabla siguiente se aprecian las similitudes y diferencias entre las Metodologías de KDD y CRISP-DM.

<sup>7</sup> Fuente: Elaboración propia basado en [5]

CRISP-DM	KDD
Comprensión del negocio	-
Comprensión de los datos	Selección
Preparación de los datos	Preprocesamiento
	Transformación
Modelamiento	Minería de Datos
Evaluación	Evaluación
Despliegue	-

Tabla 2: Relación entre etapas de KDD y CRISP-DM<sup>8</sup>

Si bien ambas metodologías establecen lineamientos homólogos para lograr los objetivos que se definen en diferentes proyectos de Minería de Datos, es claro que CRISP-DM va un paso aguas arriba considerando no sola los datos del proceso, si no que la *Comprensión del negocio* como puntapié inicial de análisis, lo que permite generar resultados mucho mas correlacionados con la estrategia corporativa.

Para realizar una mejor *Comprensión del negocio*, es que se deben realizar los adecuados levantamientos de los procesos de estudio, para esto existe la metodología denominada *Business Process Management* (BPM), la cual se compone de un conjunto de métodos, herramientas y tecnologías utilizados para diseñar, representar, analizar y controlar procesos de negocio operacionales [6].

BPM es un enfoque centrado en los procesos para mejorar el rendimiento que combina las tecnologías de la información con metodologías de proceso, abarcando el comportamiento de las personas, sistemas, funciones, negocios, clientes, proveedores y socios.

En particular, se utiliza su enfoque de levantamiento de procesos en función a la arquitectura y el modelado de sus flujos de trabajo con notación simple, acotada y estandarizada, con el fin de lograr una descripción detallada del proceso en estudio y establecer los puntos de mejora a partir de una secuencia ordenada de las actividades.

<sup>8</sup> Fuente: Elaboración propia basado en [4 y 5]

A continuación se modela el proceso general de obtención de datos mensuales en el proceso de densificación. Dentro del capítulo 4, se grafican en detalle las tareas, procedimientos y subprocesos que conforman el proceso en su completitud, además de señalar las modificaciones aplicadas en la metodología de trabajo.

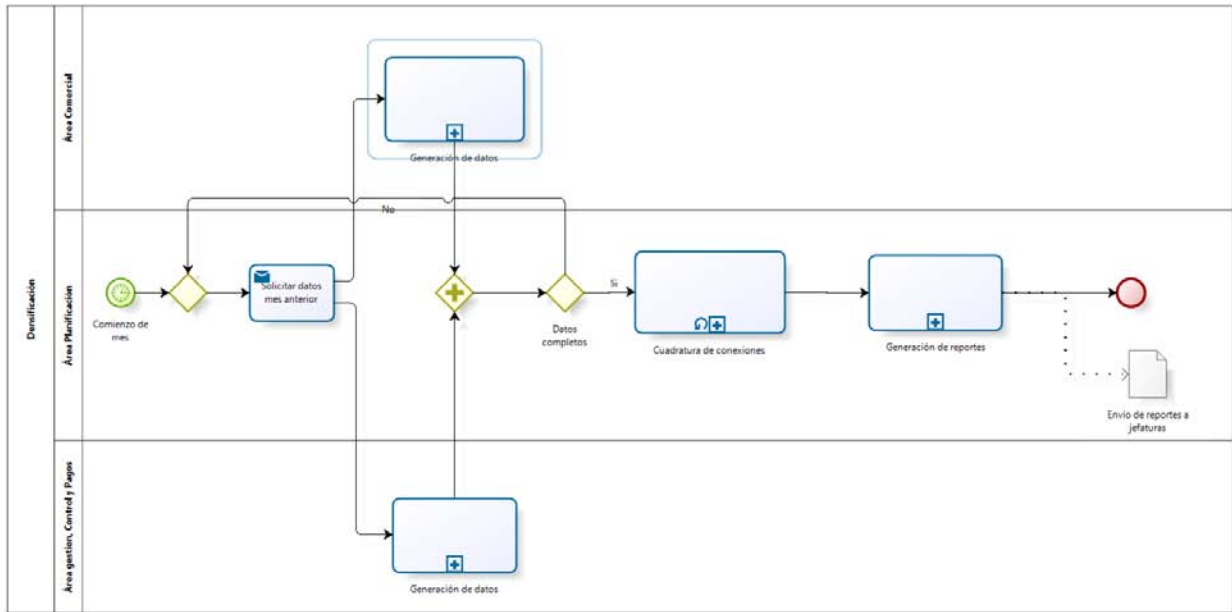


Figura 7: Manejo de datos mensuales para el proceso de densificación <sup>9</sup>

Con esto se procede al análisis de tareas básicas, actividades, resultados y posibles modificaciones a procedimientos existentes, con el fin de generar una metodología de trabajo estandarizada para la obtención de datos confiables sin variaciones en los mecanismos de medición.

Adicionalmente, se diseñan mecanismos de comunicación, buscando mantener adecuadamente informado tanto al personal del área como a áreas externas, manteniendo el objetivo de difundir las actividades en correspondencia con la filosofía de comunicaciones Internas establecida para Metrogas S.A.

Siguiendo con los lineamientos señalados en la metodología BPM [6], y luego de estudiar la estrategia de la compañía, su misión y visión, se realiza la definición de los indicadores de gestión o KPIs, considerando las perspectivas que señala la metodología de *Balance Scorecard* (BSC) [8].

<sup>9</sup> Fuente: Elaboración propia basado en [7]

Las cuatro perspectivas en las cuales se basa la definición de los KPIs, son: Perspectiva Financiera, Perspectiva de Procesos Internos, Perspectiva de Crecimiento y Aprendizaje, y Perspectiva de Clientes.

- Perspectiva Financiera: “Para ser exitosos financieramente. ¿Cómo nos deben ver nuestros accionistas?”
- Perspectiva de Procesos Internos: “Para ser exitosos operativamente. ¿Cómo disminuimos los quiebres en la producción?”
- Perspectiva de Crecimiento y aprendizaje: “Para lograr nuestra visión, ¿Cómo debemos mantener nuestra habilidad para cambiar y mejorar?”
- Perspectiva cliente: para lograr nuestra visión: ¿Cómo debemos ser vistos por nuestros clientes?”

El Control de la implementación que plantea el *Balances Scorecard*, fija un camino a seguir para crear, conservar cultura y aportar a cumplir la misión de las empresas, a través de un control de diagnóstico que permite medir el desempeño en función del estándar, objetivos, indicadores y metas.

A continuación se muestra una figura con las perspectivas que contiene un BSC y la interacción entre ellas:

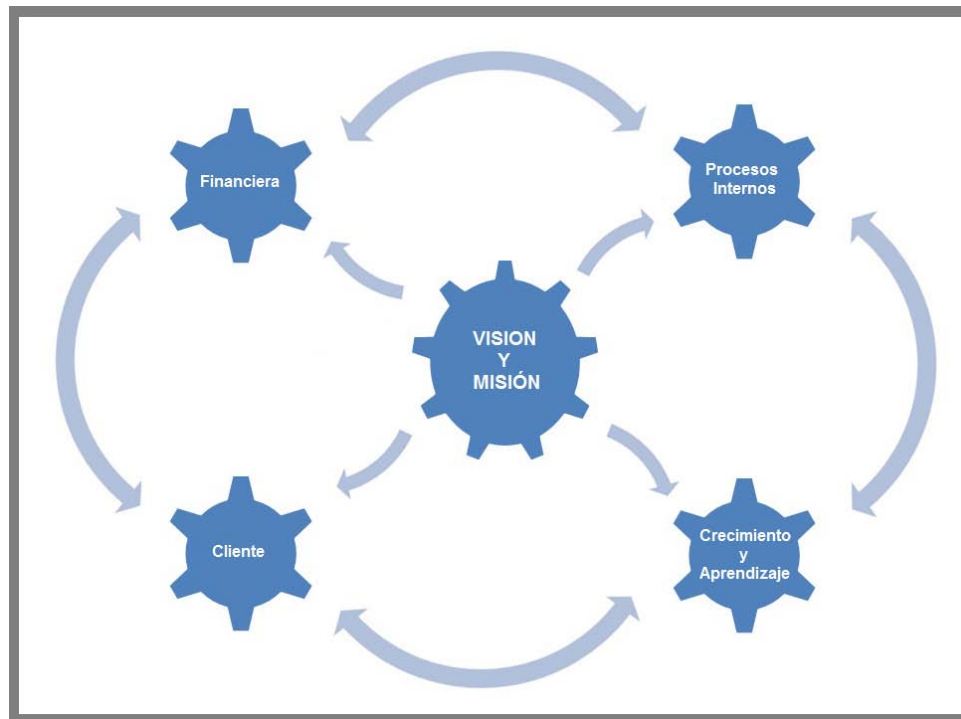


Figura 8: Perspectivas BSC<sup>10</sup>

Para el diseño y la implementación de repositorios de datos con técnicas de Data Mining, se debe definir el método de archivo de todos los datos a almacenar, determinado mecanismos y responsabilidades del ingreso de la información relevante a la base de datos, reduciendo el traspaso, la manipulación de la información y los riesgos de datos erróneos en el sistema.

En la literatura, existen dos enfoques principales de desarrollo para la extracción de patrones y la posterior interpretación para generar conocimiento. El primero de ellos es el enfoque *Data Warehouses*, el cual consiste en una arquitectura integrada, que varía en el tiempo, no volátil, utilizada para la toma de decisiones la cual es orientada al negocio.

<sup>10</sup> Fuente: Elaboración propia basado en [8]



Estas técnicas de implementación de *Minería de Datos*, comparten entre otras características, que ambos son sistemas orientados a consultas, en el que se producen procesos batch de carga de datos con una frecuencia baja y conocida. Es consultado mediante herramientas OLAP (On line Analytical Processing) que ofrecen una visión multidimensional de la información (véase Capítulo 3).

A continuación se presentan las principales diferencias entre la implementación de un Data Warehouses y la implementación de un Data Marts:

Data Warehouse	Data Mart
A nivel corporativo	A nivel departamental
Modelo más complejo (modelo constelación)	Puede ser suficiente un simple modelo estrella.
Se alimenta de muchas fuentes operacionales	Se alimenta de pocas fuentes operaciones.
Desarrollo complejo al largo plazo	Desarrollo simple y al corto plazo
Resultados en el largo plazo	Resultados en el corto plazo

Tabla 3: Diferencia entre Data Warehouses y Data Mart.

Como el trabajo de Tesis se realiza en una subgerencia particular de la empresa Metrogas, es que se ha decidido considerar el planteamiento de R. Kimball (implementación de Data Marts) con un desarrollo a corto plazo, con modelos simples, a la espera que la implementación entregue las herramientas suficientes a los directivos de alto nivel, que permita su implementación global a través de un Data Warehouses.

Finalmente se procederá a la validación del *Sistema de Control y Pronóstico* (SCP), en base al levantamiento de archivos, su almacenaje en la base de datos y la extracción, para su posterior representación en indicadores de gestión, así mismo, se definirán los criterios para realizar monitoreo y acciones correctivas, considerando los cambios tanto temporales como permanentes, sean éstos menores o mayores que afecten a la integridad del sistema.

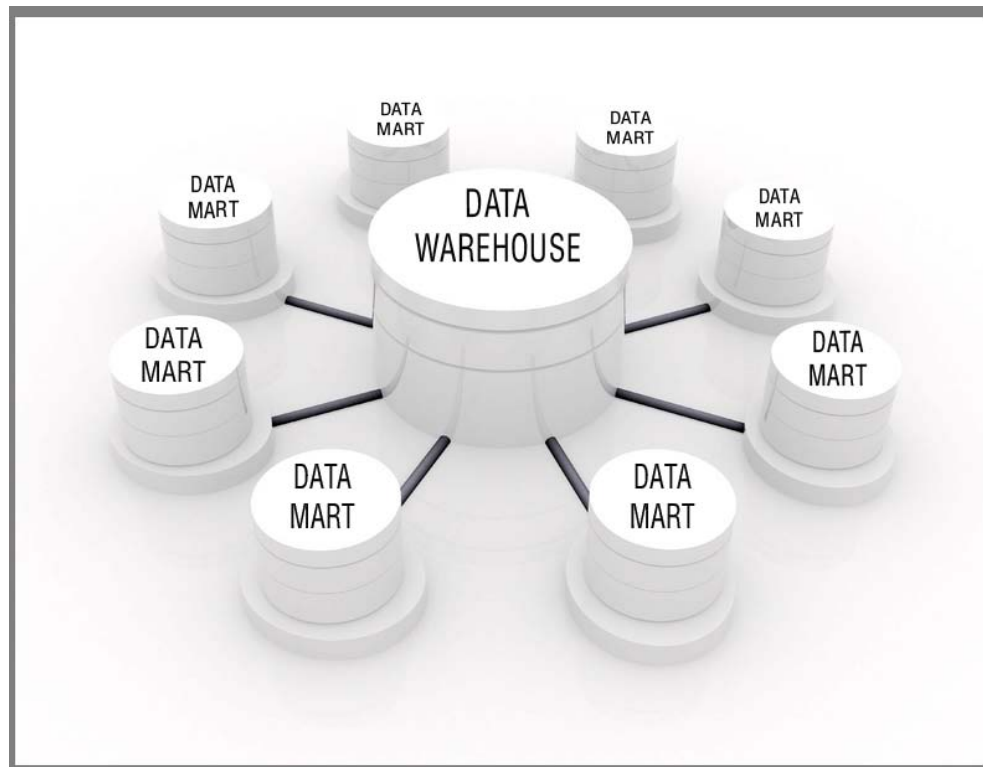


Figura 9: Data Warehouse & Data Marts.

## 2.2 METODOLOGÍA UTILIZADA

Para el desarrollo de este trabajo de tesis se utilizaron herramientas de *Business Intelligence* (BI) apoyado con herramientas de *Data Mining* (DM). Para esto se tomó como directriz principal la metodología CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*) desde donde se consideró para su etapa inicial de *Comprensión y Análisis del Negocio* un enfoque de *Balance Scorecard* (BSC).

Se comenzó con la revisión de la literatura en diferentes enfoques de negocios, *Inteligencia de Negocios*, *Minería de Datos*, *Gestión de Operaciones*, *Sistemas de Control de Gestión*, *Balances Scorecard*, *Business Process Management*, entre otros.

Luego de estas revisiones, se generaron reuniones con las jefaturas, subgerencias y gerencias de Metrogas S.A., que permitieron encausar las necesidades de la compañía y los requerimientos puntuales de la Subgerencia de Instalaciones y

Servicios. Con estas definiciones, se procedió al análisis de la estrategia, la misión y la visión, información base para la definición de los indicadores de gestión o KPIs.

Se implementó un modelo OLAP relacional o ROLAP (Ver Capítulo 5), en base al modelo estrella multidimensional. Para esta etapa de la metodología CRISP-DM enfocada en Data Mining, se analizaron las fuentes de los datos, además de las etapas de ETL, para la limpieza, unificación y carga de los datos.

Por la cantidad y calidad de la data disponible, se utilizaron técnicas de series de tiempo para la definición de patrones de comportamiento predictivo, mientras que los KPI's funcionaron como patrones de comportamiento descriptivos, los cuales son presentados a partir de formularios de interacción, para los usuarios finales del SCP (Sistema de Control y Pronóstico).

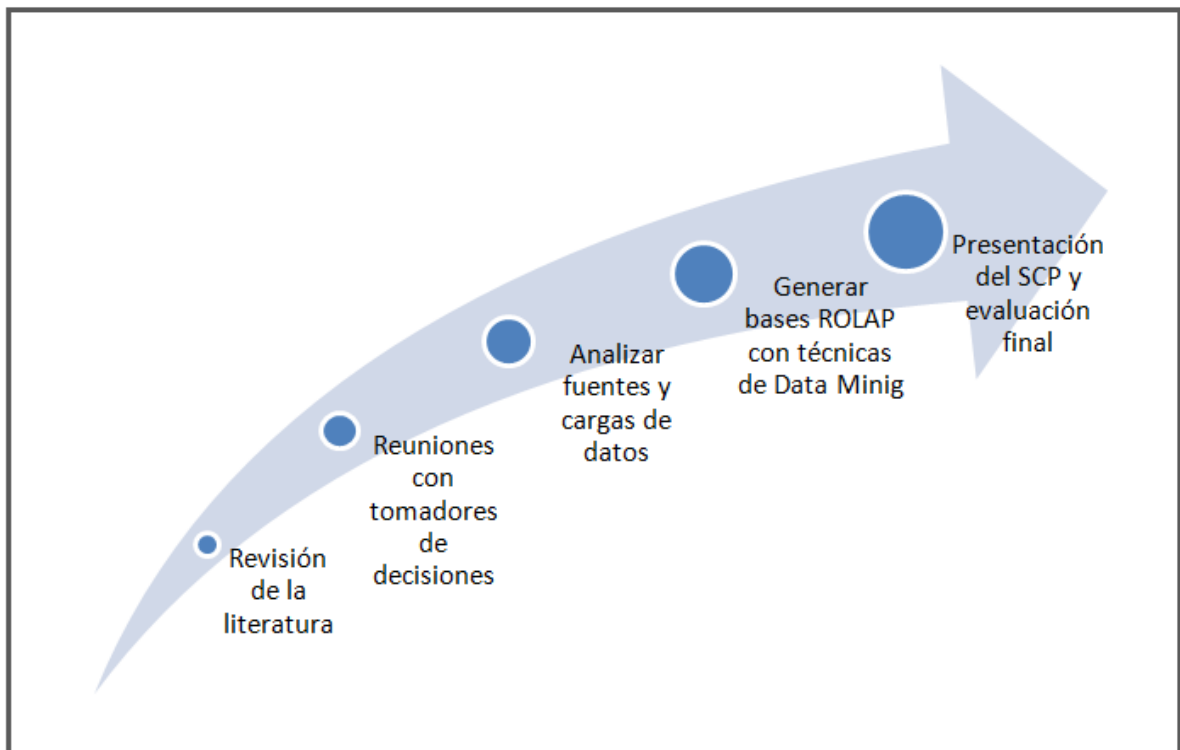


Figura 10: Estructura de desarrollo de Trabajo de Tesis<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Fuente: Elaboración propia.

## 3 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Dentro de los aspectos teóricos a considerar para desarrollar este trabajo de tesis, existen varios temas que permiten fundamentar y conceptualizar el problema que presenta la compañía Metrogas S.A.

A continuación se explican teorías acerca de la generación de SCG (Sistemas de Control de Gestión) y su importancia para tomar decisiones. Se continúa detallando los conceptos de BPM (*Business Process Management*), y como este permite contar con objetivos estratégicos relacionados entre sí, por medio de un mapa de enlaces de causa-efecto, facilitando a los directivos de una empresa, comunicar, asignar responsabilidades y gerenciar por resultados, a través de un conjunto coherente de acciones.

Además, se muestra como se compone un BSC (*Balances Scorecard*), y como este requiere de la comprensión de variables como: información, métodos, personas, misión, visión, entre otros factores que ocasionan desviación de las metas en los sistemas. Para la utilización de BSC se requiere de un proceso de aprendizaje organizacional, el cual permita planear, hacer, verificar y actuar, un verdadero método científico de aprendizaje sistémico.

Se continúa explicando los principales conceptos de BI o Inteligencia de Negocios, Data Mining y sistemas Warehouses, como instrumentos principales que permiten gerenciar cualquier tipo de empresa u organización en forma integral, balanceada y estratégica.

Por último se describen los conceptos CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*) y KDD (*Knowledge Discovery in Databases*), como componentes esenciales para tomar acción, analizar de datos, tendencias, comparar variables y realizar análisis en cascada de causa.

### 3.1 SISTEMA DE CONTROL DE GESTIÓN (SCG) [9]

Las herramientas de control de gestión permiten evaluar como las unidades de negocio crean valor para los clientes actuales y futuros, sin desviar el interés del desempeño financiero. Las organizaciones que lo implementan deben colocar la estrategia en el centro de sus procesos de gestión, a partir de los cinco principios de la gestión de enfoque estratégico.

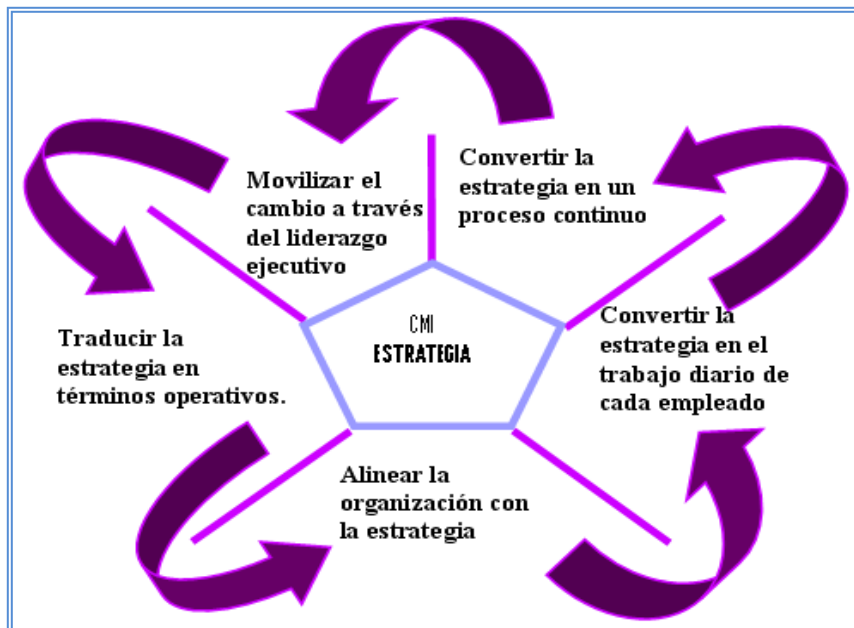


Figura 11: Principios básicos de la gestión<sup>12</sup>

Los cinco principios básicos de la gestión de la estrategia son:

- Traducir la estrategia en términos operativos: La estrategia no puede ejecutarse si no se puede comprender y no se puede comprender si no puede describirse. A partir de la pregunta ¿cuál es mi estrategia?, se construye un mapa estratégico (Figura N°12) con una estructura lógica y completa que la describa en detalle.

<sup>12</sup> Fuente: Elaboración propia basado en [9]

- Alinear la organización con la estrategia: La sinergia es fundamental en el diseño de las organizaciones, tradicionalmente diseñadas en torno a funciones con un cuerpo de conocimiento, idioma y cultura propios. Usualmente los hilos funcionales se convierten en una barrera impidiendo el trabajo conjunto y la comunicación directa para la implementación de la estrategia.
- Convertir la estrategia en el trabajo diario de cada empleado: En este sentido los sistemas de gestión se centran en la comunicación y la formación, el desarrollo de objetivos personales y de equipo, en sistemas de incentivos y recompensas que relacionen el desempeño de la organización y de los individuos.
- Convertir la estrategia en un proceso continuo: Para manejar la estrategia de un sistema de gestión automatizado exitoso se usa el “proceso de circuito doble o doble bucle”. Este integra la gestión táctica (presupuestos financieros y revisiones mensuales) y la gestión de estrategia en un proceso uniforme y continuo. Vincula la estrategia con el presupuesto.
- Movilizar el cambio a través del cambio ejecutivo: La condición más importante para el éxito es la capacidad del equipo ejecutivo de convertirse en dueño de la estrategia y participar activamente en ella. Si los que ocupan los escalones más altos de la organización no son líderes energéticos del proceso, no habrá cambio, no se implementará la estrategia y se perderá la oportunidad de un desempeño revolucionario.

### 3.2 BUSINESS PROCESS MANAGEMENT (BPM)

Se llama Gestión de Procesos de Negocio (BPM en inglés, Business Process Management) a “la metodología empresarial cuyo objetivo es mejorar la eficiencia a través de la gestión sistemática de los procesos de negocio, que se deben modelar, automatizar, integrar, monitorizar y optimizar de forma continua. Como su nombre sugiere, BPM se enfoca en la administración de los procesos del negocio” [6]. La metodología BPM se compone de tres dimensiones esenciales.

### 3.2.1 Las tres dimensiones de BPM [7]

- El negocio: la dimensión de valor

La dimensión de negocio es la dimensión de la creación de valor tanto para los clientes como para los “stakeholders” (personas interesadas en la buena marcha de la empresa como empleados, accionistas, proveedores, etc.). BPM incorpora la capacidad para alinear actividades operacionales con objetivos y estrategias. Concentra los recursos y esfuerzos de la empresa en la creación de valor para el cliente.

- El proceso: la dimensión de transformación

La dimensión de proceso crea valor a través de actividades estructuradas llamadas procesos. Los procesos operacionales transforman los recursos y materiales en productos o servicios para clientes y consumidores finales.

*Efectividad de los procesos:* Los procesos efectivos son más coherentes. BPM fomenta de forma directa un aumento en la efectividad de los procesos mediante la automatización adaptativa y la coordinación de personas, información y sistemas.

*Transparencia de los procesos:* BPM permite visualizar de forma directa todos los elementos del diseño de los procesos como el modelo, flujo de trabajo, reglas, sistemas y participantes así como su rendimiento en tiempo real, incluyendo eventos y tendencias. BPM permite a las personas de negocios gestionar de forma directa la estructura y flujo de los procesos, y realizar el seguimiento de los resultados así como de las causas.

*Agilidad en los procesos:* BPM permite definir procesos de forma rápida y precisa a través de los modelos de proceso. Les posibilita realizar análisis de futuro en escenarios empresariales. Directamente convierte diseños de procesos en ejecución, integrando sistemas y construyendo aplicaciones sin necesidad de código y sin fisuras.

- La gestión: la dimensión de capacitación

La gestión pone a las personas y a los sistemas en movimiento y empuja a los procesos a la acción en pos de los fines y objetivos del negocio.

Para la gestión, los procesos son las herramientas con las que se forja el éxito empresarial. Antes de BPM, construir y aplicar estas herramientas generaba poca automatización de clase empresarial, muchas herramientas de escritorio aisladas, métodos y técnicas manuales.

### 3.2.2 Descripción y definición de nuevos procesos [8]

Para tener una visión global del negocio y consensuar la estrategia, se están utilizando en etapas iniciales de BPM tecnologías como Cuadro de Mando Integral o Balanced Scorecard. Para esto es necesario considerar los cuatro aspectos de la dirección de la estrategia.

- Traducir la visión: Ayuda a los directivos a conformar consenso alrededor de la visión y estrategias de la organización. Para que las personas que trabajan en la organización actúen en función de los planteamientos de la visión y las estrategias, los mismos tienen que ser expresados como un conjunto integrado de objetivos con criterios de medida, acordados con la dirección de la organización, de manera participativa, que describan las formas de conducirse con éxito a largo plazo.
- Comunicar y vincular: Hace que los directivos comuniquen sus estrategias hacia arriba y hacia abajo, y los vinculen con los objetivos departamentales e individuales. El tablero de comando da a los directivos la posibilidad de asegurar que todos los niveles de la organización comprendan la estrategia a largo plazo y que se alineen a ella tanto los objetivos departamentales como los individuales.
- Planificación del negocio: Permite integrar los planes de negocio y financieros. La mayoría de las organizaciones hoy en día, están tratando de implementar cambios, sea por la vía del perfeccionamiento empresarial en sus diferentes etapas.
- Retroalimentación y aprendizaje: Le da a la organización la capacidad de lo que se llama aprendizaje estratégico. Los procesos actuales de retroalimentación y revisión se centran en si las entidades, sus departamentos o sus trabajadores individualmente han cumplido sus metas financieras presupuestadas.

Con el tablero de comando (Ver Figura 12) como centro de sus sistemas gerenciales la empresa puede monitorear los resultados a corto plazo considerando, por ejemplo, las cuatro perspectivas que conforman un BSC (*Balance Scorecard*):



clientes, procesos internos del negocio, aprendizaje y crecimiento, y evaluar la estrategia a la luz del desempeño reciente (Perspectiva financiera). El tablero permite a las empresas modificar sus estrategias para que reflejen el aprendizaje en tiempo real.

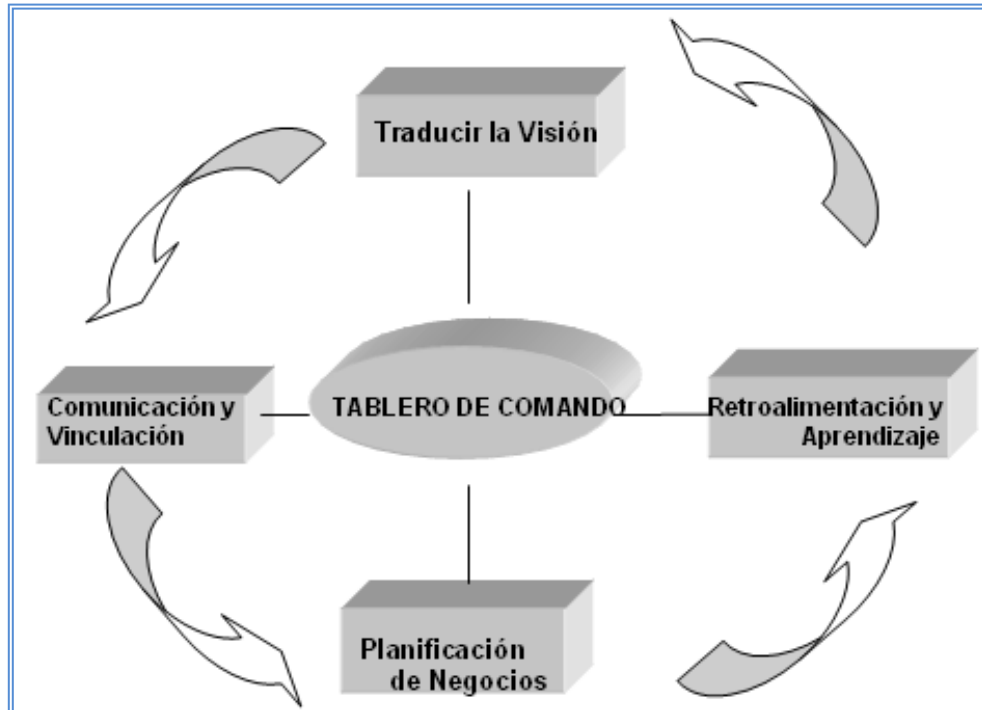


Figura 12: Dirección de la estrategia [8].

### 3.3 BALANCED SCORECARD (BSC) [10]

Un alto nivel de competitividad consiste en comprender en forma cuantitativa como hacen los competidores para satisfacer las necesidades del mercado estudiando para ello, no sólo sus resultados, sino primeramente su fuente de ventaja competitiva o lo que se llama “competencias centrales” de los competidores.

La utilización de un BSC demanda un verdadero proceso de envisionamiento, una proyección del futuro que se desea crear, lo que se denomina un “enfoque por parabrisas” o una administración por visión.

### 3.3.1 La estrategia en un BSC [10]

Por su enfoque a la diferenciación el BSC orienta sus objetivos a las necesidades de los clientes, empleados y accionistas, para entender lo que los clientes necesitan y comprender cómo los competidores hacen para satisfacerlos. Si se comprenden estas dos posiciones (demanda y oferta), entonces se estará en una muy buena posibilidad de satisfacer esas necesidades de mejor forma y diferente a la de sus competidores.

BSC demanda priorización y enfoque en aquellos objetivos realmente críticos para alcanzar la visión e implementar la estrategia de diferenciación buscada, estos objetivos centrales se plasman en una representación grafica, llamada “Ejes de la motivación para la estrategia” la cual permite visualizar como la organización alcanzará los resultados y creará valor (ver Figura 13).

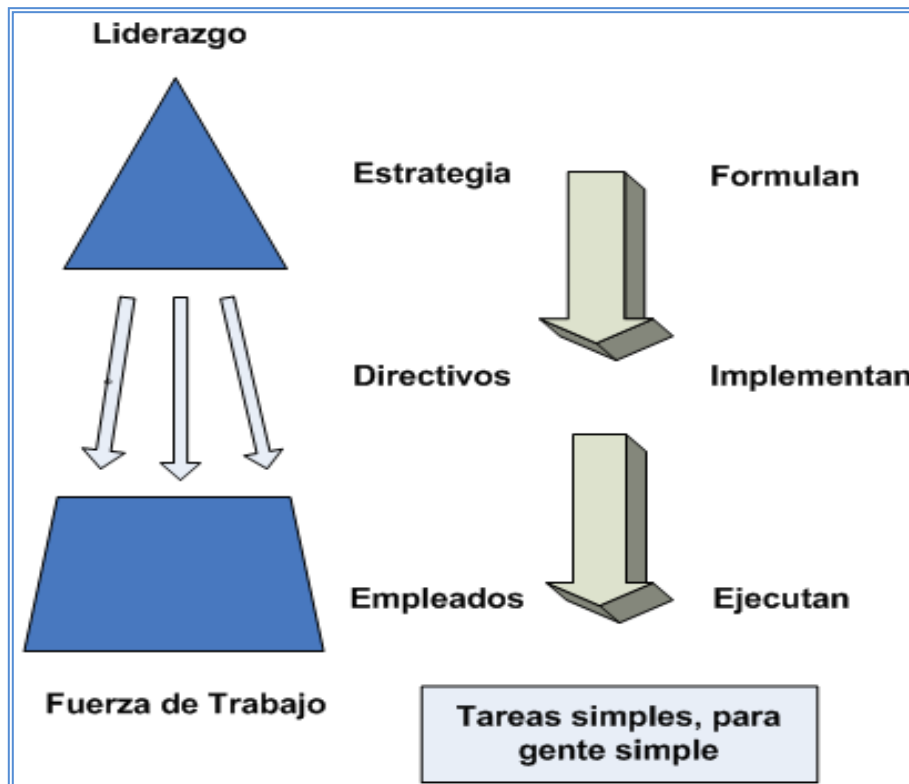


Figura 13: Ejes de la motivación para la estrategia [10].

### 3.3.2 Perspectivas de un BSC [11]

Los mapas estratégicos de las organizaciones, puede que reflejen una alta complejidad, pero aun así, seguirán teniendo la propiedad deseable de hacer que la estrategia sea mucho más fácil de entender y gestionar. El mapa estratégico genérico de la Figura 14 ilustra cómo se puede dividir una estrategia corporativa en cuatro perspectivas, cada una de ellas con sus propias relaciones causa-efecto.

A pesar de que son cuatro las perspectivas que tradicionalmente identifican un BSC, no es indispensable que estén todas ellas; estas perspectivas son las más comunes y pueden adaptarse a la gran mayoría de las empresas que no constituyen una condición indispensable para construir un modelo de negocios.

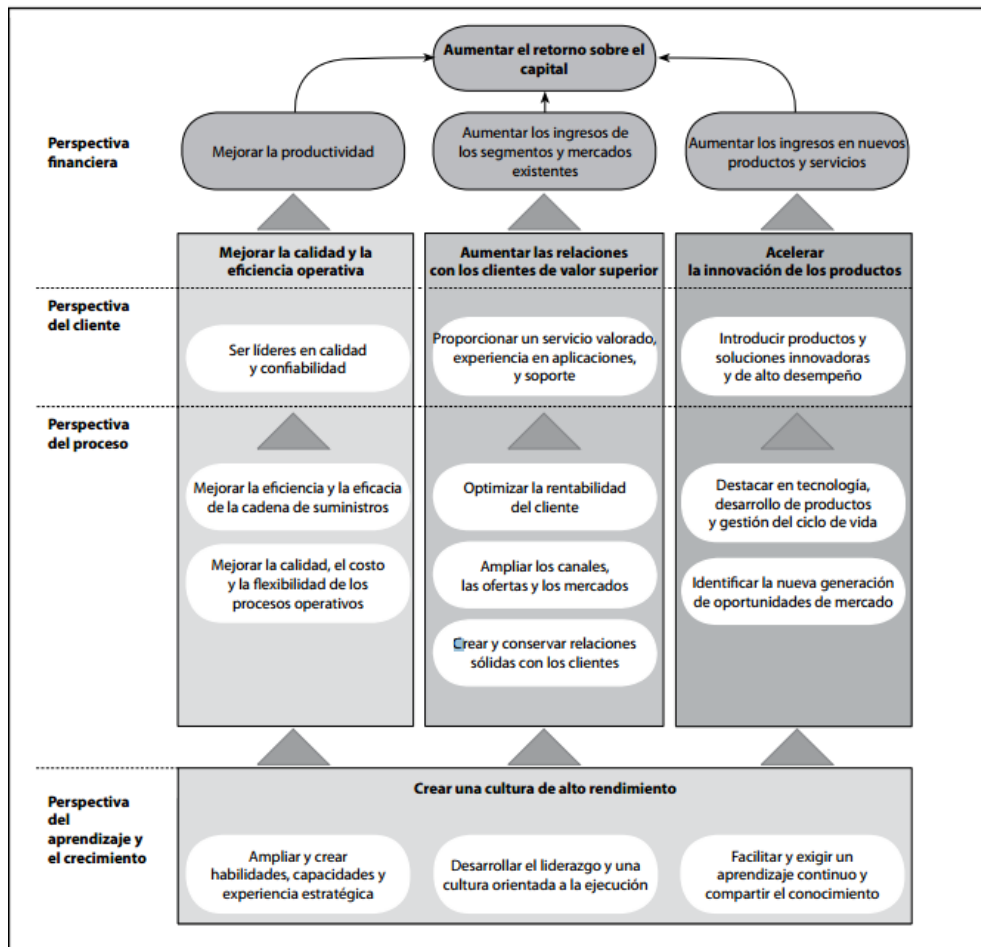


Figura 14: 4 perspectivas de BSC [14].

Una pequeña descripción de las cuatro perspectivas básicas es la siguiente:

- **Perspectiva financiera:** Los indicadores financieros son el reflejo de lo que está ocurriendo con las inversiones y el valor añadido económico, de hecho, todas las medidas que forman parte de la relación causa-efecto, culminan en la mejor actuación financiera.
- **Perspectiva del cliente:** Como parte de un modelo de negocios, se identifica el mercado y el cliente hacia el cual se dirige el servicio o producto. La perspectiva del cliente es un reflejo del mercado en el cual se está compitiendo.

"La perspectiva del cliente permite a los directivos de unidades de negocio articular la estrategia de cliente basada en el mercado, que proporcionará unos rendimientos financieros futuros de categoría superior" [12].

- **Perspectiva procesos internos:** Para alcanzar los objetivos de clientes y financieros es necesario realizar con excelencia ciertos procesos que dan vida a la empresa. Esos procesos en los que se debe ser excelente son los que identifican los directivos y ponen especial atención para que se lleven a cabo de una forma perfecta, y así influyan a conseguir los objetivos de accionistas y clientes.
- **Perspectiva de formación y crecimiento:** Es la perspectiva donde más tiene que ponerse atención, sobre todo si se piensa en obtener resultados constantes a largo plazo. Aquí se identifica la infraestructura necesaria para crear valor. Hay que lograr formación y crecimiento en tres áreas: personas, sistemas y clima organizacional.

Estas cuatro perspectivas dan una visión global de la estrategia del negocio y permiten enfocar los esfuerzos en métricas que atacan directamente los aspectos primordiales de la organización. La aplicabilidad de estas métricas puede ser complementada con técnicas de *Business Intelligence* (BI) y herramientas de *Data Mining* (DM).

### 3.4 BUSINESS INTELLIGENCE (BI) [13]

Howard Dresner de Gartner Research, que es ampliamente reconocido como el padre de BI, fue el primero en acuñar el término como "una categoría amplia de software y soluciones para la recolección, consolidación, análisis y acceso a los datos de una manera que permite a los usuarios de la empresa, tomar mejores decisiones de negocio " [15].

Sin embargo, el término inteligencia de negocio se utilizó ya en 1958 por Luhn en un artículo de IBM, titulado "A Business Intelligence System". La siguiente es la definición original [16]: "Los negocios son un conjunto de actividades llevadas para el propósito que sea, ya sea la ciencia, la tecnología, el comercio, la industria, el derecho, gobierno, defensa, etc.". Las tres perspectivas de BI utilizadas son: el aspecto de la gestión, el aspecto tecnológico y el aspecto del producto.

Desde el punto de vista tecnológico, se considera como BI una amplia categoría de herramientas, software, soluciones y tecnologías que permiten a los tomadores de decisiones encontrar, acumular, organizar y acceder a una gama más amplia de información con fuentes dispares de datos [17, 18, 19, 20]. En este contexto, el énfasis de BI no está en el proceso en sí, sino en las tecnologías que apoyan la recolección, almacenamiento, consolidación, análisis y minería de los datos corporativos.

El enfoque de gestión presenta a BI como un proceso en que los datos de fuentes internas y externas están integrados con el fin de generar información útil para mejorar el soporte de decisiones, y para obtener los beneficios del despliegue de procesamientos de transacciones, integrando sistemas y aplicaciones empresariales [18, 21, 22, 23, 24].

Por lo tanto, el enfoque principal está en la coordinación y la gestión del proceso por el cual diferentes fuentes de información operativa y de diversos sistemas transaccionales (tanto dentro como fuera de la empresa) pueden ser integrados y analizados coherentemente para apoyar el proceso de toma de decisiones [25].

Desde la perspectiva del enfoque del producto, BI considera que un producto (es decir, un resultado) es aquel que emerge del procesamiento avanzado de datos de alta calidad, la información, el conocimiento y las prácticas de análisis que apoyan la toma de decisiones y la evaluación del rendimiento [26].

### 3.4.1 Componentes de un Sistemas de BI

Según Reinschmidt y Francoise, un sistema de BI es "un conjunto integrado de herramientas, tecnologías y productos programados que se utilizan para recoger, integrar, analizar y hacer a partir de los datos disponibles "[27]. Negash afirma que un sistema de BI "combina la recolección de datos, el almacenamiento de datos, y la obtención de conocimiento con herramientas analíticas para presentar información compleja sobre la competencia para los planificadores y responsables en la toma de decisiones"[28].

El objetivo es capacitar a los gerentes del negocio y analistas de todos los niveles para acceder fácilmente a los datos de la organización desde una conducta apropiada de manipulación y análisis [29]. Implícita en esta definición es la idea de que un sistema de BI puede mejorar la oportunidad y calidad de la entrada al proceso de toma de decisiones [28].

En otras palabras, un sistema de BI puede ser visto como una arquitectura para una colección integrada de operaciones, y las aplicaciones de apoyo a las decisiones y bases de datos [17], que proporciona a varios accionistas de la empresa, el fácil acceso a la información requerida. Por otra parte, se facilita el análisis y el intercambio de información y ayuda a la toma de decisiones informadas [30].

En términos de sus componentes clave, Fisher *et al.* Afirma que un sistema de BI se compone de un conjunto de tres tecnologías de gestión de datos complementarios: almacenamiento de datos, procesamiento analítico en línea (OLAP), y el descubrimiento de conocimiento, sobre todo con la ayuda de técnicas de minería de datos [31].

Más específicamente, Olszak y Ziemba postulan que un sistema basado en BI se compone de los siguientes componentes esenciales [32]:

- Herramientas ETL (Extraction-Transformation-Load)<sup>13</sup> que son responsables de la transferencia de datos desde sistemas operativos.
- Data Warehouses para proporcionar un entorno de almacenamiento de datos agregados y analizados.

<sup>13</sup> (Extracción-Transformación-Carga)

- herramientas OLAP (Online Analytical Processing)<sup>14</sup>, que permiten a los usuarios el acceso, análisis y modelamiento de problemas empresariales, con el propósito de compartir la información que se almacena en los Data Warehouses.
- herramientas de Data Mining<sup>15</sup> para la determinación de los patrones, generalizaciones, regularidades y reglas en los datos almacenados.
- Herramientas de consulta ad hoc para la creación de informes y la utilización de diferentes informes sintéticos.
- Capas de presentación que incluyen personalizadas interfaces para ofrecer a los usuarios información de una manera cómoda de forma accesible.

### 3.5 DATA MINING (DM)

Data Mining o Minería de Datos, es un campo de las ciencias de la computación referido al análisis automático o semi-automático de grandes cantidades de datos para extraer patrones interesantes y desconocidos para el usuario, como los grupos de registros de datos, detección de anomalías y dependencias [33].

Estos patrones pueden entonces ser vistos como una especie de resumen de los datos de entrada, y puede ser utilizado en el análisis adicional o, por ejemplo, en el análisis predictivo. El paso de minería de datos podría identificar varios grupos en los datos, que luego pueden ser utilizados para obtener resultados más precisos de predicción por un sistema de soporte de decisiones.

---

<sup>14</sup> (Procesamiento analítico en línea)

<sup>15</sup> (Minería de datos)

### 3.5.1 OLTP y OLAP

Una base de datos operacional apoya el concurrente procesamiento de transacciones múltiples y no suelen mantener historia de los datos. Por lo tanto, los datos en bases de datos operacionales, aunque abundantes, siempre están lejos de ser completos para la toma de decisiones.

Los sistemas OLTP (OnLine Transaction Processing) son sistemas orientados al cliente y se utiliza para transacciones y procesamiento de consultas por los empleados, clientes y profesionales de tecnologías de la información. Un Sistema OLAP (OnLine Analytical Processing) es orientado hacia el mercado y se utiliza para el análisis de los datos por los trabajadores del conocimiento, incluyendo gerentes, ejecutivos y analistas [33].

Los sistemas OLTP gestionan los datos actuales en un formato detallado, mientras que un sistema OLAP gestiona grandes cantidades de datos históricos, realizando resúmenes y agregación. Por otra parte, la información es almacenada y gestionada en diferentes niveles de granularidad y se facilitan los datos para su uso en la toma de decisiones.

Además un sistema OLTP generalmente adopta una modelo de datos entidad-relación y es orientado a la aplicación de diseños de bases de datos. Por otra parte un sistema OLAP adopta ya sea un modelo estrella o modelo de copo de nieve, y un diseño de base de datos orientado a objetos.

### 3.5.2 Cubo Multidimensional

La tecnología Data Warehouse debido a su orientación analítica, impone un modelamiento de Bases de Datos propio, conocido como Modelamiento Multidimensional, el cual busca ofrecer al usuario su visión respecto de la operación del negocio.

Consideremos un punto en el espacio. El espacio se define a través de sus ejes coordenados (por ejemplo X, Y, Z). Un punto cualquiera de este espacio quedará determinado por la intersección de tres valores particulares de sus ejes.



Si se le asignan valores particulares a estos ejes. Digamos que el eje X representa Productos, el eje Y representa a los Contratistas, y el eje Z corresponde al Tiempo. Se podría tener por ejemplo, la siguiente combinación: producto = Conexiones, Contratista = Centrogas, tiempo = diciembre-2012. La intersección de estos valores nos definirá un solo punto en el espacio. Si el punto que buscamos, lo definimos como la cantidad de conexiones, entonces se tendrá un valor específico y único para tal combinación.

En el modelo multidimensional cada eje corresponde a una dimensión particular. Entonces la dimensionalidad de la base estará dada por la cantidad de ejes (o dimensiones) que le asociemos. Cuando una base puede ser visualizada como un cubo de tres o más dimensiones, es más fácil para el usuario organizar la información e imaginarse en ella cortando y rebanando el cubo a través de cada una de sus dimensiones, para buscar la información deseada [34].

Esto puede visualizarse como un cubo (Figura 15), donde cada punto dentro del cubo es una intersección de coordenadas definidas por los lados de éste (dimensiones). Ejemplos de medidas son: unidades producidas, unidades vendidas, costo de unidades producidas, ganancias, tiempo, contratistas, etc.

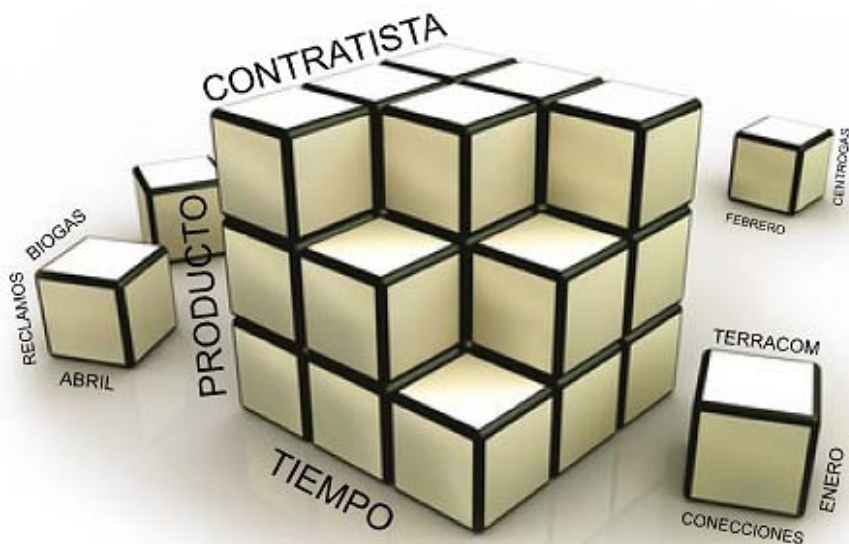


Figura 15: Cubo Multidimensional<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Fuente: Elaboración propia en base a [34]

### 3.5.3 Modelo Multidimensional o Esquema estrella [30]

En general, el modelo multidimensional también se conoce con el nombre de esquema estrella, pues su estructura base es similar: una tabla central y un conjunto de tablas que la atienden radialmente (Figura 16).

El centro de la estrella consiste en una o más tablas “fact” (tabla central), y las puntas de la estrella son las tablas “lock\_up” (tablas complementarias). Este modelo entonces, resulta ser asimétrico, pues hay una tabla dominante en el centro con varias conexiones a las otras tablas. Las tablas Lock-up tienen sólo la conexión a la tabla fact y ninguna más.

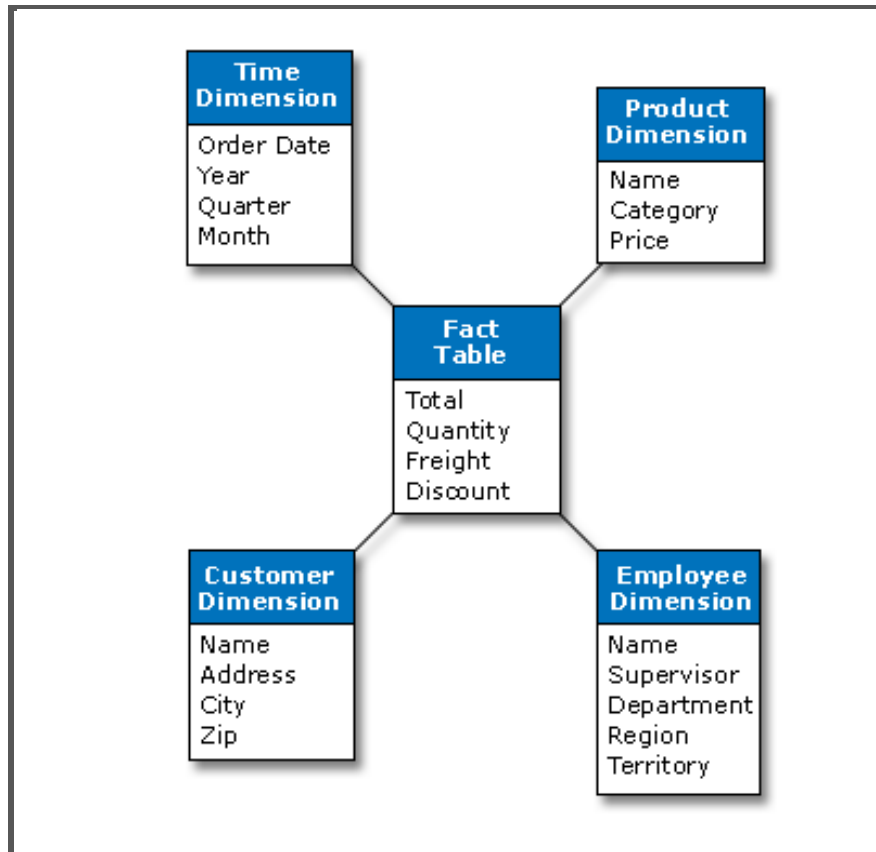


Figura 16: Ejemplo de Esquema Estrella<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Fuente: Elaboración propia basado en [35]

- Pasos básicos del Modelamiento Multidimensional

Primero es necesario decidir cuáles serán los procesos de negocios a modelar, basándose en el conocimiento de éstos y de los datos disponibles. Ejemplo: Gastos realizados por cada mercado para cada ítem a nivel mensual.

Luego se debe considerar la granularidad de la tabla Fact. En este punto se debe tener especial cuidado con la magnitud de la base de datos, con la información que se tiene y con las preguntas que se quiere responder. El grano decidirá las dimensiones del Data Warehouse (DW).

Se continúa decidiendo las dimensiones a través del grano. Las dimensiones presentes en la mayoría de los DW son: tiempo, mercado, producto, cliente. Es posible usualmente agregar dimensiones adicionales al grano básico de la tabla fact, donde estas dimensiones adicionales toman un solo valor para cada combinación de las dimensiones primarias.

En cuarto lugar tenemos la elección de las mediciones del negocio para la tabla fact. Se deben establecer los ítems que quedarán determinados por la clave compuesta de la tabla fact.

### 3.5.4 Data Warehouses (DW) [36]

Un Data Warehouse es el centro de la arquitectura para los sistemas de información desde la década de los '90. Entrega el procesamiento informático al proveer una plataforma, a partir de los datos históricos para hacer el análisis. Facilita la integración de sistemas de aplicación no integrados. Organiza y almacena los datos que se necesitan para el procesamiento analítico e informático sobre una amplia perspectiva de tiempo.

Se puede caracterizar un Data Warehouse haciendo un contraste de cómo los datos de un negocio almacenados en un data warehouse, difieren de los datos operacionales usados por las aplicaciones de producción. El data warehouse es siempre un almacén de datos transformados y separados físicamente de la aplicación donde se encontraron los datos en el ambiente operacional.

### 3.5.5 Data Mart [36]

Un Data Mart es una aplicación de Data Warehouse, tienen las mismas características de integración, orientación temática y no volatilidad que el Data Warehouse. Representan una estrategia de "divide y vencerás" para ámbitos muy genéricos de un Data Warehouse [32].

Esta estrategia es particularmente apropiada cuando el Data Warehouse central crece muy rápidamente y los distintos departamentos requieren sólo una pequeña porción de los datos contenidos en él. La creación de estos Data Marts requiere algo más que una simple réplica de los datos, se necesitarán tanto la segmentación como algunos métodos adicionales de consolidación (Enfoque Bottom up).

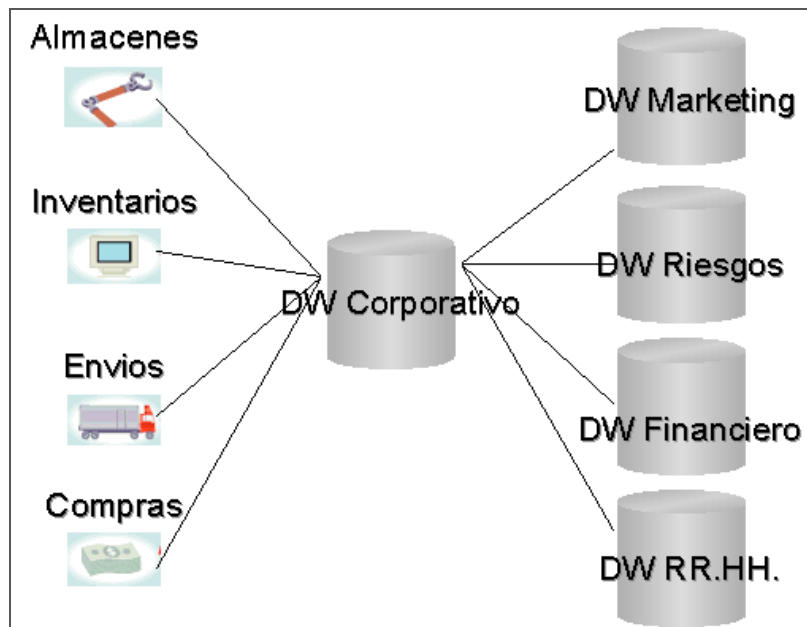


Figura 17: Data Warehouse & Data Mart [31].

Otro enfoque de desarrollo es el planteado por W.H. Inmon, es la coordinación de la gestión de información de todos los Data Marts en un Data Warehouse centralizado (enfoque Top Down). En esta situación los Data Marts obtienen la información necesaria, ya previamente cargada y depurada en el Data Warehouse corporativo, simplificando el crecimiento de una base de conocimientos a nivel de toda la empresa.

### 3.5.6 Modelos de Pronóstico de Minería de datos [38]

Este tipo de técnica ha probado tener capacidades para los problemas de predicción (Maddala, 1996). Una de las aplicaciones de estos modelos es el pronóstico de series de tiempo, donde no se busca explicar la variable de interés, sino que sólo pronosticarla de acuerdo al comportamiento pasado de la misma variable. Los modelos de series de tiempo llegan siempre a ser más precisos en sus proyecciones que los modelos econométricos más complejos, algunos de los cuales tienen múltiples ecuaciones y decenas de variables (Vial, 1988).

- **Series de Tiempo:** Una serie de tiempo es un conjunto de observaciones respecto a una variable, medidas en puntos sucesivos en el tiempo o a lo largo de periodos sucesivos de tiempo. Este tipo de modelos predice valores que son desconocidos a futuro basados en la historia acumulada de una (o más) variables.

En una serie de tiempo, el orden de las observaciones es importante, ya que son valores que ocurren en un orden (tiempo) determinado. Así, los modelos más tradicionales para analizar series de tiempo son los Promedios Móviles, modelos ARIMA y Suavización Exponencial.

- **Método de Promedios Móviles:** La utilización de esta técnica supone que la serie de tiempo es estable, esto es, que los datos que la componen se generan sin variaciones importantes entre un dato y otro (error aleatorio=0), esto es, que el comportamiento de los datos aunque muestren un crecimiento o un decrecimiento lo hagan con una tendencia constante. Cuando se usa el método de promedios móviles se está suponiendo que todas las observaciones de la serie de tiempo son igualmente importantes para la estimación del parámetro a pronosticar. De esta manera, se utiliza como pronóstico para el siguiente periodo el promedio de los “n” valores de los datos más recientes de la serie de tiempo. Utilizando una expresión matemática tenemos: Ecuación 2.

$$MPM = \sum_{t=1}^n C D_t \quad \text{Donde: } C = 1/n$$

Ecuación 2: Promedio Móvil.

En la Ecuación 2, el término “n” indica que conforme se tienen una nueva observación de la serie de tiempo, se reemplaza la observación más antigua de la ecuación y se calcula un nuevo promedio. El resultado es que el promedio se moverá, un periodo en el futuro, esto es, conforme se tengan nuevos datos y se vayan sustituyendo en la fórmula, el valor del promedio irá modificándose [39].

- Método de Promedio Móvil Ponderado: Es un modelo de media móvil que incorpora algún peso de la demanda anterior distinto a un peso igual para todos los periodos anteriores bajo consideración.

$$MPMP = \sum_{t=1}^n C_t D_t$$

Donde:  $0 \leq C_t \leq 1$

$$\sum_{t=1}^n C_t = 1$$

Ecuación 3: Promedio Móvil Ponderado.

- Método de Suavización Exponencial: A diferencia de los promedios móviles, este método pronostica otorgando una ponderación a los datos dependiendo del peso que tengan dentro del cálculo del pronóstico. Esta ponderación se lleva a cabo a través de otorgarle un valor a la constante de suavización “α”, que puede ser mayor que cero y menor que uno. El método de suavización exponencial supone que el proceso es constante. El modelo básico de suavización exponencial presentado en la Ecuación 4 muestra que podemos calcular el pronóstico para el periodo “t” simplemente conociendo los valores reales y pronosticados de la serie de tiempo para el periodo “t-1”.

$$MSE = \alpha (Demanda\ mas\ reciente) + (1 - \alpha)(Pronostico\ mas\ reciente)$$

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1 - \alpha)F_{t-1}$$

Donde:  $0 \leq \alpha \leq 1$

$D_t$ : Demanda del periodo t.

$F_t$ : Pronostico del periodo t.

Ecuación 4: Suavización Exponencial.

La suavización exponencial en determinado periodo es igual al valor real de la serie de tiempo en el periodo anterior, por la constante de suavización " $\alpha$ ", más  $(1 - \alpha)$  por el pronóstico del periodo anterior. A pesar de que la suavización exponencial nos da un pronóstico que es un promedio ponderado de todas las operaciones pasadas, no es necesario guardar todos los datos del pasado a fin de calcular el pronóstico para el periodo siguiente. De hecho, una vez seleccionada la constante de suavización, sólo se requiere de dos elementos de información para calcular el pronóstico, los pesos o ponderaciones para los demás valores se determinan automáticamente, haciéndose más pequeños conforme las observaciones se alejan del presente.

La elección de la constante de suavización es crucial en la estimación de pronósticos futuros. Si la serie de tiempo contiene una variabilidad aleatoria sustancial, se preferirá un valor pequeño como constante de suavización. La razón de esta aseveración es que gran parte del error del pronóstico es provocado por la variabilidad aleatoria, por lo que un valor pequeño de " $\alpha$ " permite un pronóstico mejor.

Por el contrario, para una serie de tiempo con una variabilidad aleatoria relativamente pequeña, valores más elevados de la constante de suavización tienen la ventaja de ajustar con rapidez los pronósticos cuando ocurren errores de pronóstico y permitiendo, por lo tanto, que el pronóstico reaccione con mayor rapidez a las condiciones cambiantes. En la práctica, el valor de " $\alpha$ " está entre .01 y .90 (Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smith, 1996) [39].

- Método ARIMA: Estos son modelos de series temporales autorregresivos integrados de media móvil, también conocidos como ARIMA (*autoregressive integrated moving average*). Son modelos estadísticos que utilizan variaciones y regresiones de datos estadísticos con el fin de encontrar patrones para una predicción hacia el futuro. Se trata de un modelo dinámico de series temporales, es decir, las estimaciones futuras vienen explicadas por los datos del pasado y no por variables independientes [40].

- Errores de Pronóstico: Para determinar la precisión de los resultados obtenidos por cada modelo las siguientes medidas de efectividad son indicadores que permiten comparar entre los modelos y a su vez determinar el desempeño de cada uno de ellos.

La desviación absoluta de un set de " $n$ " observaciones es una medida de tendencia central que se utiliza normalmente para calcular el error de modelos de pronóstico. Si tomamos la media para el cálculo, estaríamos hablando del "mean absolute deviation" o MAD, que es una medida comúnmente utilizada para medir la calidad de un pronóstico en series de tiempo.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |X_i - m(x)|$$

Ecuación 5: Mean Absolute Desviation.

Otra medida relacionada, es el “mean absolute error” o MAE, que es la diferencia absoluta entre el valor real y el valor pronosticado. Este indicador se enfoca mucho más en la salida de los modelos de pronóstico.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i|$$

Ecuación 6: Mean Absolute Error.

### 3.6 KNOWLEDGE DISCOVERY IN DATABASES (KDD) [41]

La minería de datos y descubrimiento de conocimiento en bases de datos (KDD) están relacionados con términos de aprendizaje, estadísticas y bases de datos. En un nivel abstracto, el campo KDD se refiere con el desarrollo de métodos y técnicas para dar sentido a los datos.

El problema básico abordado por el proceso de KDD es la transformación de datos de bajo nivel (que son normalmente muy voluminosos para entender fácilmente) en otras formas que podrían ser más compactas (por ejemplo, un informe corto), más abstracto (una descriptiva aproximación o el modelo del proceso que generó los datos), o más útil (por ejemplo, un modelo predictivo para estimar el valor futuro).

En el núcleo de este proceso está la aplicación de métodos de minería de datos específicos para el descubrimiento de patrones y extracción. Este proceso tiene la aplicación de algoritmos de minería de datos como un paso en particular en el proceso.



### 3.6.1 El proceso de KDD

El proceso KDD es interactivo e iterativo, esto implica numerosos pasos con muchas decisiones realizadas por el usuario. Brachman y Anand (1996) dan una visión práctica del proceso de KDD, haciendo hincapié en la naturaleza interactiva del proceso [41]. En este sentido, en términos generales se describen algunos de sus pasos básicos (Ver Figura 5):

En primer lugar se desarrolla una comprensión del dominio de aplicación, la técnica pertinente para la obtención de conocimiento y la identificación de la meta del proceso KDD desde el punto de vista del cliente.

En segundo lugar es la creación y selección de un conjunto de datos de destino, concentrándose en un subconjunto de variables o muestras de datos, en la que se realizará el descubrimiento.

En tercer lugar está la limpieza de datos y preprocesamiento. Operaciones básicas incluyen la eliminación de ruido, la recolección de la información necesaria, la decisión estratégica para la manipulación de los campos de datos que faltan, y la secuencia de tiempo de carga de datos.

En cuarto lugar está la búsqueda de características útiles para representar los datos dependiendo del objetivo de la tarea. Con métodos de reducción o transformación, el número efectivo de variables se puede reducir para encontrar representaciones de los datos.

En quinto lugar se ponen a la vista los objetivos del proceso KDD (Paso 1), focalizados en un método de extracción de datos. Por ejemplo, el resumen, la clasificación, regresión, agrupamiento, y así sucesivamente.

El sexto es el análisis exploratorio y la elección del algoritmo de Data Mining, para ser utilizado en la búsqueda de patrones de datos. Este proceso incluye modelos de decisión y la elección de parámetros (series de tiempo, clustering, etc), los que coinciden con un método de extracción de datos, especialmente a los criterios generales del proceso de KDD.

Séptima es la minería de datos: la búsqueda de patrones de interés en una representación especial, formularios o un conjunto de representaciones, incluidas las normas de clasificación.

El Octavo es la interpretación de los patrones extraídos, posiblemente se deberá regresar a cualquiera de los pasos 1 a 7 para más iteración. Este paso también puede implicar visualización de los patrones extraídos y modelos o visualización de los datos.

Noveno está actuando en el conocimiento descubierto: usando el conocimiento directamente, incorporando el conocimiento en otro sistema de nuevas medidas, o simplemente documentar e informar a las partes interesadas. Este proceso también incluye la comprobación y resolución de posibles conflictos.

La mayoría del trabajo anterior sobre KDD se centra en paso 7, (Data Mining). Sin embargo, los otros pasos son tan importantes (y probablemente más) para la aplicación exitosa de KDD. Una vez definidas las nociones básicas del proceso de KDD, se debe centrar el esfuerzo en el componente de minería de datos, que tiene, por el momento, la mayor atención en la literatura.

### 3.7 CROSS INDUSTRY STANDARD PROCESS FOR DATA MINING (CRISP-DM)

[37]

Otra de las metodologías existentes para aplicar Data Mining es la conocida como Crisp-DM (Cross industry standard process for data mining)<sup>18</sup>. Básicamente la metodología de CRISP-DM se describe en términos de un modelo de proceso jerárquico, que consiste en conjuntos de tareas que se describen a cuatro niveles de abstracción (de lo general a lo específico): fase, tarea genérica, tarea especializada, y la instancia de proceso (véase la Figura 18).

La metodología Crisp-Dm se descompone en su nivel superior, en una serie de fases, cada fase se compone de varias tareas genéricas de segundo orden. Este segundo nivel se llama genérico, ya que está destinado a ser lo suficientemente general para abarcar todos los datos posibles. Las tareas genéricas están destinadas a ser tan completas y estables como sea posible.

---

<sup>18</sup> Proceso estándar transversal a la industria para minería de datos

El tercer nivel, el nivel de tarea especializada, es el lugar para describir cómo deberían llevarse a cabo acciones en las tareas genéricas en ciertas situaciones específicas. Por ejemplo, en el segundo nivel podría ser una tarea genérica llamada limpieza de datos. El tercer nivel describe cómo esta tarea se comporta en diferentes situaciones, tales como la limpieza de los valores numéricos, la limpieza de valores categóricos, o si el tipo de problema es de agrupamiento o de modelado predictivo.

El cuarto nivel, la instancia de proceso, es un registro de las acciones, decisiones, y los resultados de la minería de datos. Una instancia de proceso es organizada de acuerdo a las tareas definidas en los niveles superiores, y representa lo que realmente ocurrió en una determinada tarea, en lugar de lo que sucede en general.

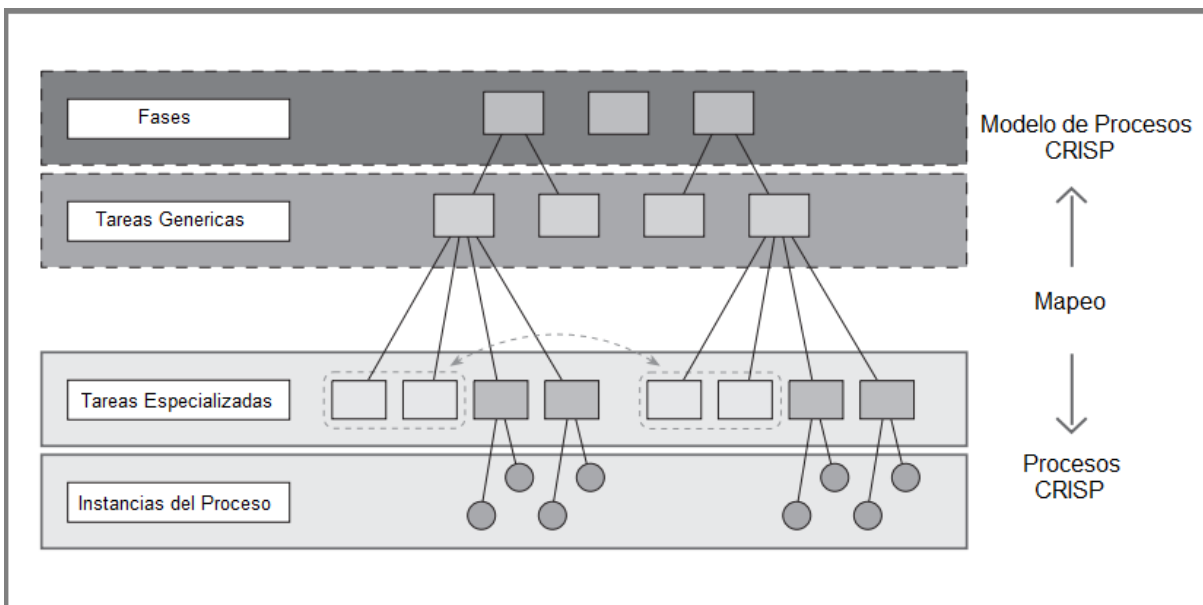


Figura 18: Niveles de la metodología CRISP-DM [37].

### 3.7.1 Pasos a seguir en la metodología CRISP-DM

El ciclo de vida de un proyecto de minería de datos consta de seis fases, se muestra en la Figura 6. La secuencia de las fases no es rígida. Movimientos de ida y vuelta entre las diferentes fases es siempre requerida. El resultado de cada fase determina qué fase, o tarea en particular, se tiene que realizar. A continuación, se describe brevemente cada fase:

- **Comprensión del negocio:** Esta fase se centra en la comprensión de los requisitos del proyecto desde una perspectiva empresarial, luego es debido convertir este conocimiento en una definición del problema de minería de datos.
- **Comprensión de datos:** Esta fase se inicia con la recolección inicial de datos y procede con las actividades que le permiten familiarizarse con los datos, identificar los problemas de calidad de datos. Se debe descubrir primero una visión de los datos y / o detectar subconjuntos interesantes para formar hipótesis sobre la información oculta.
- **Preparación de datos:** esta fase cubre todas las actividades necesarias para construir el conjunto de datos que se introducen en el modelado. Las tareas de preparación de datos son susceptibles de ser realizadas múltiples veces. Las tareas incluyen tablas, seleccionar atributos, transformación y limpieza de los datos.
- **Modelado:** En esta fase, varias técnicas de modelado son seleccionadas y aplicadas, y sus parámetros están calibrados para optimizar los valores. Por lo general, existen varias técnicas para el mismo tipo de problema de minería de datos. Algunas técnicas tienen requisitos específicos sobre la estructura de los datos.
- **Evaluación:** En esta etapa del proyecto, que ya se ha construido un modelo (o modelos) que parecen tener alta calidad. Antes de proceder al despliegue final del modelo, es importante evaluar a fondo y revisar los pasos ejecutados para crearlo, para asegurarse de que el modelo logra adecuadamente los objetivos de negocio.
- **Despliegue:** Aunque el objetivo del modelo es aumentar el conocimiento de los datos, este tendrá que ser organizado y presentado de una manera que el cliente puede utilizar el conocimiento adquirido. Dependiendo de los requisitos, la fase de despliegue puede ser tan simple como la generación de un informe o tan complejo como la aplicación de una minería de datos iterativa.

## 4 SITUACIÓN ACTUAL

El presente capítulo tiene como objetivo, mostrar el actual desempeño en el que se desenvuelve el proceso de densificación, como los datos almacenados en los últimos años grafican el aumento de la carga de trabajo y por consiguiente el crecimiento de todas las tareas que componen el desarrollo del proceso.

Adicionalmente se presenta la organización que actualmente mantiene la Gerencia de Ingeniería, Construcción y Operaciones, mostrando en una visión general las áreas que la componen y las actividades diarias en las que se desenvuelve su quehacer.

Se grafica la interdependencia existente entre las diferentes áreas de la compañía para llevar a cabo la conexión de un cliente nuevo, dando una primera aproximación de los datos que se generan en las diferentes etapas, y que sirven como base para la obtención de reportes.

Ya conociendo en términos generales los datos generados a lo largo del proceso, se describe el flujo de la generación de reportes mensuales, considerando los tiempos de pre-procesamiento de datos de las diferentes células de trabajo. Se detallan los subprocesos y las tareas que deben ser realizadas para obtener un grupo de datos confiables para responder a las consultas de los tomadores de decisión.

Por último se describe el diagnóstico realizado luego del análisis y el levantamiento del proceso en sus diferentes aristas de desarrollo, considerando el juicio experto como evaluación de apoyo. Se describen las principales problemáticas que actualmente tiene el proceso, y la solución propuesta para generar Información estructurada y de calidad, que entregue avisos oportunos para advertir sobre los grados de insatisfacción que pudieran llegar a tener los clientes con los servicios ofrecidos.

#### 4.1 DESCRIPCIÓN DE ÁREAS Y SUS OBJETIVOS

La empresa Metrogas S.A. es una empresa de servicios que dentro de sus valores de acción hace lo necesario para asegurar la satisfacción del cliente, proporcionando soluciones a sus necesidades y resolviendo las dificultades para lograrlo.

Al obtener el número de conexiones realizadas desde el año 2007 a la fecha (Tabla 4), se observa el incremento sustancial que se ha tenido para el proceso de densificación en los últimos seis años (Figura 19), lo que significa un aumento en las cargas de trabajo y denota lo importante que se torna tener una buena planificación del proceso para lograr distribuir de mejor manera los recursos disponibles.

AÑO:	2007											
Mes:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Conexiones	48	42	56	52	56	37	32	37	29	23	19	24
AÑO:	2008											
Mes:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Conexiones	34	34	37	36	39	31	49	38	34	52	33	36
AÑO:	2009											
Mes:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Conexiones	38	25	44	38	34	39	46	33	52	54	51	52
AÑO:	2010											
Mes:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Conexiones	40	28	26	53	60	55	62	79	54	61	74	63
AÑO:	2011											
Mes:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Conexiones	58	50	77	76	100	107	117	124	147	155	150	136
AÑO:	2012											
Mes:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Conexiones	162	171	227	255	251	235	247	282	183	240	182	180

Tabla 4: Resumen de conexiones mensuales últimos 6 años.



Figura 19: Gráfico de resumen de conexiones mensuales últimos 6 años.

#### 4.1.1 Gerencia de Ingeniería, Construcción y Operaciones

La Gerencia de Ingeniería, Construcción y Operaciones es una de las seis gerencias que componen la estructura de Metrogas S.A., esta gerencia enfoca su gestión de calidad en su constante búsqueda por mejorar la atención de clientes, incentivar las mejores prácticas para alcanzar un desempeño seguro, eficiente y comprometido con la sociedad y el medio ambiente.

Los seis valores de acción de la GICO, se basan en el Sistema de Gestión de Calidad (SGC) el que está orientado a asegurar que la empresa sea capaz de identificar las necesidades de los clientes siendo eficientes en la planificación, mantenimiento y la mejora del desempeño en los procesos con el objeto de lograr competitividad. Estos seis valores son:

- Flexibilidad: Capacidad de estar abierto al cambio de opiniones sobre la base de nueva información.
- Innovación: Generar soluciones creativas para situaciones de trabajo, probando formas distintas y originales de abordarlas.

- Servicio: Hacer lo necesario para asegurar la satisfacción del cliente, proporcionando soluciones a sus necesidades y resolviendo dificultades del servicio.
- Seguridad: Realizar trabajos considerando la seguridad de las personas y recursos materiales, detectando situaciones inseguras y siguiendo normas y procedimientos de Prevención de Riesgos.
- Trabajo en equipo: Trabajar en interdependencia con otras áreas y personas de la empresa para lograr las metas y objetivos establecidos.
- Efectividad: Capacidad para alcanzar metas logrando una óptima utilización de los recursos humanos, materiales y de tiempo con que se cuenta.

#### 4.1.2 Subgerencia de Instalaciones y Servicios

Esta subgerencia es una de las tres que pertenece a la Gerencia de Ingeniería, Construcción y Operaciones; su función principal es la de satisfacer con excelencia las necesidades de conexión, instalación y mantenimiento de clientes residenciales, comerciales e inmobiliarios, utilizando para ello elevados estándares de seguridad, calidad y calificación de las personas.

Es en el aspecto del servicio en donde juega un papel importantísimo la Subgerencia de Instalaciones y Servicios, ya que esta es la encargada de entregar los servicios finales a los clientes y es una de las que tiene el mayor contacto con ellos, en definitiva representa la cara visible de la empresa.

El objetivo de la SIS es “mostrar a Metrogas S.A. como la empresa número uno en calidad de servicio realizando los esfuerzos para satisfacer sus necesidades, demostrando un alto nivel de compromiso y seguridad en los trabajos realizados” [1].

Al tener una definición clara de los objetivos de la SIS, se puede apreciar que existe una tendencia hacia cinco temas fundamentales para la organización como son:



- **Calidad de Servicio:** Este es uno de los aspectos más importantes para la Subgerencia y debido a ello es que está claramente establecido en la misión y visión, además es uno de los objetivos estratégicos fundamentales que se debe desarrollar y mantener. Tan importante es, que la subgerencia está dedicada a establecer este objetivo a través de todos sus proveedores (contratistas) para lo cual se ha creado un programa de capacitación en “Calidad de Servicio”.
- **Seguridad:** Mencionada tanto en la misión, visión y establecida dentro de los “Valores de Acción” de la empresa. Este aspecto tiene gran importancia principalmente por el tipo de servicio entregado por la compañía y particularmente por la SIS.
- **Personal altamente calificado:** La SIS se han preocupado siempre de contar con personal especializado en los procesos a desarrollar, esto principalmente a que los trabajos son operativos y muy técnicos, principalmente los desarrollados en terreno, para lo cual se requiere tener especialistas en el tema del gas, por ello es que frecuentemente se están desarrollando capacitaciones para el personal interno.
- **Eficiencia en manejo de Costos:** Este tema estratégico apunta a optimizar el uso de los recursos humanos y materiales de la subgerencia y también se encuentra dentro de los “Valores de Acción” de la compañía. Está muy ligado con la obtención de las metas. Por lo demás, como se trata de una empresa privada con fines de lucro este tema toma mayor relevancia y por lo tanto, la racionalización en el uso de sus recursos le permitirá sustentarse en el tiempo.
- **Implementación y desarrollo de Procesos:** La subgerencia actualmente tiene a su cargo la atención y desarrollo de diversos procesos y en los últimos tiempos estos han ido en aumento, sin embargo, el área ha sido capaz de asumir estos nuevos desafíos implementando y desarrollando cada uno de ellos para de esta forma cumplir con los requerimientos de los diferentes tipos de clientes.

La SIS está conformada por las áreas de: Gestión, Control y Pagos; Operaciones y Construcción; Planificación, y Mantenimiento. Es acá donde se produce el traspaso de información el cual es utilizado como base para el diseño de los diagramas de flujo de información de los procesos, pues en su mayoría toda coordinación y ejecución de los procesos tanto de actividades diarias como proyectos, involucran a las áreas de Planificación; Operaciones y Construcción, y las empresas contratistas (ver Figura 20).

### 4.1.3 Área de Planificación

El área de planificación consta de un equipo de planificadores que recibe la información proveniente de los diferentes procesos de las áreas comerciales, es desde ahí que se comienzan a coordinar las actividades entre los clientes, los supervisores y los contratistas externos.

El principal objetivo del grupo de planificación es coordinar actividades que involucren a las distintas partes de la obra, planificar el orden de las tareas desde que los requerimientos llegan hasta que los procesos son implementados en terreno y mantener la información de cada uno de los procesos en perfecta coordinación con el área de construcción de la SIS.

Cada grupo por separado tiene a cargo diferentes etapas de los procesos relacionados con las operaciones propiamente tal, sus funciones tienen relación principalmente con el control y ejecución de las obras de conexión, instalación y/o mantención según sea el caso, realizadas por la gama de contratistas que trabajan en los diferentes procesos que administra la subgerencia.

El área de planificación, se relaciona con contratistas, debido a que son ellos los que realizan la mano de obra en la conversión de instalaciones, conexiones a gas natural e instalación de artefactos nuevos y calefacción central.

Metrogas S.A. a través de sus supervisores (área de construcción y operaciones de la SIS), realiza actualmente la labor de inspeccionar el desarrollo y cumplimiento de los procedimientos definidos preliminarmente por cada contratista, previa consideración del cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas por Metrogas S.A., controlando el buen desempeño de las tareas asignadas a terreno diariamente.

Por su parte en el área de planificación se manejan los procesos que comparten información con construcción, permitiendo que en la evolución del desarrollo de las actividades se lleve el control y la coordinación de la implementación de las obras.

## 4.2 LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

El área de planificación es donde se almacenan los datos necesarios de todas y cada una de las conversiones a gas natural por el proceso de densificación, con el fin de contar con una idea detallada de su desarrollo, entendiendo en términos amplios en qué consisten cada uno de ellas. Es importante para el proceso visualizar la manera en que se relacionan las diferentes áreas en términos de manejo de información, dentro de la Subgerencia y áreas comerciales.

### 4.2.1 Descripción del proceso de densificación

El proceso de densificación, se compone de un conjunto de tareas transversales a toda la organización, su desarrollo se inicia al momento de que un cliente nuevo es “captado” por el área de ventas o por iniciativa propia llama al área de call center para convertirse a gas natural.

Ya con el cliente *captado*, el área comercial comienza con la generación de un contrato, se crean los datos en sistema y se le asigna, según disposición de capacidad de contratista, un cupo de conexión para un día y una jornada laboral dada (AM/PM).

Esta información es levantada por el área de planificación, el cual toma los datos diariamente de todos los *agendamientos* realizados por el área comercial para realizar una programación de conexiones. Para la realización de esta asignación de carga, se evalúa el porcentaje de avance de las asignaciones del día y se añaden los *agendamientos* comprometidos, procurando no sobrepasar la capacidad de los contratistas.

Adicionalmente todos los clientes son confirmados con un día de anticipación para quitar de programación aquellos potenciales clientes que no presentan disponibilidad o que sencillamente desisten de la conexión. Estos datos permiten ajustar la carga de la programación de la siguiente jornada laboral.

Todas estas alternativas generan un conjunto de estados de conexiones, tales como: realizadas, desistidas, no factibles, pendientes, etc. los cuales conllevan al almacenamiento de múltiples datos según la circunstancia o estado de la conexión.

Adicionalmente, cuando una conexión es realizada con éxito se gatillan tareas adicionales. Una de ellas es la evaluación por parte del cliente, el que determina según su perspectiva, la calidad de los trabajos y la expertiz de los ejecutores. Por otro lado, Metrogas S.A. debe comenzar a facturar el consumo de este nuevo consumidor, por lo que debe ser activado en sistema en el menor tiempo posible.

Los trabajos desarrollados en terreno son supervisados por el área de construcción (operación), los que tienen por objetivo supervisar el buen desempeño de los contratistas. Existe también un grupo de supervisores externos a la empresa, quienes validan la calidad de las obras y obtienen los estados de las conexiones en terreno, recolectando datos de desarrollo de obras tales como: hora de ingreso, hora de llegada del contratista, hora de término de trabajos, estado final de conexión, entre otros.

Todos los datos generados en las diversas etapas del proceso de conexión son almacenados por los encargados de cada área y luego de cada cierre de mes, deben ser consolidados, agrupados, corregidos, cuadrados y manipulados para determinar cuántas conexiones se consiguieron y cuan por debajo o elevados se está de la meta impuesta.

En términos generales, la interacción que existe entre las diferentes áreas, tanto de la Subgerencia de Instalaciones y Servicios, como de las áreas comerciales y contratistas, se ve reflejado en el flujograma de la Figura 20.

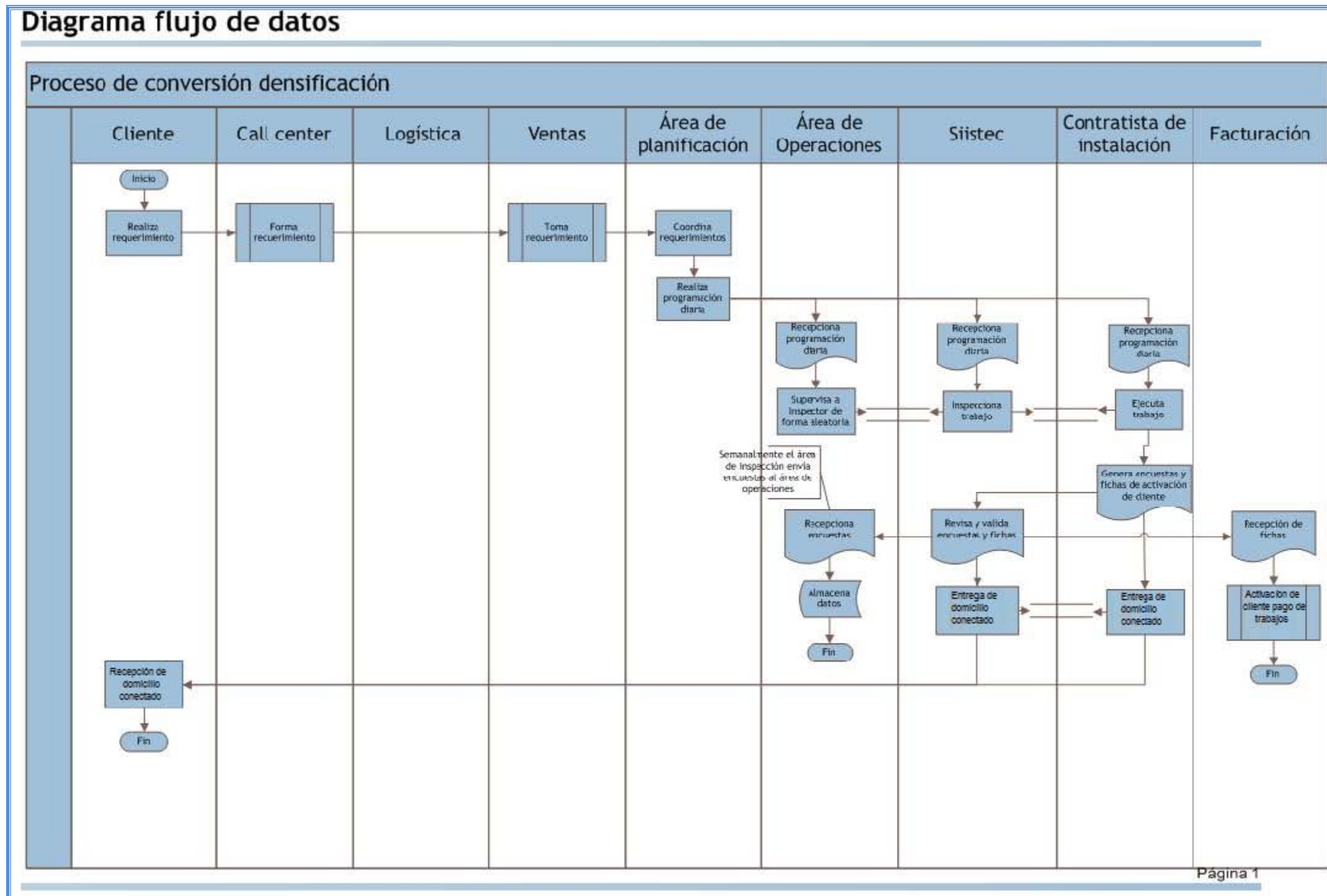


Figura 20: Flujograma de datos proceso de densificación.

#### 4.2.2 Densificación y generación de reportes

Una vez finalizado un mes dado, comienza la generación de reportes a los directivos de la compañía, a partir de los datos obtenidos en las diferentes etapas de las conexiones. Estos reportes están compuestos de datos provenientes, de áreas operativas, inspectores, áreas comerciales, control y pagos y planificación.

La recolección de los datos para la generación de reportes, es responsabilidad del área de planificación. En particular el planificador del proceso de densificación debe solicitar a todas las áreas involucradas los datos necesarios para responder a las solicitudes mensuales de las jefaturas.

Cada área participante, a su vez, debe consolidar sus propios datos, pre-procesarlos y emitirlos al planificador, acción que puede demorar más de una semana. En paralelo los datos de las direcciones conectadas (conversiones a gas natural realizadas con éxito), controladas por el planificador de operaciones, deben coincidir con las fichas físicas enviadas por la supervisión de terreno para su posterior activación.

El inspector de terreno posee un plazo de cinco días hábiles para enviar las fichas de activación, luego de esa recepción, recién comienza la etapa de *cuadratura* entre los datos almacenados por planificación y las fichas recepcionadas por el área de control y pagos. Si se encuentran discrepancias entre lo recibido y los datos almacenados, se debe consultar al área comercial sobre sus datos y a la inspección sobre sus fichas hasta lograr el valor definitivo de conexiones.

Luego de conocer el número final de conexiones mensuales, el área de control y pagos debe ingresar para activación en el sistema todas las fichas de las direcciones (IC y orden de servicio) recepcionadas y previamente cuadradas con el planificador.

Una vez recibidos los datos de conexiones mensuales de las diferentes fuentes, se realiza una verificación global, que permita detectar errores antes del inicio de la realización de los reportes. Luego de validar los datos recibidos, el planificador comienza a generar reportes respondiendo a los requerimientos de los directivos, lo que toma un tiempo aproximado de una semana más.

El flujo de proceso detallado, el cual considera el proceso de generación de reportes y los subprocesos con sus respectivas tareas, es descrito en la Figura 21.

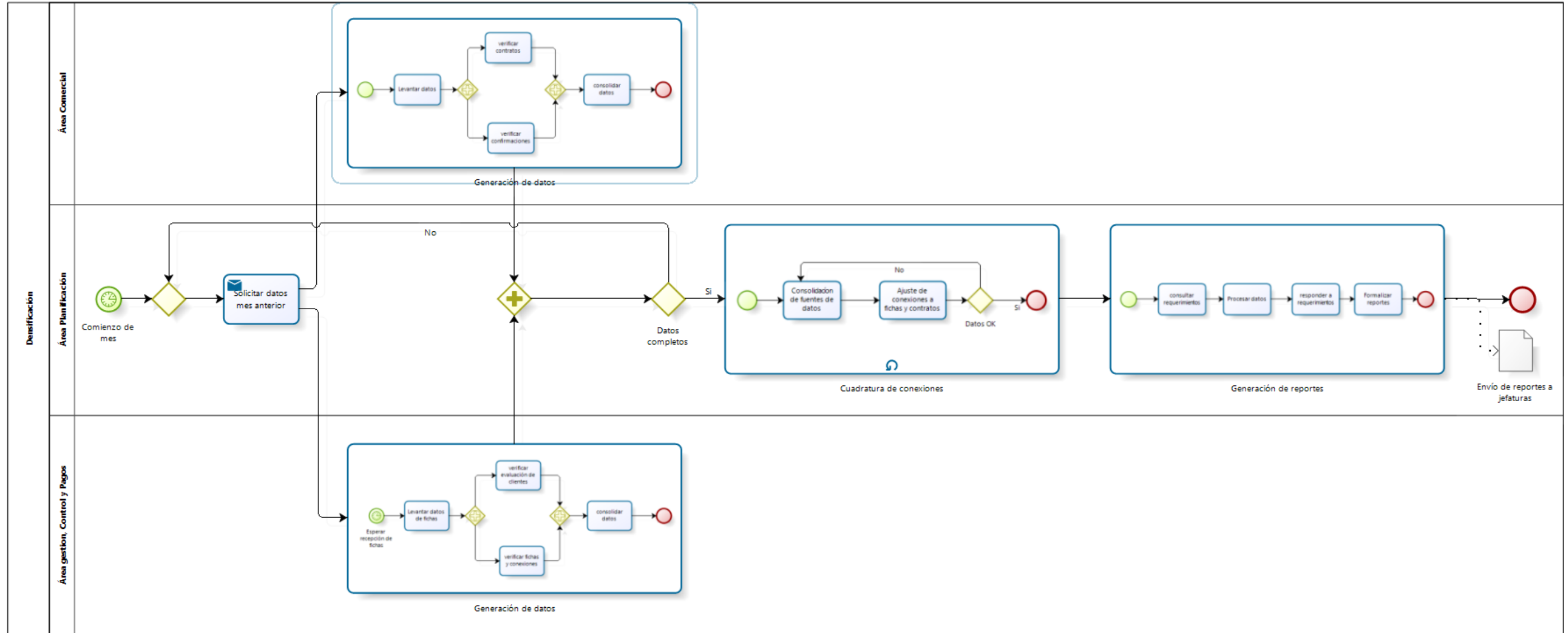


Figura 21: Diagrama de proceso de obtención de reportes de densificación (Véase también Figura 43 y Figura 44).

## 4.3 DIAGNÓSTICO

Al recopilar y estudiar la información del área de planificación de la SIS, y establecer una mirada general del control en la toma de datos presentes hasta el momento en las áreas relacionadas a la subgerencia, se presentan recomendaciones sobre la implementación de acciones ligadas al ámbito de mejora de procesos y mecanismos de gestión.

Los problemas en el manejo, almacenamiento o procesamiento de información, no permiten medir con claridad las brechas que se extienden desde que el cliente toma contacto con la empresa hasta su activación en el sistema. La principal causa de este problema, es la falta de control en la información generada en las etapas de conexiones de clientes, enfocados en el tratamiento de la información del área de planificación.

### 4.3.1 Problemas detectados.

De acuerdo al aumento de la demanda de servicios de conexiones unos de los elementos claves es poder responder de forma efectiva y eficiente a los usuarios existentes, especialmente si son nuevos.

Para la SIS, el requerimiento de conexión de clientes en épocas de alta demanda (abril-Septiembre) se vuelve complejo, las diversas unidades operativas comienzan a no dar abasto y el tiempo se torna insuficiente para albergar tal nivel de requerimientos diarios.

No existen procedimientos formales que entregue un protocolo entre las áreas de planificación y comercial, que defina criterios de medición y tiempos de respuesta a requerimientos.

Los datos a registrar son seleccionados según el criterio de cada uno, la mayor parte de la información es llevada en planillas individuales de Microsoft Excel, con el propósito de compartir un lenguaje común y rápido.



Como resultado de lo anterior, se producen muchas planillas con información no estructurada y tan diversa que no permite analizar situaciones específicas. Ejemplo de esto, son las planillas de conexiones manejadas por el planificador de densificación, que contiene la misma información que la controlada por el ingeniero control de proyectos del área comercial (misma información en 2 planillas), o las activaciones en el sistema de las direcciones conectadas, que no coinciden con lo convertido mes a mes informado por el contratista (información inconsistente entre planillas).

No existe una definición de entrega de información coherente entre el área comercial, planificación y construcción (quienes realizan las conexiones). Cada área actúa según sus responsabilidades y de forma independiente entre sí.

No existe claridad en definir los plazos reales en que se desarrollan las diversas etapas hasta completar el servicio al cliente, ni tampoco de cuál es el área cuello de botella y que produce los atrasos en la entrega de los servicios.

No se cuenta con un mecanismo predictivo formal que permita una toma de decisiones fundamentada, respecto a la estimación de demanda de conexiones y la capacidad de conversiones de los contratistas mes a mes. Además de no tener claridad sobre qué es lo que se quería medir, ni tampoco que se debe mejorar.

#### 4.3.2 Propuesta de solución

A partir del levantamiento del proceso, queda en manifiesto que el input de las tareas de densificación, es la información levantada por las áreas comerciales y por el área de activación (área de control y pagos), razón por la cual se torna fundamental la aplicación de procedimientos claros y confiables de toma de datos, que eliminen redundancias de información y errores en su creación.

Utilizando las herramientas que otorga Business Process Management, se propone generar diagramas de flujo de procesos de la situación actual, con el fin de tener una comparación gráfica de las alternativas de trabajo.

Además de la coordinación de sucesivas reuniones con los directivos de las Subgerencias y Jefaturas, teniendo como propósito detectar los atributos requeridos respetando la misión y visión corporativas.

Como el proceso no cuenta con un conjunto de indicadores de desempeño confiables, se plantea, a partir del uso de Balanced Scorecard, la definición de métricas para la toma de decisiones del área comercial y operativa. Esto permite aprovechar la actual plataforma computacional, incorporando la generación de KPI's y proyecciones de las conexiones comprometidas. Estas mejoras no involucran nuevas tecnologías, pues la tecnología presente permite desarrollar sin problemas las interfaces necesarias para el sistema a implementar.

Al estudiar los registros que mantiene el área de planificación y la información almacenada por la SIS, surge la posibilidad de utilizar Business Intelligence, para segmentar la información existente, haciendo posible una mejor detección de data faltante y el ordenamiento de registros, aportando los recursos necesarios para establecer criterios de recolección de datos, descripción de procesos y los requerimientos que permitan recopilar toda la documentación de los proyectos.

Para ayudar a recopilar la información y su ingreso se propone el diseño de un Data Warehouse (Data Mart), que permita tener la información acumulada, estos archivos son ingresados a la base de datos que almacena la totalidad de los resultados según frecuencia de medición y muestra la información para todos los indicadores, actualizándolos para su posterior interpretación. Además se plantea el desarrollo de un Sistema de Control y Pronóstico (SCP), basado en modelos matemáticos de predicción, estructurando el almacenamiento y la gestión de datos.

Al desarrollar el trabajo de tesis enfocado principalmente en la implementación de un Sistema de Control y Pronóstico basado en herramientas de BI para el área de planificación, se espera en base a los objetivos planteados, el desarrollo y mejora de las tareas desarrolladas, que posibiliten una mejor obtención e integración de datos, estableciendo líneas de desarrollo para la SIS. Lo anterior permitirá mejorar los tiempos de respuesta y una mayor eficiencia en el uso de recursos del personal dedicado a los trabajos de conexiones.

Con esta implementación no se modifica la interdependencia de las áreas que componen el proceso de conexión. Si no que se modifica la orientación y manejo de datos para la obtención de reportes en menores tiempos.

## 5 DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN Y APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS

En este capítulo se muestra el desarrollo de la solución propuesta a partir del levantamiento del proceso de densificación y el diagnóstico generado para la situación actual descrita en el capítulo anterior.

Con la aplicación de BPM (Business Process Management), se aplican modificaciones a la actual forma de trabajar, planteándolo gráficamente a través de la herramienta BPMN. Esto con el fin de rediseñar las tareas y determinar el adecuado comportamiento del proceso de conexión para mejorar la creación de reportes.

Se analizaron los objetivos de la gerencia, con el fin de clarificar la estrategia de la subgerencia a considerar para la definición de los indicadores de gestión. Luego, a partir de la metodología BSC (Balance Scorecard), se definieron los KPI's en base a las perspectivas estudiadas. Con esto se establecen metas, formulas de cálculo, periodicidad y responsabilidades.

A continuación se entregan definiciones de cada uno de los indicadores, junto a una descripción de sus objetivos y comportamientos. Además se describe desde donde se origina la información a almacenar y que área es la responsable de su recolección.

Se describen las consideraciones realizadas para el proceso de extracción, transformación y carga, o como lo señalan sus siglas en ingles ETL (Extraction, Transformation, Loading). Adicionalmente se muestra la composición de las tablas fac y lock up que componen el esquema estrella del Data Mart utilizado.

Para finalizar, se entregan los resultados obtenidos en la etapa de prueba y se muestra el despliegue del sistema de control y pronóstico (SCP) a través de sus diferentes interfaces, que permiten tener una interacción amigable con el usuario.

## 5.1 COMPRENSIÓN DEL NEGOCIO

A continuación se señala la manera en que las propuestas de mejora interactúan con los diferentes procesos y sus actores, además de indicar los cambios y las incidencias con respecto al sistema actual del área, logrando optimizar los procesos, y entregando mayor control y gestión de las actividades.

Como el fin de la mejora apunta a disminuir tiempos de manipulación de datos y tiempo de respuesta, este punto se centra en disminuir la interdependencia entre las áreas, y disminuir las tareas cíclicas de procesamiento de datos.

### 5.1.1 Mejora de procesos

Para cada grupo de trabajo existirá un “Administrador” que será el encargado de realizar la carga mensual a la base de datos, eliminando la tarea de solicitud de datos a los participantes del resto de las áreas.

El pre-procesamiento de los datos podrá ser realizado de forma paralela por cada área de trabajo. Este pre-procesamiento es independiente de la metodología ETL que mantiene integrada la base de datos al momento de la carga global. El proceso de *extracción, transformación y carga* a la base es descrito con mayor detalle en el punto 5.2.2 de este capítulo.

Una vez realizado el pre-procesamiento y consolidación de los datos, se da comienzo a la etapa de ETL para realizar la correcta cargada a la base. Luego de esto, el planificador de operaciones iniciará el proceso automático de cálculo de indicadores y la proyección de conexiones del mes siguiente.

Al momento de estar actualizado el SCP con los datos del mes anterior y con las proyecciones al siguiente mes, el área de planificación procede a informar a los stakeholders sobre la actualización de los datos para su posterior análisis.

Todos los participantes definidos como stakeholders, ya sean subgerencias, jefaturas, encargados o participantes importantes del proceso de densificación, podrán

visualizar de forma automática tendencias, estados de los KPI's y pronósticos de las conexiones según el comportamiento del proceso, sin necesidad de solicitar aguas abajo reportes o cálculos de desempeño.

La distribución de las nuevas tareas y la interdependencia entre ellas y las áreas de desarrolló, se muestran gráficamente en la Figura 23. Su comparación con el estado inicial es posible visualizando la Figura 21 en el capítulo 4, donde se muestra el flujo del proceso antes de su mejora.

Con esta nueva distribución de tareas se observa menor número de subprocessos iterativos y de actividades de verificación de completitud de datos. Además de la eliminación de tareas en serie, lo que permite disminuir tiempos de manipulación y de obtención de reportes.

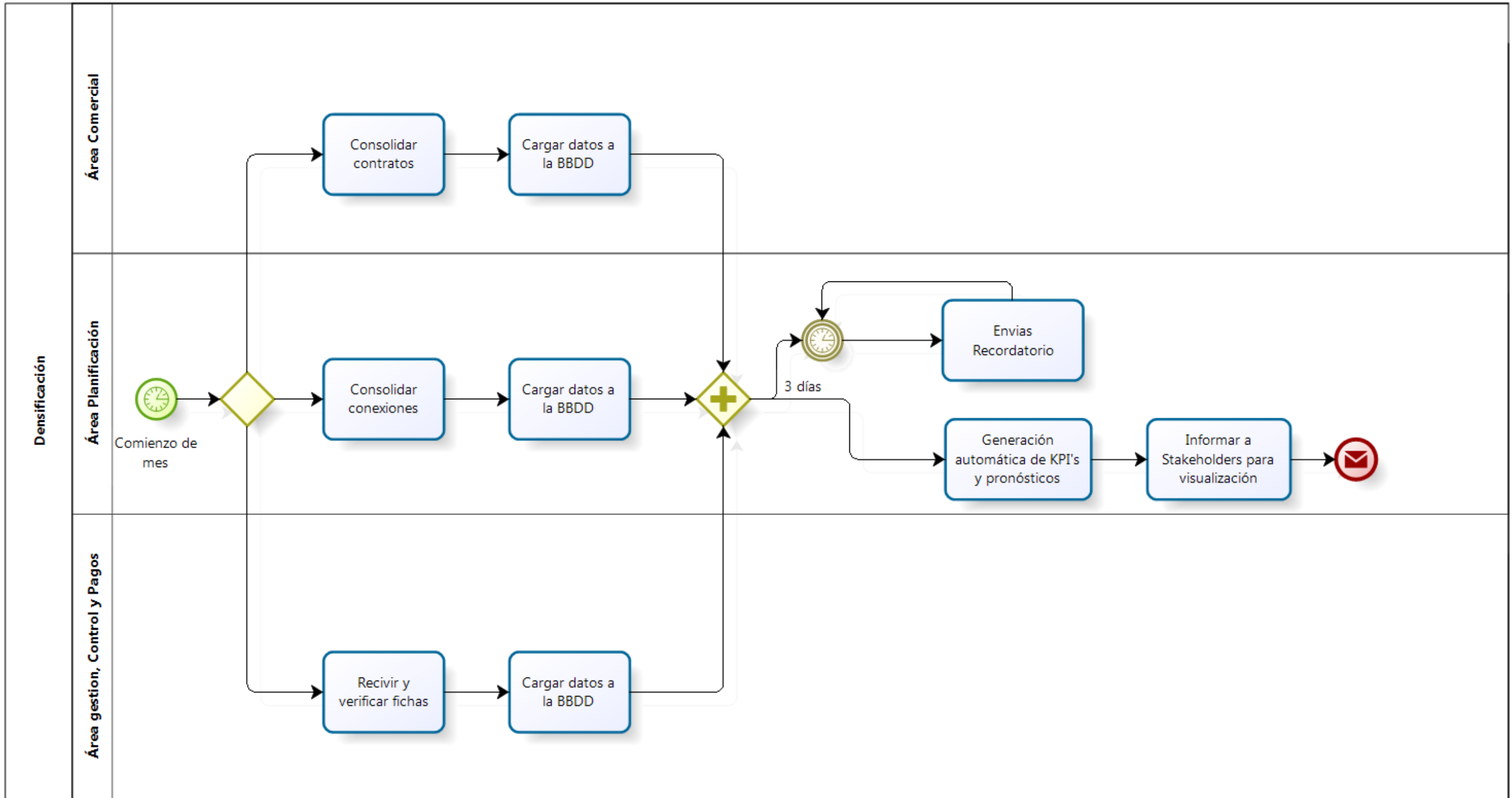


Figura 22: Mejora de proceso para obtención de reportes de densificación.

### 5.1.2 Análisis de misión, visión y estrategia

Conocida ya la organización en general, se estudió la estrategia de la Subgerencia de Instalaciones y Servicios que debe concordar tanto con su misión como con la misión corporativa. De esta manera también se establecieron los temas estratégicos principales que movilizan el accionar del área, la claridad en este sentido es relevante pues la misión y estrategia de la unidad, son los puntos de partida para la generación de los indicadores y el diseño del SCP.

Para esto se incluyó la participación de la alta dirección de la empresa, jefes de áreas operativas y personal involucrado en la generación de la información base para los indicadores de gestión. Se identificaron en base a los estudios realizados, la visión, misión y objetivos estratégicos, los que son los factores claves para el éxito de la unidad de negocio, es decir aquellos aspectos que marcarán la diferencia y son esenciales para la sustentabilidad en el tiempo.

Como ya son conocidos los aspectos definidos por Metrogas S.A. en donde se debe sobresalir para alcanzar los objetivos planificados (Ver punto 4.1.), señalamos a continuación los objetivos que mueven a la Gerencia de Ingeniería, Construcción y Operaciones (GICO), y a la Subgerencia de Instalaciones y Servicios (SIS).

- La GICO tiene como objetivo “liderar la calidad como parte de la Declaración Estratégica Compartida (DEC), con un enfoque basado en hechos, promoviendo el desarrollo y participación de los trabajadores, y propiciando relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores” [1].

A partir de esto, la SIS ha adoptado la estrategia de “implementar un sistema de gestión enfocado en la medición de desempeño de sus procesos en función a categorías de información”, estas medidas dicen relación con el desempeño de actividades asociadas con cada proceso a nivel más operativo, cumpliendo con la idea, que permita evaluar medidas de prevención, utilizadas para minimizar los errores en el manejo de datos y la generación de información.

A partir de estos objetivos y estrategias, junto al Gerente de Ingeniería, Construcción y Operaciones, se seleccionó a un grupo de profesionales, administrativos y trabajadores del proceso de densificación, para que fueran entrevistados y le agregaran valor, a partir del juicio experto, a la definición de métricas de desempeño confiables.

Se entrevistó a 20 participantes activos del proceso, tanto del área comercial como operacional, para analizar algunas de las tareas realizadas. Además, se revisó la totalidad de documentos que los participantes entrevistados utilizaban en su trabajo (formularios, informes, etc.).

En ese sentido, para lograr el éxito en la implementación de la filosofía basada en la estrategia y la definición de KPI's de negocios, se requiere tener la coordinación de todos los involucrados en los procesos. Esto es educar al personal, de manera que los objetivos grupales se vuelvan personales y se logren modificar los actuales mecanismos de trabajo, para que esto sea parte de la cultura de cambio abierta a nuevas tecnologías.

### 5.1.3 Definición de KPI's

Los indicadores de gestión, son utilizados para detectar falencias tanto de procesos como en su aplicación, definiendo modificaciones, para el sustento de decisiones de inversión a nivel superior.

Teniendo esto claro, se deben determinar los Indicadores adecuados para asegurar que la información que se hará llegar a los directivos es realmente relevante, concuerda con los análisis hechos y posee un equilibrio entre inductores e indicadores de resultado.

Se genera así un conjunto de indicadores estratégicos que permite, al usuario conocer el grado de cumplimiento de los objetivos de su área, junto con proveerle información relevante para la toma de decisiones. Se considera la recomendación indicada por E. Robinsón que señala que cada panel no debe poseer más allá de 25 indicadores, pues un número mayor generará pérdida de focalización en los aspectos clave por parte del usuario [9].

Para que los indicadores determinados cobren validez, se debe definir su fórmula de cálculo y periodicidad de medición, entre otras cosas, debiendo existir además algún patrón que señale el cumplimiento o no de los objetivos (meta), es así como el buen trazado de las metas para cada Indicador es de suma importancia.



Como la estrategia de la SIS es gestionar el proceso y sus tareas, se identifican a lo largo del proceso cuatro puntos de control importantes: clientes, contratistas, conexiones y activaciones.

Se comenzó trabajando con el flujo de información y los involucrados en la generación de data en estas etapas. Con esto se determinó en conjunto con los tomadores de decisiones de la GICO, y de la Gerencia Comercial, controlar el desarrollo de ocho indicadores, que buscan medir desde que se logra el contrato con el cliente, hasta su conexión a la red de distribución de gas natural y activación definitiva en el sistema, pasando por los cuatro puntos de control definidos.

Los KPI's fueron definidos a partir de la estrategia de la SIS, siguiendo las directrices de la metodología Balance Scorecard (BSC), basada en la proposición de cuatro perspectivas. A continuación se muestra como las perspectivas del BSC interactúan con los cuatro puntos de control definidos por la SIS.



Figura 23: Perspectivas de un BSC y puntos de control<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Fuente: Elaboración propia basado en [19]

Los ocho indicadores se enfocan principalmente en calidad, tiempo, costo/gasto, ahorros, cantidad, % de Satisfacción y % de Cumplimiento. Estos KPI's son expuestos en la Tabla 4.

DENSIFICACIÓN	
A1	En agendamiento clientes mantengan fecha de conexión en la confirmación previa
A2	Horario de entrada a los domicilios dentro del módulo correspondiente
A3	Tiempo entre firma de contrato y conexión $\leq 40$ días hábiles
A4	Evaluación de cierre cliente $\geq 6,0$
A5	Tasa de conexión acumulada
A6	Efectividad del agendamiento, direcciones planificadas v/s conectadas
A7	El 80% de los clientes activados en un plazo $\leq 5$ días desde la fecha de conexión
A8	Porcentaje de activación acumulado

Tabla 5: Indicadores de gestión densificación

La definición de estos indicadores responde a la necesidad de estandarizar el mecanismo de medición para el área comercial y el área operacional de Metrogas S.A. representada por la SIS. Si bien alguno de los indicadores ya se calculaban con anterioridad, como es el caso del indicador A8 y A5 ahora son formalmente aceptados por el área comercial y no responden solo a necesidades operacionales, sino que aportan al a visión global del proceso.

Por otro lado, indicadores como el A3 y A7 fueron ajustados en sus tiempos según los criterios de las jefaturas en coordinación con los planificadores e ingenieros de control de proyectos. Se definió además una estructura formal de medición para el indicador A6 ya que no existía estructura de cálculo cuando se requería conocer la efectividad de lo enviado a conectar y lo realmente conectado (ver punto 5.1.4.).

El resto de los indicadores fue diseñado con el fin de conocer el comportamiento de todos los puntos de control del proceso, entregándole importancia al contacto con el cliente previo a la conexión, la llegada de los contratistas a los domicilios y la evaluación de los trabajos realizados. Así, se mantiene un control de la línea completa del proceso cumpliendo la estrategia definida por la SIS.

A continuación se asocia cada perspectiva del Balance Scorecard con los cuatro puntos de control definidos por la SIS en su estrategia y con los ocho KPI's propuestos para el control de gestión y en análisis descriptivo del Sistema de Control y Pronóstico.

PERSPECTIVAS BSC	PUNTOS DE CONTROL	KPI	NOMBRE INDICADOR
<i>Clientes</i>	Clientes	A1	En agendamiento clientes mantengan fecha de conexión en la confirmación previa
		A4	Evaluación de cierre cliente $\geq 6,0$
<i>Financiera</i>	Conexiones	A3	Tiempo entre firma de contrato y conexión $\leq 40$ días hábiles
		A5	Tasa de conexión acumulada
<i>Procesos Internos</i>	Contratistas	A2	Horario de entrada a los domicilios dentro del módulo correspondiente
		A6	Efectividad del agendamiento, direcciones planificadas v/s conectadas
<i>Formación y crecimiento</i>	Activaciones	A7	El 80% de los clientes activados en un plazo $\leq 5$ días desde la fecha de conexión
		A8	Porcentaje de activación acumulado

Tabla 6: Relación entre KPI's y Perspectivas del BSC <sup>20</sup>.

#### 5.1.4 Descripción de KPI's

El indicador A1 busca principalmente traducir los objetivos estratégicos y tácticos de la organización en medidas individuales de rendimiento y productividad, enfocados a determinar cuan influyente es en el nivel de conexiones el contacto previo con clientes, además de permitir enfocar los recursos en aquellas conexiones donde se asegure disponibilidad sin movilizar personal a direcciones sin moradores o que no tienen la disposición a atender.

<sup>20</sup> Fuente: Creación Propia.

Estos controles y definiciones buscan exigir al máximo las mediciones, para cumplir con los compromisos establecidos con clientes y contratistas, asegurando el contacto con el 100% de clientes y estableciendo una carga de trabajo constante a los contratistas definidos para el trabajo en terreno, sin generar recursos ociosos, permitiendo maximizar el número de conexiones diarias.

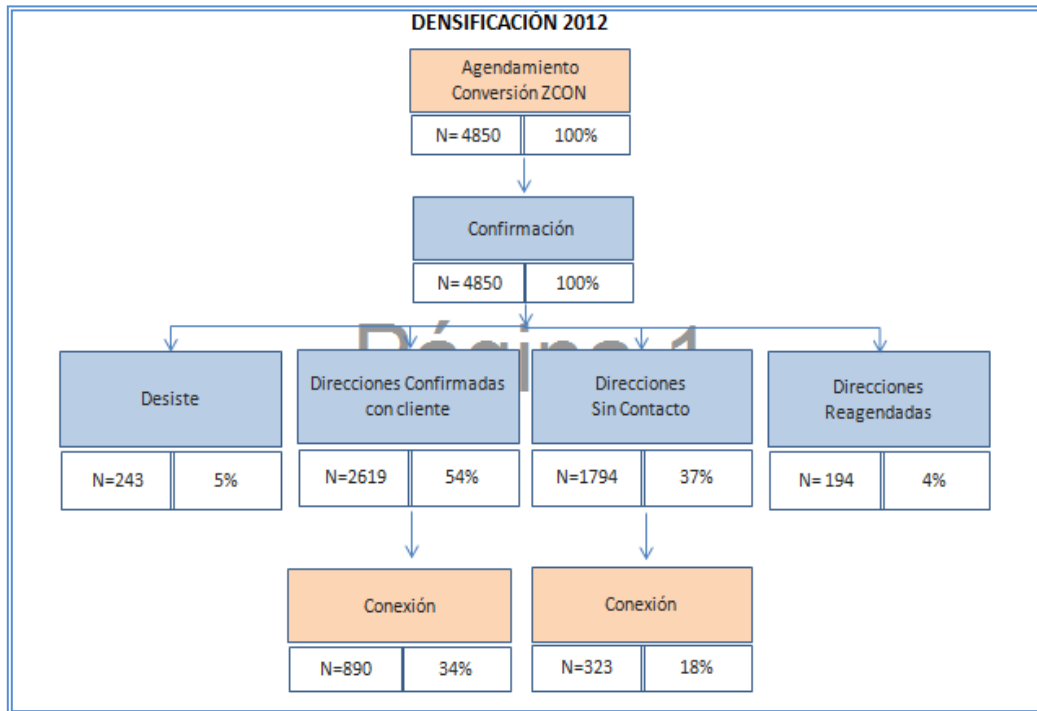


Figura 24: Diagrama de confirmación de llamadas<sup>21</sup>.

Una vez confirmadas las llamadas y generada la programación definitiva de conexión para la próxima jornada de trabajo. Se ha determinado que el siguiente hito para la medición de comportamiento del proceso de densificación es que los contratistas, técnicos, supervisores e inspectores de terreno, cumplan con el contacto con el cliente en la jornada comprometida.

Esto es importante ya que el cumplimiento del horario de trabajo, bajo la responsabilidad que ha tomado la compañía con los nuevos clientes; es el primer acto de respeto y señal de compromiso que absorbe el consumidor como cliente nuevo, así mismo, la medición de este indicador es la demostración del interés que tiene el área de planificación por la gestión y el servicio que se ofrece, como responsable del

<sup>21</sup> Fuente: Creación Propia.

comportamiento de los contratistas, que son aquellos que finalmente realizan el contacto y el trabajo físico en el domicilio del próximo consumidor.

Es para esto que se ha definido el indicador A2 denominado como: “Horario de entrada a los domicilios dentro del módulo correspondiente”; es decir que el primer contacto con el cliente en su domicilio sea dentro de las jornadas AM o PM según haya sido definido previamente en la programación.

Lo que busca la definición del indicador A2 es poder distinguir entre factores de retraso involuntarios, como lo son accidentes en la vía o inconvenientes puntuales; del comportamiento habitual de ingreso a los domicilios, evitando mediante la medición del comportamiento, que el retraso se convierta en algo recurrente.

Conociendo la carga de trabajo futura y la dificultad de los trabajos a realizar, no es lógico que con frecuencia se ingrese en un módulo horario distinto al comunicado al cliente, pensando incluso en que este retraso afecta no tan solo a la carga diaria presente, sino que también al agendamiento futuro, debido a que un retraso en el ingreso, desfasa la hora de término de los trabajos, pudiendo incluso no terminar la conexión dentro de una jornada laboral, afectado esto a la programación de conexiones del día siguiente, es decir asumir doble carga y por otro lado, los usuarios ven afectado el servicio en tanto que se pone más lento, pudiendo dejar de visitar direcciones por conexiones pendientes del día anterior.

Al realizar un ingreso tardío a las direcciones programadas para conversión, también se afecta a un conjunto de procesos adicionales al principal; pues el proceso trabaja de manera sistemática e integrada a las áreas de Call Center que reciben las consultas o reclamos de los clientes no visitados, aumentando la tasa de reclamos del proceso y la asignación de recursos a tareas fuera de la misión principal; es por esto que si falla una de las piezas todas las demás se ven perjudicadas.

El porcentaje de cumplimiento del indicador, se obtiene considerando el ingreso a los domicilios en el horario correspondiente en relación a la totalidad de direcciones visitadas dentro del mes, incluyendo tanto las direcciones efectivamente conectadas, como las que por algún motivo han quedado en estatus pendiente.

El indicador A3 definido como “Tiempo entre firma contrato y conexión  $\leq$  a 40 días hábiles” desarrolla un mecanismo de medición que permite determinar la importancia de algunos puntos específicos calificados como influyentes al momento de la conexión. Cada punto definido impacta en la calidad del servicio, e influye en la maximización de las conexiones, es por esto que las medidas a implementar buscan

incorporar la máxima cantidad de información útil y de calidad al sistema.

La consistencia en la información obtenida, se basa en la confiabilidad de las información entregada a partir de la fecha almacenada como firma de contrato y la fecha notificada por parte del contratista de inspección como fecha real de conexión, pues ellos son quienes levantan la información y son los ojos en terreno de las áreas de control, planificación y tomadores de decisiones, necesaria para poder responder adecuadamente a los requerimientos presentes en terreno.

Se ha determinado controlar el nivel de entrega de las evaluaciones de los trabajos realizados en terreno, a través del indicador llamado A4 “Evaluación de cierre cliente  $\geq 6,0$ ” con el propósito de determinar una metodología de mejora continua, a partir de los resultados obtenidos desde las encuestas respondidas por los clientes en terreno. Es necesario contar con una medición de trabajos, que diga relación con el desempeño de los contratistas en sus labores a nivel más operativo y establecer una etapa temprana de detección de posibles deficiencias en el cumplimiento.

El enfoque de este indicador no es tan solo en las evaluaciones de los contratistas, sino que también en la cantidad de evaluaciones entregadas, esto permite mejorar la calidad de la información entre los procesos presentes en la SIS, los contratistas encargados de entregar las evaluaciones y los encargados de ejecutar los trabajos en terreno.

Para el indicador A5 definido como “Tasa de conexión acumulada”. una vez definida y clarificada la mecánica de cálculo como el número de conexiones versus el universo de contratos anuales a la fecha, se plantearon y definieron los estándares de conexión que serán utilizados como mecanismo de comparación mensual, por cuanto su logro permite finalmente alcanzar lo planificado no sólo para la unidad, sino también para la línea completa del proceso.

La “Tasa de conexión acumulada” espera entregar un respaldo a las acciones realizadas, junto con afianzar el control en la distribución de los recursos, aumentando, por su parte, los canales de comunicación tanto dentro de la subgerencia, como con áreas externas a la SIS que tienen incidencia en el desarrollo del proyecto de conexión.

El nivel de conexiones que se obtenga mes a mes en base a las direcciones agendadas, es medido a partir del indicador A6, definido como “Efectividad de agendamiento, planificadas v/s conectadas” A partir de esto, se logrará determinar el porcentaje de clientes convertidos a gas natural en relación al total de agendamientos mensuales, además de información adicional relevante sobre aquellas direcciones

notificadas como pendientes, logrando determinar cuáles son las principales circunstancias de falla de las direcciones que no se logran conectar.

El cálculo del indicador A6 considera las direcciones enviadas a terreno v/s las conectadas, se excluyen del cálculo aquellas pendientes que presentan los códigos mostrados en la Tabla 7, debido a que escapa de responsabilidad tanto interna como del contratista, por lo tanto no son determinantes en el cálculo de la efectividad.

CÓDIGO	SIGNIFICADO
IE22	SIN RED INTERIOR O EXTENSIÓN
IE17	CLIENTE SIN RED
IE18	FUGA NO REPARABLE
IE24	DOMICILIO NO EXISTE
ZP03	EN CONSTRUCCIÓN, REMODEL, VTA
ZP04	TRABAJOS EXTENSOS
ZP09	FUGA NO VISIBLE / FUGA EN RED
ZP33	CONTINGENCIA EXTERNA
ZP75	CON FUGA SIN CAMPAÑA Y COSTO

Tabla 7: Códigos excluidos del cálculo de indicador A6.

Tanto más importante como la conexión de clientes a las red de distribución de gas natural de Metrogas S.A., es la activación de estos clientes en el sistema para comenzar a considerar su consumo mes a mes, es por esto que se ha determinado que la información de los clientes conectados debe estar ingresada en el sistema en un plazo no superior a los 5 días hábiles, ya que es a partir de este hito que los clientes pasan a formar parte de los clientes de la compañía.

Para lograr mantener la calidad de servicio que Metrogas S.A. busca entregar a sus clientes, y enfrentar al aumento sostenido en el número de conexiones que se pretende conseguir durante el presente año y durante los próximos 3 años, es que se hace necesario preocuparse de todos los aspectos que afectan al nivel de conexiones, tomando relevante importancia el apegarse a los tiempos de activación de los clientes en el sistema, que permita dar el paso definitivo para cumplir con las metas y objetivos planteados para el proceso.

El indicador A7 definido como “El 80% de los clientes activados en un plazo  $\leq 5$  días desde la fecha de conexión” utiliza el mecanismo de carga de datos directamente a la base de forma manual a través del área de planificación. Este ingreso permite tener conectada la información de conexión y de activación en el mismo lugar, tanto para las áreas comerciales como a las de activación y planificación, ayudando a entender cómo los esfuerzos enfocados en tiempos de respuesta disminuyen el manejo y manipulación de datos, impactando en el desempeño y resultado del negocio.

Como la labor de activación no solo depende de que esta sea en un plazo inferior a 5 días hábiles, sino que debe ser a todas y cada una de las direcciones conectadas, es que el indicador A8 se define como “Tasa de activación Acumulada”, y busca establecer como meta que el 100% de las direcciones activadas sea dentro de los primeros 30 días.

Este control se define con el fin de cambiar la perspectiva de prioridades del proceso, ya que los esfuerzos de conexión parecen terminar al momento de la conexión, sin considerar la última etapa y la definitiva para realizar la contabilización de los nuevos clientes.

## 5.2 COMPRENSIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS DATOS

### 5.2.1 Fuente de datos.

Una vez comprendido el negocio, analizada la estrategia a considerar por la SIS, asimilar los puntos de control a las perspectivas del Balance Scorecard y definido los indicadores de gestión, se continúa con la descripción de las fuentes de los datos generadas en la etapa de desarrollo del proceso de densificación.

Las fuentes de datos provienen de los diferentes quipos de trabajo de la empresa, como se vio en el capítulo 4, las áreas comerciales, y de control y pagos proveen al área de planificación de los datos útiles para el cálculo de los indicadores definidos.



A continuación se describen las fuentes de datos utilizadas, los archivos que los contienen y el área que mantiene la responsabilidad de su obtención.

- *Agendamientos diarios:* Este archivo sirve como base de toda la información de los programas diarios del proceso de densificación, es decir, en su interior se almacena información sobre cada dirección enviada a conexión, sus datos de contacto a cliente, contratista asignado, resultado de conexiones, etc.

Este consolidado tiene formato Excel, se genera anualmente y llega a almacenar más de 3500 registros, lo que se traduce en más 75.000 campos con datos, considerando el promedio de los registros almacenados en los archivos de los últimos cuatro años.

Esta planilla es controlada por el planificador de operaciones, el cual la alimenta diariamente con los programas enviados a cada contratista en terreno. Este programa diario también es recibido por la inspección en terreno, la que emite reportes diarios acerca de cada dirección programada.

- *Confirmación de llamadas:* La confirmación de las llamadas es realizada por el área de call center, el cual depende del área comercial. Los datos generados luego de realizar una confirmación con un cliente sobre su conexión futura, son almacenados diariamente en una base de datos Access. Esta base almacena la información de cada dirección y cliente, y su estado de confirmación, aceptando la conexión en las próximas programaciones o desistiendo del servicio.
- *Contratos mensuales:* La información de cada contrato realizado a un cliente es consolidada por el área comercial. Son ellos quienes al momento de realizar una venta gestionan y almacenan los datos de las direcciones contratadas. Se registran datos como fecha de venta, fecha de firma de contrato, datos del cliente, características de la conexión, etc. asignándoles una orden de servicio y una fecha de conexión.

Posteriormente las ordenes asignadas para una fecha en particular, serán consolidadas por el planificador de operaciones el cual verificará si cumple con las condiciones para ser enviada a terreno y planificar su conexión.

- *Evaluación contratistas:* Esta planilla es llevada en formato Excel por el área de control y pagos. En su interior almacena datos de las encuestas realizadas a cada cliente conectado.

Cada cliente es evaluado en 10 diferentes aspectos, como: puntualidad, calidad del trabajo, vestimenta, cordialidad, conocimiento técnico, entre otros, en una escala de uno a siete. Estos datos controlados por dirección, son almacenados traspasando los datos manualmente desde la encuesta física hasta el archivo Excel.

Idealmente cada dirección conectada debería tener una encuesta asociada, condición que en la actualidad no se cumple, pues existe alrededor de un 25% de encuestas que no son realizadas, son entregadas con datos erróneos o sencillamente no son devueltas al área de control y pagos para su ingreso.

- *Activación clientes:* El control de la activación de los clientes conectados mensualmente, es llevado por el área de control y pagos en un archivo Excel, donde se almacenan todas las direcciones conectadas. Luego de cada jornada de conexión la inspección en terreno debe entregar las fichas físicas de cada dirección, en donde se ratifican datos como: número de medidor, consumo inicial, orden de servicio, datos de clientes, entre otros.

Cada cierre de mes, debe coincidir la información almacenada por el planificador en relación a las direcciones efectivamente conectadas con las fichas recibidas por dirección, cuadrando las activaciones efectivas con el número de densificaciones realizadas.

- *Reporte de Inspección:* La inspección en terreno envía diariamente, a través de correo electrónico, un reporte en formato Excel sobre el resultado de la programación diaria, los datos de este reporte hacen mención a estados de las conexiones, horas de ingreso, observaciones de la conexión, módulo de ingreso, etc. Estos datos son ingresados manualmente al archivo “*agendamientos diarios*”, donde se almacena la información.

La relación existente entre cada área de trabajo y los reportes generados, se muestra a continuación en la Tabla 8.

ÁREA	DOCUMENTO
Planificación	Consolidado agendamientos diarios densificación
Área Comercial	Confirmación de llamadas
	Acumulado contratos anuales
Control y Pagos	Evaluación contratistas
	Acumulado anual de activación clientes
Inspección	Reporte diario de programa de densificación

Tabla 8: Fuente de datos densificación.

Para el almacenamiento de los datos obtenidos a partir de las diferentes fuentes existentes en el proceso, se utilizó el desarrollo de un Data Mart, el cual funciona como repositorio central de los datos. Además está conectado con la base Access de área comercial en donde se almacenan las confirmaciones de las llamadas diarias.

Se trabajó con la estructura de modelos estrella, es decir una tabla central y un conjunto de tablas secundarias conectadas únicamente a la tabla central. Cada tabla secundaria almacena la información de los documentos cargados por las áreas participantes del proceso, es decir, una tabla lock-up para la *Confirmación de llamadas*, una tabla para los *Contratos mensuales*, una para la *Evaluación contratistas*, una tabla secundaria para los *Agendamientos diarios* y otra para la *Activación clientes*.

Esta carga es realizada cada cierre de mes por los “administradores del sistema” para que los visualizadores puedan obtener los repostes y observar los KPI’s y proyecciones. En definitiva, el actor definido como usuario solo podrá visualizar los indicadores, mientras que el actor definido como administrador tiene las opciones de realizar la carga de los datos a la base, la generación de los KPI’s mensuales, modificar usuarios y definir administradores, otorgando contraseñas y perfiles.

La idea es tener un administrador por área de trabajo, es decir un administrador de planificación, un administrador del área comercial y un administrador del área control y pagos. El resto de los participantes y stakeholder posee perfil de usuario solo para la visualización de la información.

Luego de definir los actores, se señalan sus comportamientos en términos de operación con el sistema. Existen cuatro casos de uso globales, estos son: *administrar usuarios*, el que permite agregar/eliminar y otorgar privilegios de administrador; *cargar datos*, en donde se realiza la carga mensual; *generar indicadores*, que permite calcular los KPI's y proyecciones; y *visualizar indicadores*, donde se observan las tendencias, indicadores y pronósticos.

### 5.2.2 Desarrollo del ETL (Extraction, Transformation, Loading).

Las tareas de preparación de datos son clave para lograr que los datos seleccionados se integren finalmente en un entorno homogéneo, están compuestos de un conjunto de actividades que incluyen: seleccionar tablas, limpiar atributos, transformar registros, etc. susceptibles de ser realizadas múltiples veces y necesarias para construir el conjunto de datos confiables que se introducen en la herramienta de modelado.

- *Extracción/Extraction*

La primera parte del proceso ETL extrae los datos desde las planillas de origen de cada área y consideran los archivos utilizados por el área de planificación, control y pagos, y la base Access que almacena los datos del área comercial.

Se realiza una etapa de chequeo, por cada administrador de las áreas de trabajo, el que consiste en eliminar a través de un análisis superficial aquellos datos que presenten incoherencias de formato. Con este pre-procesamiento se busca que la tarea de extracción cause un impacto mínimo en el sistema. Pues como los datos a extraer son muchos, las bases y planillas utilizadas para el almacenamiento de datos se podría ralentizar.

Por esta razón, la tarea de extracción es programada en las primeras horas de los días de inicio de mes, en donde el impacto es mínimo, evitando la jornada PM donde se desarrollan las programaciones de cargas para la jornada siguiente.

- *Transformación/Transformation*

La fase de transformación aplica una serie de funciones sobre los datos extraídos para convertirlos en datos que serán cargados. Algunas fuentes de datos requieren alguna manipulación, aplicando las siguientes transformaciones:

De los archivos definidos, se seleccionan sólo ciertas columnas para su carga, la información duplicada en más de un archivo es dejado de lado (un ejemplo es la información de los datos de clientes, que se repite en todos los archivos). Se verifica el formato numérico de los campos IC (Identificador Comercial) y OC (orden de compra) y se verifica el largo de los campos para evitar llaves foráneas erróneas.

Adicionalmente se traducen códigos de trabajo, casos como, homogeneizar las fuentes y formatos de fecha de todas las planillas, estandarizando la estructura (día, mes, año, separadas por guion). Otra estandarización son los estados de conexiones almacenados, ejemplo de esto son los estados de conexiones realizadas positivamente, almacenados con el estado: dirección CONECTADA o cliente CONECTADO y en otras fuentes como dirección CONVERTIDA. Finalmente se establecen los estados de conexión como: CONVERTIDA, PENDIENTE, INCONVERTIBLE y DESISTIDA.

Se aplican validaciones de los datos, es decir se verifican los datos indicando cuando los datos están en el correcto formato, ejemplo de esto es la verificación del IC y número de orden, indicando cuando todos los registros mantienen el formato requerido (*Datos OK*). Otro ejemplo es la política de tratamiento para los datos erróneos, se rechaza solo el dato mal ingresado sin eliminar el registro completo, dándole al campo erróneo un valor nulo, con esto se muestra al usuario o visualizador de indicadores, el número de datos totalmente ingresado y los considerados para el cálculo del indicador. Luego de estas acciones se entregan los datos a la etapa de carga.

- *Carga/Loading*

La fase de carga es el momento en el cual los datos de la fase de transformación son cargados en el Data Mart. En algunas bases de datos se sobrescribe la información antigua con nuevos datos. Para el Data Mart diseñado, se prefirió agregar información nueva en cada ingreso, manteniendo un historial de los registros y así disponer de un rastro de toda la historia de un valor a lo largo del tiempo.

Una de las alternativas de carga era utilizar acumulación simple, es decir calcular los indicadores de forma externa a la base de datos y solo cargar los valores de los indicadores definidos, evitando las transacciones internas y transportando solo el resultado final en una única transacción al Data Mart. Finalmente se determinó ingresar todos los registros de los archivos y realizar las transacciones de forma interna.

Para la realización de esta carga se utilizaron Macros en donde se limpian datos erróneos. Al realizar esta operación se aplican todas las restricciones que se definieron en las etapas anteriores, (valores únicos, integridad referencial, campos obligatorios, rangos de valores, etc.).

Como se menciona en la etapa de transformación, Los datos detectados con error son ingresados a la base, pero no son considerado en los cálculos de los KPI's. Estas restricciones contribuyen a que se garantice la calidad de los datos en el proceso ETL, generando indicadores de confianza y conocimiento de los errores de ingreso.

Es así como esta etapa tiene como foco principal mejorar la calidad de los indicadores, es decir, entregar una base de datos respaldada en Access que remplace a las actuales planillas presentadas en formato Excel, permitiendo al equipo de trabajo poseer un mejor manejo de datos, entregando de manera más sencilla la obtención de información relevante de desempeño y gestionando de mejor manera las actividades desarrolladas en terreno.

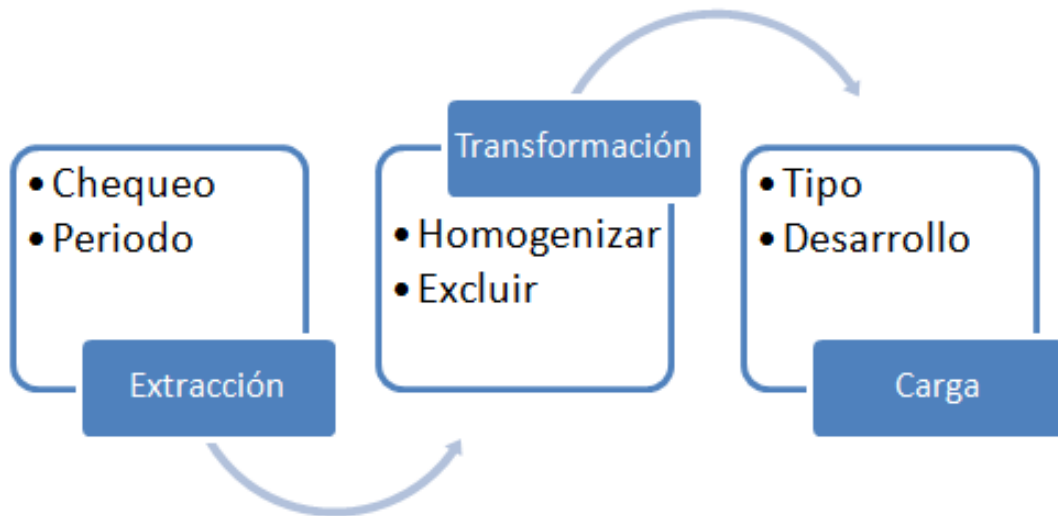


Figura 25: Etapas consideradas para el ETL.

## 5.3 MODELAMIENTO

### 5.3.1 Data Mart.

Siguiendo los lineamientos entregados por el enfoque Bottom up<sup>22</sup>, la estructura definida que tendrá la base de datos será la de un Data Mart, con el fin de responder a los requerimientos específicos de la Subgerencia de Instalaciones y Servicios. Esto entrega la posibilidad, de replicar el SCP para el resto de las subgerencias y generar, de este modo, un Data Warehouse gerencial o corporativo.

A continuación se muestra la estructura del Data Mart, señalando la tabla central o fact y las cinco tablas secundarias o lock-up.

La tabla fact se compone de las llaves foráneas del resto de las tablas secundarias, por otra parte las tablas lock-up contienen la totalidad de las variables almacenadas en las planillas de control de las áreas de trabajo.

Como se señaló en el punto 5.2.2., se elimina de las tablas secundarias las columnas repetidas en más de una tabla, solo dejando como llaves foráneas las columnas de IC y orden de trabajo. Es decir, si en la *tabla confirmación de llamadas* y en la *tabla contratos* tenemos, por ejemplo, información del rut de clientes, se mantiene solo una de ellas eliminando la redundancia.

El contenido de las tablas Lock-up es el siguiente:

- *T\_confirmacion\_de\_llamadas*: Contiene la información de la aceptación, rechazo o estado pendiente de las direcciones confirmadas, además de información de todas aquellas direcciones que no fueron confirmadas por el área comercial, es decir de aquellas direcciones en donde no se hizo esfuerzo por parte de Metrogas S.A. por tener un contacto previo con el cliente.

---

<sup>22</sup> Enfoque de “abajo a arriba”

- *T\_programa\_densificacion*: Contiene toda la información de conexión, desde el IC y OC, pasando por la dificultad de la conexión, su fecha y requerimiento de permisos municipales, hasta los reportes entregados por los inspectores en terreno, proporcionando información sobre el contratista asignado y su hora de ingreso al domicilio, junto con datos técnicos que si bien no son considerados para la obtención de los KPI's pueden ser utilizados en el futuro para la obtención de nuevos reportes con dimensiones adicionales.
- *T\_activaciones*: La tabla de activación de clientes, considera toda la información relevante entregada por el área de control y pagos, en relación a la activación de las direcciones conectadas, almacenando las fechas de activación, el número de medidor asociado y la fecha de recepción de fichas.
- *T\_contratos\_densificacion*: Se creó la tabla contratos, la que almacena datos de fecha de venta, fecha de contratación y fecha de ingreso en sistema. Además se almacenan datos de la ejecutiva responsable, evaluación en terreno, número de orden de contrato, IC y datos del cliente.
- *T\_evaluacion\_cliente*: Esta tabla contiene la información traspasada desde las encuestas desarrolladas en terreno. Se ingresan datos de IC, orden de trabajo y evaluador, junto con los tópicos de evaluación y sus respectivas calificaciones. Si existen encuestas erróneas, también son ingresadas al sistema pero no son consideradas para el cálculo del indicador, pues es necesario conocer el universo de evaluaciones realizadas en relación a la totalidad de las conexiones ejecutadas.

A continuación se muestra la estructura estrella utilizada para el almacenamiento de los datos en le Data Mart, mostrando la tabla central o fact y las cinco tablas secundarias o lock up.



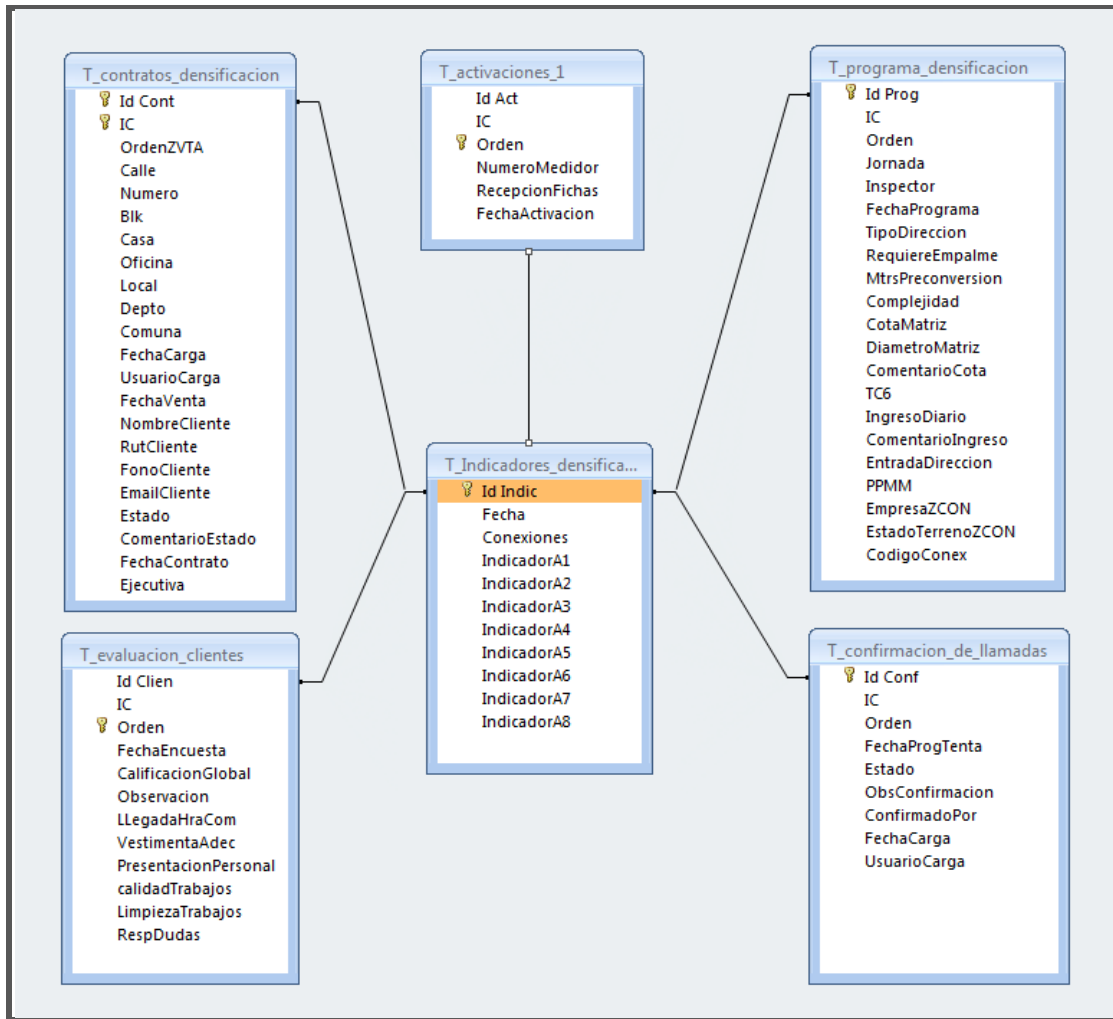


Figura 26: Esquema Estrella en Base de datos Data Mart.<sup>23</sup>

### 5.3.2 Data Mining.

A continuación se explican los modelos utilizados en la aplicación de Data Mining para el SCP. Su enfoque está dividido en dos frentes: *modelos descriptivos*, que muestran el comportamiento pasado; y los *modelos predictivos*, que señalan el comportamiento futuro.

<sup>23</sup> Fuente: Elaboración propia basado en [30]

### 5.3.2.1 Modelos descriptivos

Para los modelos descriptivos se utilizó la definición de los ocho KPI's, descritos en el punto 5.1.4. Para ellos se especifica a continuación los puntos a analizar y la información a mostrar en el despliegue.

- *Descripción del Indicador:* Señala los aspectos relevantes del indicador y son estos los que ayudarán a su comprensión.
- *Fórmula de Cálculo:* Fórmula utilizada para la obtención del valor o resultado del Indicador.
- *Frecuencia de Medición:* Indica cada cuanto tiempo se registrará la medición, señala cada cuanto el Indicador se debe actualizar.
- *Unidad de Medida:* Corresponde a la unidad o dimensión en que se entrega el resultado del Indicador.
- *Valor actual y valor mes anterior:* Señala el valor de cálculo del mes actual y su comparación con un mes del pasado.
- *Meta:* Corresponde al valor que ha sido definido como referencia (estándar) para determinar si el resultado del indicador es favorable o no.
- *Tendencia:* Corresponde a los valor que muestra la historia del indicador.

### 5.3.2.2 Modelos predictivos.

Si se tuviesen que clasificar las prácticas que utiliza la SIS para determinar el número de conversiones a gas natural venideras, se observa que las entidades directivas en conjunto con el área de planificación opinan en base a su propio juicio y expertise.

Para predecir el valor de las conexiones futuras, utilizando un respaldo matemático y considerando los datos históricos disponibles (Muestra de 72 datos desde el año 2007 al 2012, ver tabla 04). Se utilizaron los tres modelos de pronóstico estudiados en el punto 3.5.6., los cuales son: modelo de *promedios móviles*, *promedios móviles ponderados* y *suavización exponencial*.

El SCP permite comparar estos modelos y entregar el desempeño de cada uno de ellos en base a los nuevos datos que se vayan ingresando mes a mes. Esto es posible debido a que cada uno de los pronósticos no tan solo muestra las conexiones mensuales, sino que también el MAE asociado a cada uno de ellos.

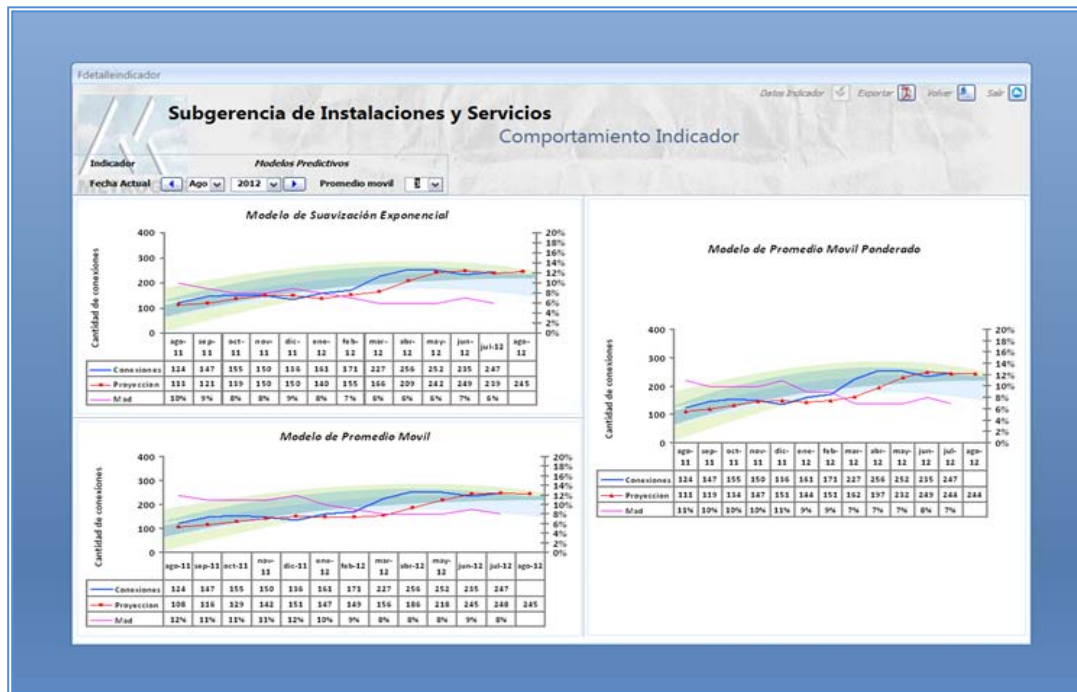


Figura 27: Imagen de Modelos de Pronóstico.

Es necesario destacar que el usuario del sistema tiene la facultad de visualizar los tres modelos en paralelo, y también puede modificar la base del periodo “n” de los modelos de promedios móviles y promedios móviles ponderados, vislumbrando un conjunto de nuevos resultados con sus respectivos errores asociados.

La utilidad que entrega la programación de estos modelos de pronóstico, permite poseer una herramienta potente para la toma de decisiones por parte de los directivos de la SIS. Más interesante se torna si consideramos la simpleza de la configuración de los parámetros y la velocidad de cálculo de los modelos. Esto lo convierte en un mecanismo de control eficiente que responde a las necesidades actuales de la subgerencia, y el cual no requiere de inversiones de alto costo para la compañía.

## 5.4 EVALUACIÓN

Se designó la realización de pruebas del prototipo, para comparar los valores que presenta el área de control y pagos (encargada de la activación), el área de planificación y el área comercial con los que se muestran en la base, para lograr una definitiva validación de esta herramienta de inteligencia de negocios. Este periodo de prueba es importante para chequear la relación entre los objetivos estratégicos y los indicadores que los sustentan, en definitiva se revisa si ellos están bien definidos o si es necesario hacer cambios.

### 5.4.1 Análisis de resultados para medidas descriptivas

Para presentar los resultados obtenidos del modelo y los KPI's desplegados en el Sistema de Control y Pronóstico (SCP), se realizó una comparación entre los valores entregados por el sistema y los calculados por las áreas de trabajo, durante un plazo de ocho meses, periodo que comprende desde agosto del 2012 a abril del 2013, con esto se consiguieron márgenes de error y comportamiento de indicadores.

A continuación se muestran los tiempos de carga y cálculo de indicadores y pronósticos mensuales a partir de los datos entregados por las diferentes áreas de trabajo.

TIEMPO DE CÁLCULO										
		ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13
Tiempo	Segundos	95	87	92	90	98	94	99	97	93

Tabla 9: Tiempo de demora del sistema en calcular indicadores y pronósticos.

El tiempo promedio de carga de los datos al sistema y el cálculo de proyecciones y KPI's, para el periodo de prueba de ocho meses fue de 93,75 segundos, lo que equivale a 1 minuto y 30 segundos aproximadamente. En el transcurso de este intervalo de tiempo, los sistemas quedan inoperables, por lo que se recomienda realizar este cálculo dentro de las primeras horas del día donde la carga de trabajo es menor.

El Sistema de Control y Pronóstico está compuesto por indicadores *descriptivos* (muestran el comportamiento pasado), que en este caso son los KPI,s definidos en los capítulos anteriores, y las medidas *predictivas* (predicen el comportamiento futuro) correspondientes a las proyecciones de las conexiones mensuales.

Para las medidas descriptivas, se obtienen los datos del mes anterior y se agrupan para obtener los valores de los ocho KPI's. (Cumplimiento de fechas, efectividad de conexiones, evaluaciones, etc.).

En la Tabla 10 se muestran los valores comparativos para los indicadores definidos, contrastando los valores reales obtenidos por las diferentes áreas de trabajo y los generados de forma automática a partir del SCP.

Para las medidas de gestión consideradas como descriptivas, el Sistema de Control y Pronóstico acertó en un 100% a los valores “acordados” como definitivos por las áreas de trabajo del proceso de densificación. El término “acordados” es utilizado ya que en la mayoría de los casos los indicadores de gestión entregados por el sistema, no coincidían con los valores calculados en primera instancia por las áreas de trabajo, pero luego de analizar el cálculo manual, se encontraban errores de cálculo y de manipulación de algún dato. Lo que significaba un re trabajo hasta llegar finalmente al valor entregado por el sistema.

MEDIDAS DESCRIPTIVAS										
		ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13
A1	Valor estimado	54%	81%	53%	45%	57%	48%	36%	45%	26%
	valor real	54%	81%	53%	45%	57%	48%	36%	45%	26%
A2	Valor estimado	95%	82%	86%	58%	63%	55%	53%	59%	39%
	valor real	95%	82%	86%	58%	63%	55%	53%	59%	39%
A3	Valor estimado	92%	87%	87%	89%	87%	81%	85%	82%	89%
	valor real	92%	87%	87%	89%	87%	81%	85%	82%	89%
A4	Valor estimado	100%	100%	100%	100%	69%	64%	55%	52%	56%
	valor real	100%	100%	100%	100%	69%	64%	55%	52%	56%
A5	Valor estimado	78%	70%	68%	68%	75%	77%	75%	71%	74%
	valor real	78%	70%	68%	68%	75%	77%	75%	71%	74%
A6	Valor estimado	68%	59%	48%	55%	62%	64%	70%	58%	61%
	valor real	68%	59%	48%	55%	62%	64%	70%	58%	61%
A7	Valor estimado	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%
	valor real	100%	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%
A8	Valor estimado	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	valor real	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 10: KPI's calculados automáticamente v/s KPI's calculados manualmente.

A continuación se describen las variables de los indicadores descriptivos, donde se almacenan los valores de los KPI's mensuales.

T_indicadores_densificacion					
Nombre de columna	Tipo	Estadísticas	Rango	Missing	%
<b>Id Indic</b>	Interger	None	None	0	0%
<b>IndicadorA1</b>	Interger	avg = 0,56 +/- 0,23	[0;1]	0	0%
<b>IndicadorA2</b>	Interger	avg = 0,67 +/- 0,17	[0,38;1]	0	0%
<b>IndicadorA3</b>	Interger	avg = 0,72 +/- 0,18	[0,29;1]	0	0%
<b>IndicadorA4</b>	Interger	avg = 0,76 +/- 0,21	[0,38;1]	0	0%
<b>IndicadorA5</b>	Interger	avg = 0,75 +/- 0,14	[0,49;1]	0	0%
<b>IndicadorA6</b>	Interger	avg = 0,73 +/- 0,18	[0,41;1]	0	0%
<b>IndicadorA7</b>	Interger	avg = 0,94 +/- 0,08	[0,77;1]	0	0%
<b>IndicadorA8</b>	Interger	avg = 1 +/- 0,00	[1;1]	0	0%

Tabla 11: Resumen de variables T\_indicadores\_densificacion

Estas tablas resumen (Tabla 11 y Tabla 12) no presentan campos *Missing*, ya que sus registros son llenados mensualmente a partir de las cinco tablas Lock-up restantes (ver punto 5.3.1). A estas tablas si se les realiza el tratamiento de limpieza de datos erróneos y/o faltantes, puesto que presentan campos con problemas, los que son dejados fuera del cálculo de los indicadores, almacenando el número total de registros, los registros válidamente considerados y el número de datos excluidos.

#### 5.4.2 Análisis de resultados para medidas predictivas

Las medidas predictivas, se realizan a través de series de tiempo, (promedios móviles, promedios móviles ponderados y suavización exponencial). Los resultados mensuales de estos tres modelos, son mostrados en forma simultánea con sus respectivas medidas de error asociado, para poder visualizar cuál de ellas se ajusta de mejor manera al valor real.

Los archivos Excel utilizados para almacenar la información de las conexiones anuales, llega a almacenar más de 3500 registros, lo que se traduce en mas 75.000 campos con datos, considerando el promedio de los registros almacenados en los archivos de los últimos seis años.



Para el cálculo de las proyecciones se utilizaron 22.719 registros de direcciones a conectar compuestos por datos desde el mes de enero del año 2007 hasta el mes de diciembre del año 2012, de acuerdo a la variable *Estado* que indica si la conexión fue realizada con éxito o no. Del total de registros se contabilizaron 322 que no indican el estado de la conexión, las cuales fueron dejadas fuera del cálculo de las proyecciones.

Cada archivo anual, almacena mensualmente aquellas direcciones que se envían a terreno para ser conectadas. Para cada mes se almacena el total de direcciones enviadas a terreno y las conectadas exitosamente, lo que da origen al indicador A6 (Efectividad del agendamiento, direcciones planificadas v/s conectadas).

Como ya es conocido el valor mensual de estas conexiones efectivas, no puede existir un valor null para este campo, este registro es almacenado mensualmente en la tabla *T\_Indicadores\_densificacion*, en la variable *conexiones* (El detalles del valor de estas conexiones se encuentra en la Tabla 4).

A continuación se describe la variable *Conexiones* y la variable *Fecha* utilizadas para realizar el cálculo de las proyecciones mensuales.

Conexiones_mensuales					
Nombre de columna	Tipo	Estadísticas	Rango	Missing	%
Conexiones	Integer	avg = 83,07 +/- 69,01	[19;282]	0	0%
Fecha	Date	Length = 0 days	[31-01-2007;31-12-2012]	0	0%

Tabla 12: Resumen de variables Conexiones\_mensuales

Conocido el valor de las conexiones para un periodo de tiempo, es posible calcular un promedio móvil, un promedio móvil ponderado o una suavización exponencial. Para esto el usuario debe ingresar el valor de los meses a considerar para el cálculo, lo que entrega proyecciones diferentes según el valor del intervalo de tiempo.

Cada vez que el usuario ingresa el valor del periodo a calcular, el SCP recalcula las proyecciones, generando gráficas y calculando los errores (MAE) asociados a cada proyección (Esto en el caso de los promedios móviles, ya que en el caso de la suavización exponencial, por su estructura de cálculo, solo es requerido el valor de los dos últimos periodos de conexiones).

Se consideró para la evaluación de resultados un valor de N=3 en el cálculo de los promedios móviles (es decir el promedio móvil es calculando considerando los 3 valores anteriores). Esta consideración es realizada puesto que el que sistema permite seleccionar el periodo entre 1 y 15 meses para el cálculo de las proyecciones.

MEDIDAS PREDICTIVAS (N=3)										
		ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13
	valor real	171	227	256	252	235	247	282	250	241
PMP	Valor Predicción	151	162	197	232	249	244	244	263	260
	MAE	6%	5%	5%	5%	5%	5%	4%	5%	5%
PM	Valor Predicción	149	156	186	218	245	248	245	255	260
	MAE	6%	5%	5%	5%	6%	5%	5%	5%	6%
SE	Valor Predicción	155	166	209	242	249	239	245	271	256
	MAE	6%	6%	5%	4%	5%	4%	4%	5%	5%

Tabla 13: Predicción de conexiones v/s conexiones reales.

Con la implementación de los modelos de Promedios Móviles, Promedios Móviles Ponderado, Suavización Exponencial, y los datos de conexiones mensuales de los últimos seis años, se han conseguido errores inferiores al 7%. Teniendo un mejor resultado (menor MAE) en el pronóstico de promedio móvil ponderado (PMP) y la proyección a partir de suavización exponencial (SE).

Este periodo de prueba depende de varios factores principalmente la frecuencia de medición que tendrán los indicadores, para el caso desarrollado y por tratarse principalmente de indicadores medidos en forma mensual un semestre u ocho meses es tiempo razonable para realizar las pruebas respectivas.

### 5.4.3 Análisis de resultados a partir de juicio experto

El Sistema de Control y Pronóstico fue presentado a los jefes de cada área involucrada en la obtención de los datos ingresados al sistema. Estos líderes de las áreas de Metrogas son:

- Jefe de Planificación
- Jefe atención de clientes (Ex jefe de Planificación)
- Jefe Comercial (Área Comercial)
- Jefe Activación y Pagos
- Gerente de Ingeniería, Construcción y Operaciones (GICO)
- Sub gerente de Instalaciones y Servicios

A estos tomadores de decisión se les mostró el prototipo y se les consultó acerca de la aplicabilidad y mejoras en los actuales mecanismos de medición de las conexiones mensuales e indicadores de gestión.

En general todos los consultados señalan que si se logra una buena implementación y se consigue que los destinados a realizar las cargas mensualmente cumplan la tarea definida, sería una herramienta importante de consolidación y de centralización de información.

El Jefe Activación y Pagos fue enfático en señalar que “si se logra introducir esta nueva forma de trabajar en el personal que lleva más años realizando la obtención de indicadores, se lograrán mejoras significativas en tiempos de respuesta y menores tiempos de retrabajo en el cálculo de indicadores”. Por otra parte el Jefe de atención de clientes (Ex jefe de Planificación), señala que no existían herramientas de visualización al alcance de todas las áreas, que permitiesen conocer el comportamiento del proceso en su conjunto ni las posibles conexiones al siguiente mes.

En otro sentido, el jefe del área comercial, señala que mientras la herramienta diseñada no se encuentre totalmente validada e implementada, no se dejarán de calcular los indicadores por parte del área comercial, lo que significa duplicidad de trabajo por el hecho de tener que procesar la información a través del SCP y mantener la metodología antigua la cual condujo a errores involuntarios pero perjudiciales en la manipulación de datos.

Por último, no todos los involucrados pudieron cuantificar las mejoras que introduce este nuevo método de control y gestión, salvo el gerente de la GICO el cual indicó que con una buena implementación se podrían lograr mejoras que rodeen el 80% para la disminución de los tiempos de obtención de indicadores.

En relación con lo mismo, la jefa del área de planificación, señala que con una disminución en los tiempos destinados mes a mes en la obtención de KPI's, se generarán holguras que permiten asignar tiempo para la realización de tareas de análisis o contener un aumento en las cargas de trabajo en alrededor de un 20% sin requerir la contratación de planificadores adicionales.

## 5.5 DESPLIEGUE

Al comenzar la implementación de la nueva base de datos en Access, se diseñó la interfaz entre el usuario y el sistema, basado en diversos formularios que permiten un ingreso de datos y una visualización de los mismos de manera sencilla y cercana con los usuarios, obteniendo gráficos que permiten analizar el comportamiento de los operadores, contratistas y el avance de cada proceso, entregando una mejor interfaz que la utilizada anteriormente con Microsoft Excel.

A continuación se muestran la pantalla principal del SCP, junto con el conjunto de indicadores definidos para el proceso de densificación, señalando el caso del perfil "Administrador" donde los botones de manipulación se encuentran activos (Figura 28).



Figura 28: Menú principal del Panel de Control SIS.

Una vez dentro, el indicador muestra diferentes sectores de información (Figura 29), la visualización del porcentaje de cumplimiento, la descripción de la totalidad de los datos obtenidos y los considerados para el cálculo del indicador. Otro sector señala a través de un semáforo (rojo, amarillo y verde), el nivel de cumplimiento de la meta para el indicador. La parte externa del semáforo muestra el color rojo, si el indicador está por debajo de la meta definida, y el color verde si esta se cumple.

Además, al centro del semáforo, se enciende una luz amarilla si el indicador esta dentro de la banda definida como de “comportamiento limite “, es decir esta dentro del 5% del valor de la meta (tanto superior como inferior).

El semáforo señalado como “Mes Comparación” permite comparar el mes actual con cualquier otro, de esta manera se permite ver en forma rápida y gráfica las mejorías respecto al mes anterior o al mes espejo (valor del mismo mes del año anterior) es decir entrega una mirada rápida de la variación del indicador.

A continuación se muestran la pantalla de visualización del indicador, junto con los sectores de información, y los botones de desplazamiento entre las pantallas.



Figura 29: Menú de visualización del indicador (datos ficticios).

Al oprimir el botón “Detalle Indicador” se despliegan gráficas de aspectos relacionados con los indicadores, junto con el desglose de los datos, permitiendo analizar tendencias de comportamiento de acuerdo a los valores obtenidos en cada medición, a continuación en la Figura 30 se muestra el ejemplo mencionado:

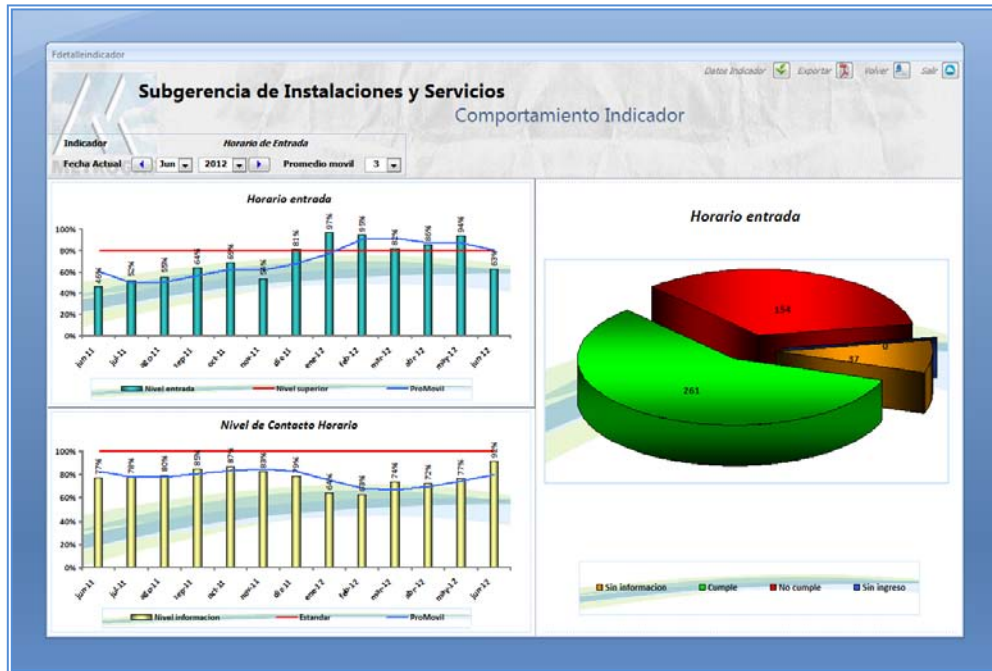


Figura 30: Menú de detalle de resultados de indicadores.

Para generar un archivo con el detalle de los resultados de cada indicador sólo basta presionar sobre el botón “Exportar”, en efecto se mostrará un cuadro con los detalles del indicador en la hoja de un archivo nuevo que puede ser llevado a formato PDF, WORD o directamente impreso (Figura 31).

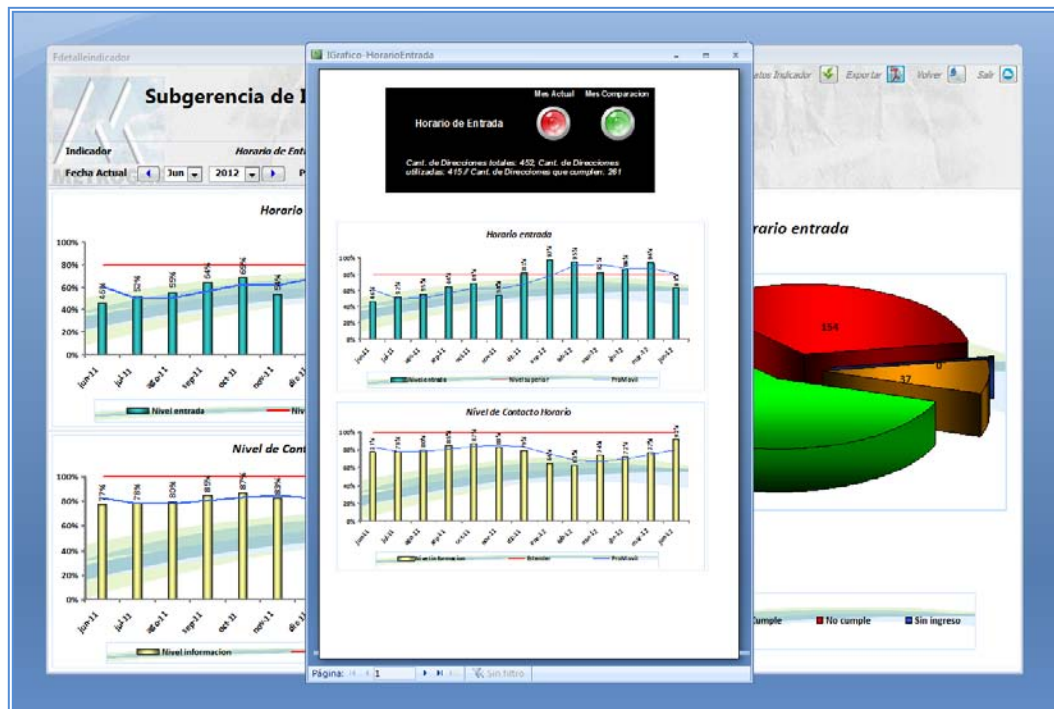


Figura 31: Imagen de documento con datos exportados.

También se permite ingresar al detalle de los datos utilizados para el cálculo mensual, los que podrán ser visualizados o exportados a archivos Excel (Figura 32).



Subformulario CDias

**Subgerencia de Instalaciones y Servicios**

Datos del Indicador

Indicador: Horario de Entrada

Fecha Datos: Jun 2012

FechaCont	Indicador	IdIndicador	IC	Orden	FechaPrograma	Horario	IngresoD	IngresoEstado
01-06-2012	Horario de Entrada	900020120	2347020		23-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900040029	2205289		28-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900052613	2206296		24-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900020121	2341355		26-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900018322	2277781		04-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	331918027	2320683		18-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	205030604	2322050		13-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900091599	2301802		15-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900090818	2292280		23-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900115391	2344902		26-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900070225	2342720		20-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900098128	2344278		18-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900064651	2294091		24-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	230032008	2333558		14-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	220550008	2242210		22-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900122222	2321812		01-06-2012		Cumple	Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900109848	2333827		04-06-2012		Cumple	Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	230161292	2324920		04-06-2012		Cumple	Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900172020	2446381		20-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900109848	2333827		02-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	270077303	2332914		05-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900000000	2298426		22-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	243881701	2344827		18-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	380003008	2344383		23-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900000000	2327076		08-06-2012		Cumple	Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900090003	2298427		22-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900002720	2341474		22-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900123111	2411351		13-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	554068120	2220047		18-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	283000301	2307884		08-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	306500331	2200427		20-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900020120	2311298		23-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	900040120	2322280		23-06-2012			Sin información
01-06-2012	Horario de Entrada	3440527027	2320340		18-06-2012			Sin información

Figura 32: Menú de datos utilizados para el cálculo del indicador.

En definitiva el SCP contiene bastante información que permite realizar los cambios y/o ajustes necesarios para ir mejorando la gestión y control de los procesos que lleva a cabo la subgerencia actualmente, además da la flexibilidad para incorporar nuevos indicadores en el momento que sea necesario.

Por otro lado, se puede mencionar que para la mayoría de los indicadores la frecuencia de medición es mensual lo cual ayudará a tener un control permanente de ellos. De esta misma forma el SCP se actualizará con la misma frecuencia y será divulgado en toda la subgerencia.

## 6 CONCLUSIONES GENERALES

Luego de desarrollar este trabajo de tesis, se puede concluir que en la Subgerencia de Instalaciones y Servicio de Metrogas S.A., existían tareas dentro del proceso de densificación, que no estaban optimizando los recursos de la empresa. La obtención de reportes de forma rápida y eficiente, el pronóstico de conexiones futuras, la definición de metas, el cálculo de brechas de desempeño, y los canales de comunicación entre las áreas comerciales y las diferentes áreas de la SIS, no aportaban el debido valor a la organización.

Lo que se buscó con la implementación de este Sistema de Control y Pronóstico fue entregarle las herramientas necesarias a la SIS de manera de proporcionarle más valor a estas actividades y optimizar los recursos disponibles. Con ayuda de las tecnologías de información el proceso de densificación puede llegar a estar mejor gestionado, logrando una comunicación efectiva entre las áreas involucradas.

Los cambios en los sistemas dentro del área de planificación, corresponden, entre otras cosas, a la transformación o paso desde trabajos desarrollados manualmente o sencillamente no desarrollados, como es el caso de obtención de graficas e interpretación de tendencias, a desarrollar actividades de forma computacional, lo que desemboca en transformaciones en la metodología de trabajo de la subgerencia y en sus sistemas actuales.

Las propuestas de mejora establecidas, no modifican en gran manera los recursos del área de planificación, ni se debe incurrir en cambios de alto nivel, ya que se utilizaron las herramientas disponibles en la compañía, sin incurrir en licencias que Metrogas S.A. no considera dentro de sus procesos de manejo de datos, permitiendo sostener sin inconvenientes las interfaces necesarias para la visualización y almacenaje de la información.

Los mayores cambios que produce la mejora del proceso en el área de planificación, están ligados a cambios personales y culturales, debido a que se modifican metodologías de trabajo las cuales han permanecido dentro del área durante largo tiempo, por actividades tecnológicas las cuales deben ser adoptadas por los diferentes componentes de la SIS.

El diseño del modelo ayudo a definir en forma definitiva los principales objetivos estratégicos de la subgerencia, los cuales, si bien es cierto, algunos estaban definidos no eran parte fundamental de la organización y tampoco eran conocidos, ahora al tenerlos formalizados, serán parte diaria del quehacer de todos los trabajadores y ayudarán a dar las directrices del camino a seguir por la organización, este aspecto era uno de los puntos establecidos en los objetivos específicos del trabajo de tesis y que finalmente ha sido logrado.

Además, ayudará a tener un mayor compromiso de las diferentes áreas de la subgerencia y permitirá que todas estén alineadas con los objetivos definidos, hasta la fecha cada área velaba por sus propios intereses que muchas veces no necesariamente correspondían a los definidos por la organización.

Dentro de los logros está la creación del SCP con todos sus indicadores y mecanismo de proyección de conexiones futuras, punto establecido como uno de los más importantes objetivos del trabajo, además este aspecto permitirá mostrar a la subgerencia como innovadora dentro de aquellas que influyen en el manejo del proceso de densificación, y que confirmará su permanente preocupación por la mejora continua.

En definitiva, se puede señalar que el diseño e implementación del Sistema de Control y Pronóstico (SCP) basado en Inteligencia de Negocios será de mucha utilidad para el desarrollo de la Subgerencia de Instalaciones y Servicios (SIS), pues ha logrado cumplir cabalmente los objetivos planteados inicialmente a pesar que algunos de estos se verán plasmados con la implementación propiamente tal.

## 7 REFERENCIAS

- [1] Metrogas S.A. «Memoria Anual 2012», Santiago, 2012.
- [2] Metrogas S.A. «Revista Conexión» Edición N°165, Santiago, 2012.
- [3] Gamma Ingenieros «Estudio de mercado de Gas Natural entre las regiones del Maule y Los Lagos», Ministerio de Energía, 2010.
- [4] S. Liman y H. Reijers, «Best practices in business process redesign: validation of a redesign framework», Computers in Industry, Eindhoven, 2005.
- [5] CSG Professional Services inc., «Rapid requirement Discovery for Business Intelligence», 2007.
- [6] Centro de Encuentro BPM,S.L., « BPM Business Process Management – Gestión de Procesos de Negocio», 3 de noviembre 2009.
- [7] Wiley Publishing, Inc., « Introducción a BPM para Dummies, edición especial de Software AG », Indianápolis, Indiana.
- [8] Margoluis, R. y Salafsky, N. «Measures of Success: Designing, Managing and Monitoring Conservation and Development Projects», Washington, D.C., Island Press, 1998.
- [9] Edmundo Robinsón Castellanos «Enfoque estratégico de las Organizaciones», Available: [www.tablero-decomando.com](http://www.tablero-decomando.com). [Último acceso: 05 06 2011].
- [10] Cerrud, A «Proceso de Planificación Estratégica», USMA, 2002.
- [11] Kaplan, Robert S. y David P. Norton «Dominar el sistema de gestión», Boston, Harvard Business Review, Enero 2008.
- [12] Kaplan, Robert S. y David P. Norton «The Strategy-focused organization», Boston, Harvard Business School Press, 2000.
- [13] Vitt, E, Luckevich, M & Misner, «Business Intelligence, Making Better Decision faster», Microsoft Press, 2002.
- [14] Symposium on progress in information & communication technology, «Business Intelligence systems: state of the art review and contemporary applications », 2009.

- [15] Gibson, M, Arnott, D, Jagielska, I, & Melbourne, «Evaluating the intangible benefits of business intelligence», 2004.
- [16] Luhn, HP «A Business Intelligence System», IBM Journal of Research and Development, Vol.2, 1958.
- [17] Moss, L & Atre, S «Business Intelligence roadmap: The complete lifecycle for decision-support applications» Addison-Wesley, Boston, MA, 2003.
- [18] Moss, L & Hoberman, «The importance of data modeling as a foundation for business insight», Teradata, 2004.
- [19] Adelman, S & Moss, L «data Warehouse project management», Addison-Wesley, Upper saddle River, NJ, 2000.
- [20] Markarian, J, Brobst, S & Bedell, J «Critical success factors deploying pervasive BI (Join white paper)», Informatica, Teradata, MicroStrategy, USA, 2007.
- [21] Whitehorn, M & Whitehorn, M «Business Intelligence: The IBM Solution Datawarehousing and OLAP» Springer-Verlag, NY, 1999.
- [22] Cognos « What is business intelligence», Cognos corporation, 2007.
- [23] Ing. S «A strategic approach ti intelligence», SAScom Magazine, 2007.
- [24] Oracle «Oracle business intelligence and enterprise performance management», 2007.
- [25] Petrini, M & Pozzebon, M, « What role is “Business intelligence” playing in developing countries? A picture of Brazilian companies», Cahier du GReSI, Vol 4, 2004.
- [26] Chang, E « Advanced BI Technologies, trust, reputation and recommendation system» Bussines Intelligence conference, Sydney, Australia, 2006.
- [27] Reinschmidt, J & Francoise, A «Business intelligence Certification guide» IBM, International technical support organization, San José, CA, 2000.
- [28] Negash, S « Bussines intelligence: Communications of the association for information system » Vol.13, 2004.
- [29] Kulkarini, J & King, R «Business intelligence systems and data mining» SAS Institute, 1997.
- [30] Gangadharan, GR & Swami, SN «Business intelligence systems: Design and implementation strategies», 26th conference information technology interfaces ITI, 2004.

- [31] Fisher, CW, Lauria, E, Chengalur-Smith, I & Wang, RY «Introduction to Information quality», MITIQ Press, Cambridge, MA, 2007.
- [32] Olszak, C & Ziemba, E «Approach to building and implementing business intelligence systems» Interdisciplinary journal of information, knowledge and management. Vol.2, 2007.
- [33] Surajit Chaudhuri & Umeshwar Dayal « An overview of data warehousing and OLAP technology» Microsoft Research , HP Labs.
- [34] Carmen Gloria Wolff « Modelamiento Multidimensional» Depto. Ing. Informática y Ciencias de la Computación, facultad de Ingeniería, Universidad de concepción.
- [35] G. Satyanarayana Reddy et. Al. «Data warehousing, data mining, olap and oltp technologies are essential elements to support decisión-making process in industries», International Journal on computer science and engineering. Vol.2. 2010.
- [36] Claudio Cesares «Data Warehousing», Available: [www.willydev.net](http://www.willydev.net) [Último acceso: 05 05 2013].
- [37] R. Kimball & M. Ross « The Data Warehouse toolkit: the complete guide to dimensional modeling», 2° ed. Wiley Publishing, 2002.
- [38] Denisse F.Garnica P. «Tesis: Pronóstico a Corto Plazo de Afluencia de Pasajeros utilizando técnicas de Data Mining: Metro S.A.», Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial, Santiago, 2011.
- [39] Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, «Métodos Estadísticos para la estimación de Ingresos», México, 2006.
- [40] Enders, W. «Applied Econometric Times Series»,John Wiley & Sons, Inc. United States, 1995.
- [41] U. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro & P. Amyth «From data mining to knowledge discovery in databases», AI magazine, 1996.
- [42] R.S. Kaplan & D.P. Norton «Como dominar el sistema de gestión», Harvard Business Review. 2008.
- [43] Linstone, H., Turoff, M. «The Delphi Method. Techniques and Applications», Addison-Wesley, 1975.

# 8 ANEXOS

## 8.1 FLUJOGRAMA DE PROYECTOS

### Proceso Inmobiliario.

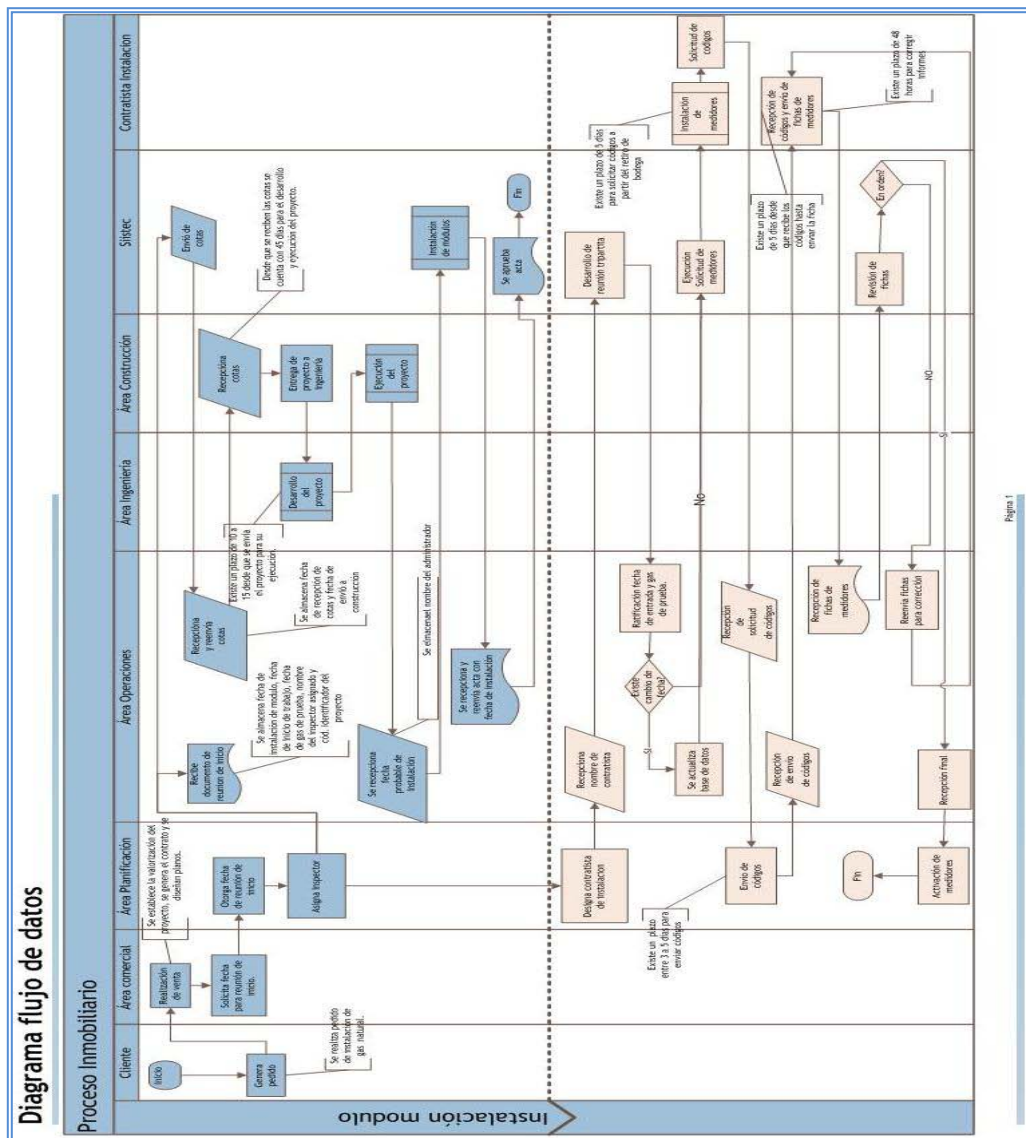


Figura 33: Flujograma proceso inmobiliario.

Proceso comercial.

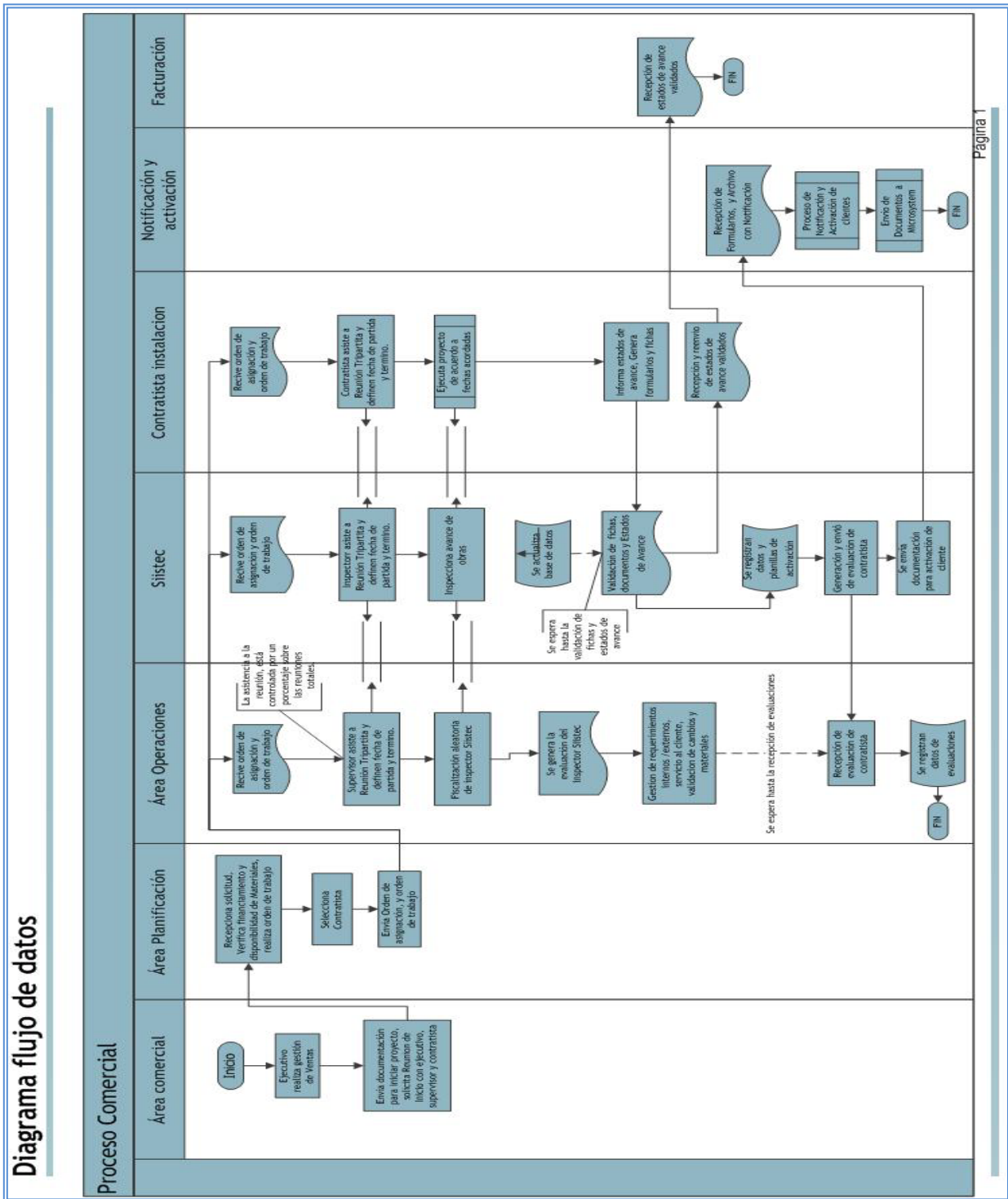


Figura 34: Flujograma proceso comercial.



Proceso calefacción central.

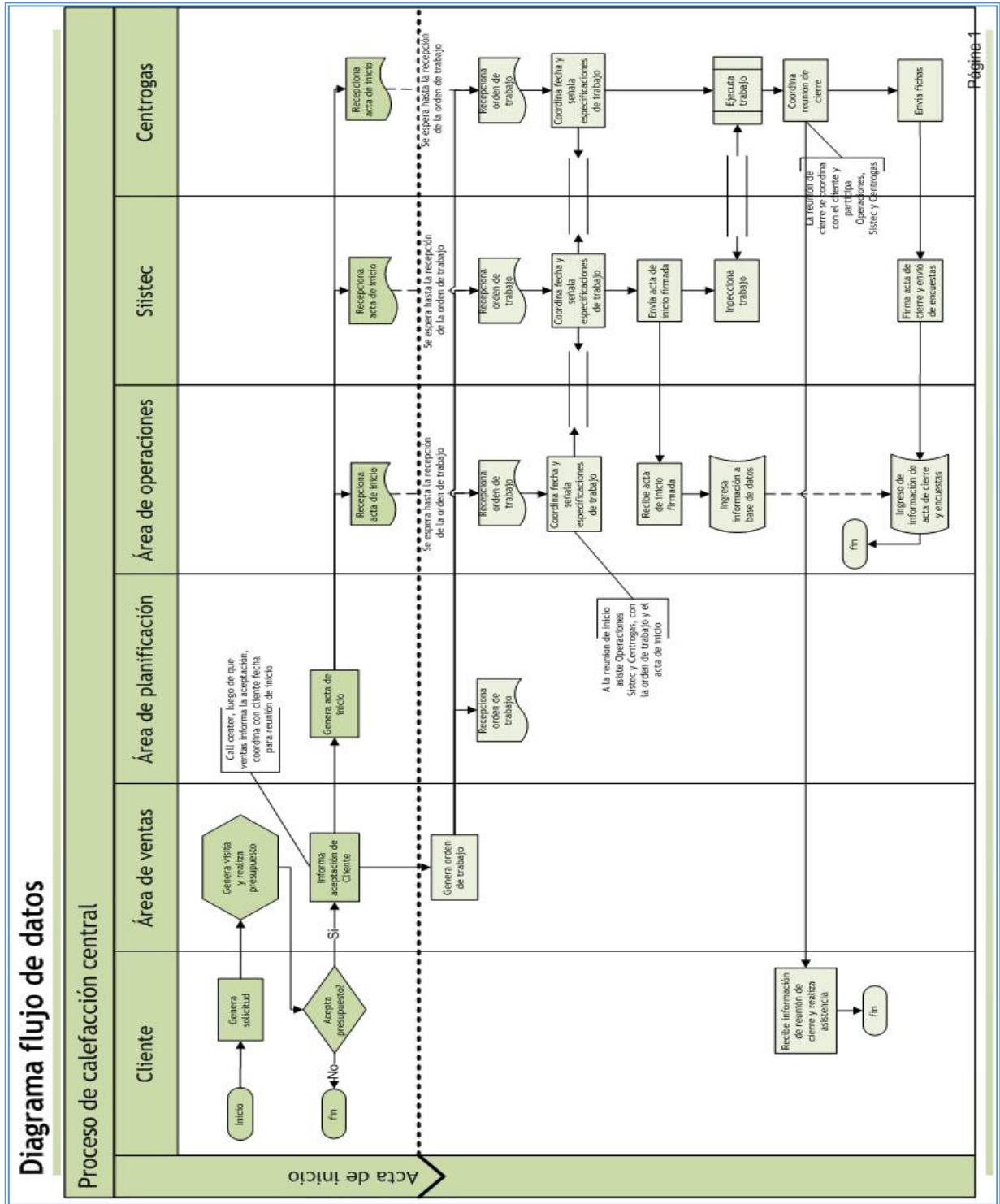


Figura 35: Flujograma proceso calefacción central.

Proceso proyectos domiciliarios.

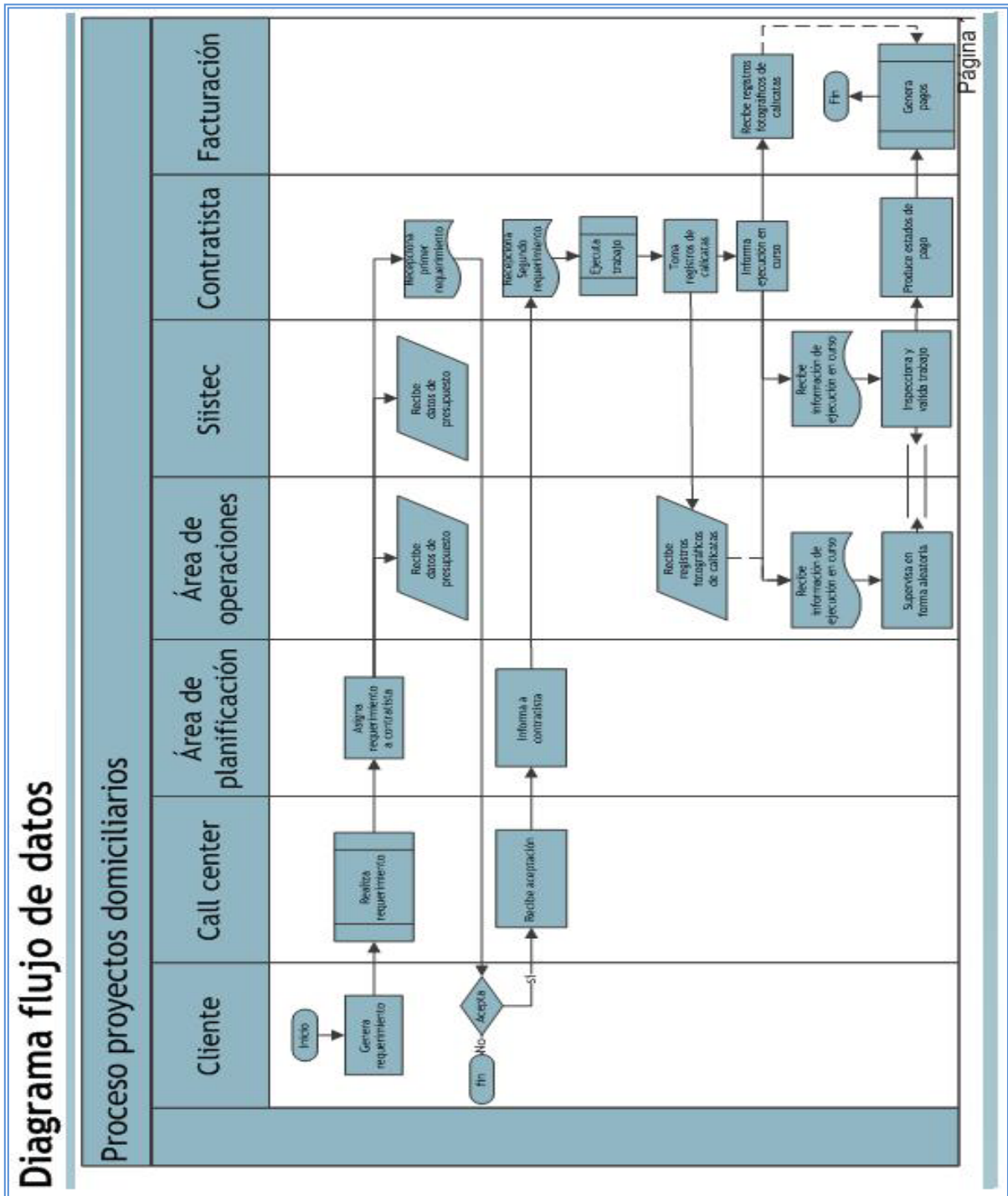


Figura 36: Flujograma proceso proyectos domiciliarios.

Proceso intervención de medidores.

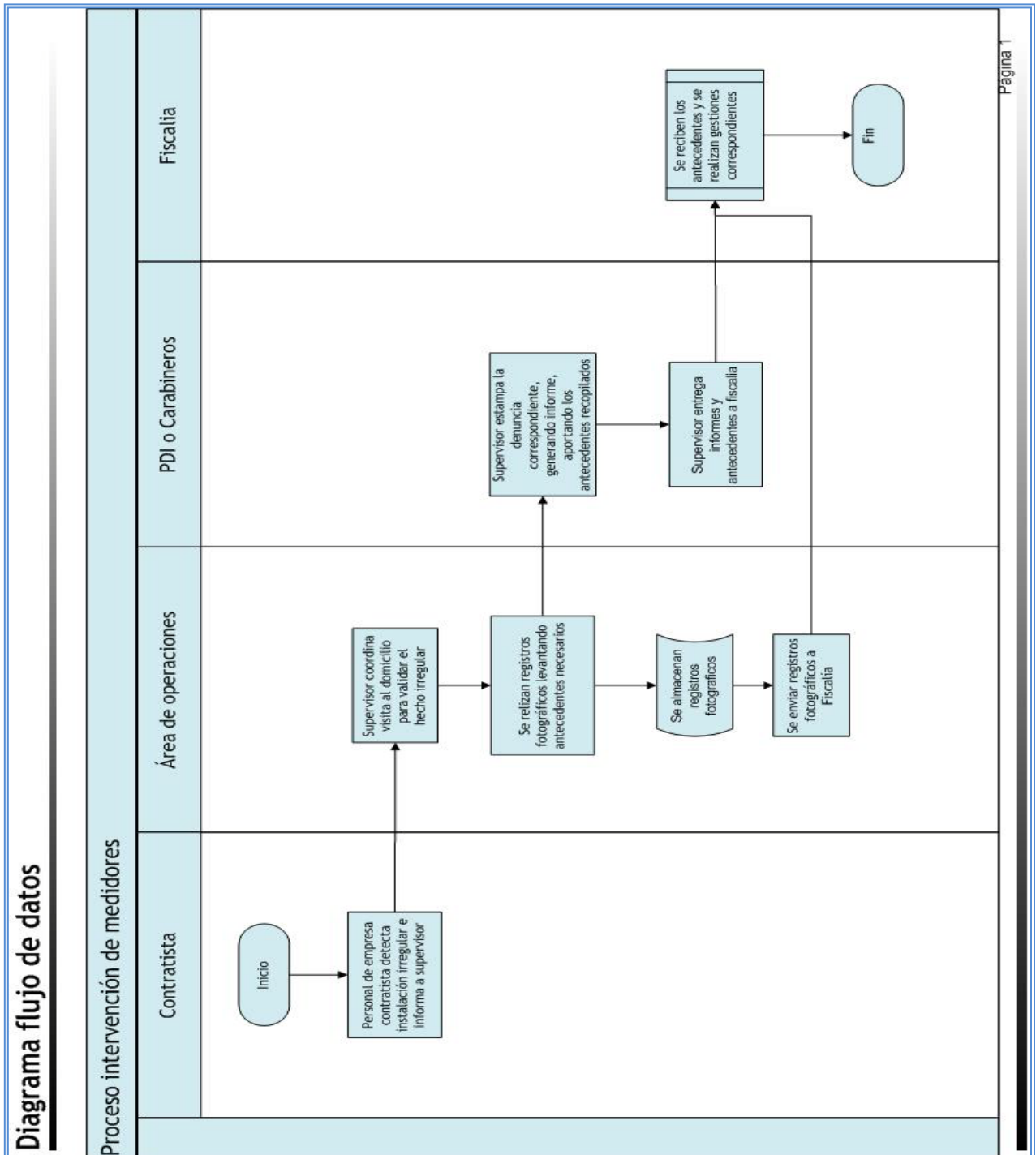


Figura 37: Flujo de datos proceso intervención de medidores.

Proceso mantención centrales.

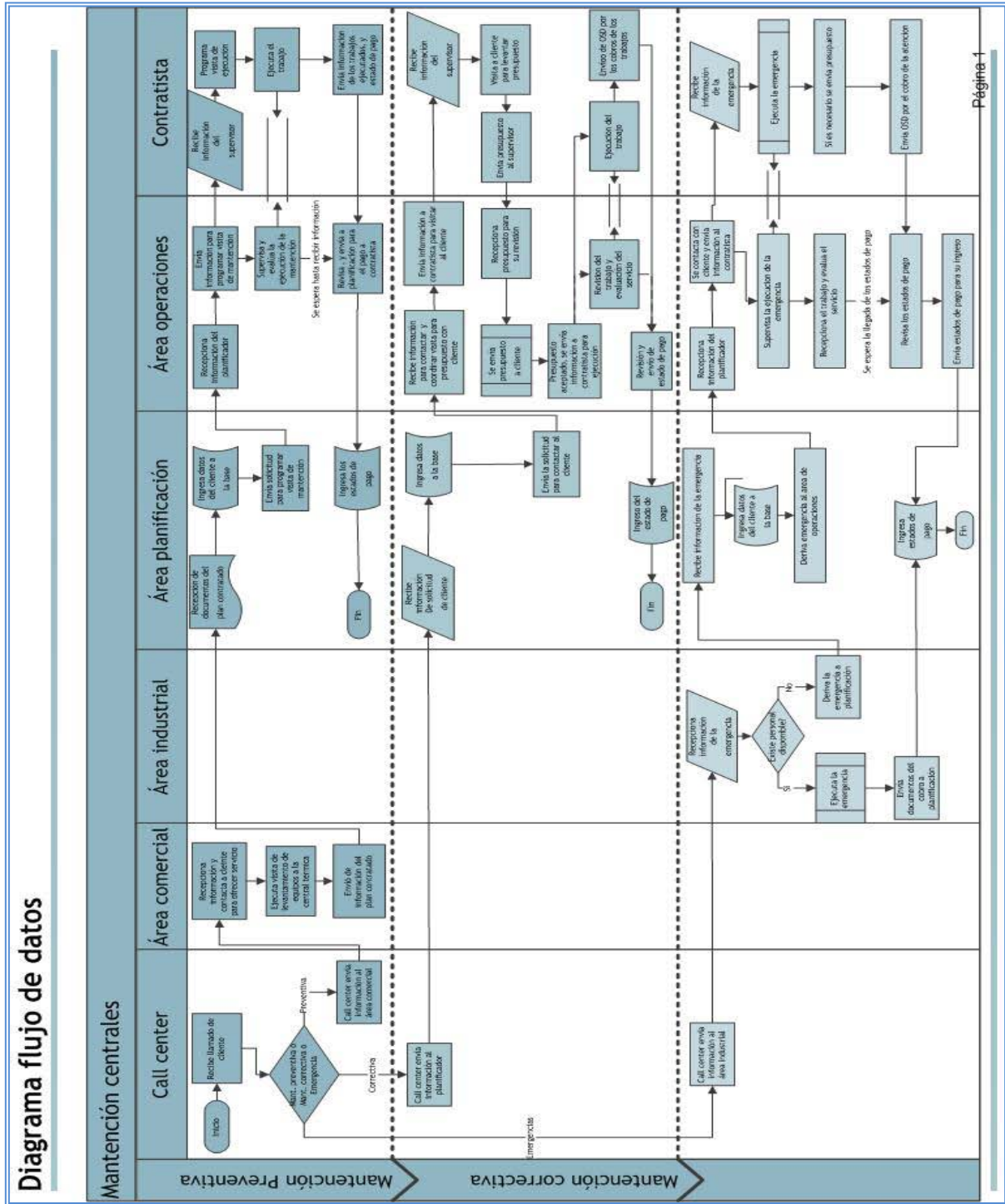


Figura 38: Flujograma proceso mantención centrales.

## 8.2 FLUJOGRAMA PROCESOS DIARIOS

Proceso instalación de artefactos.

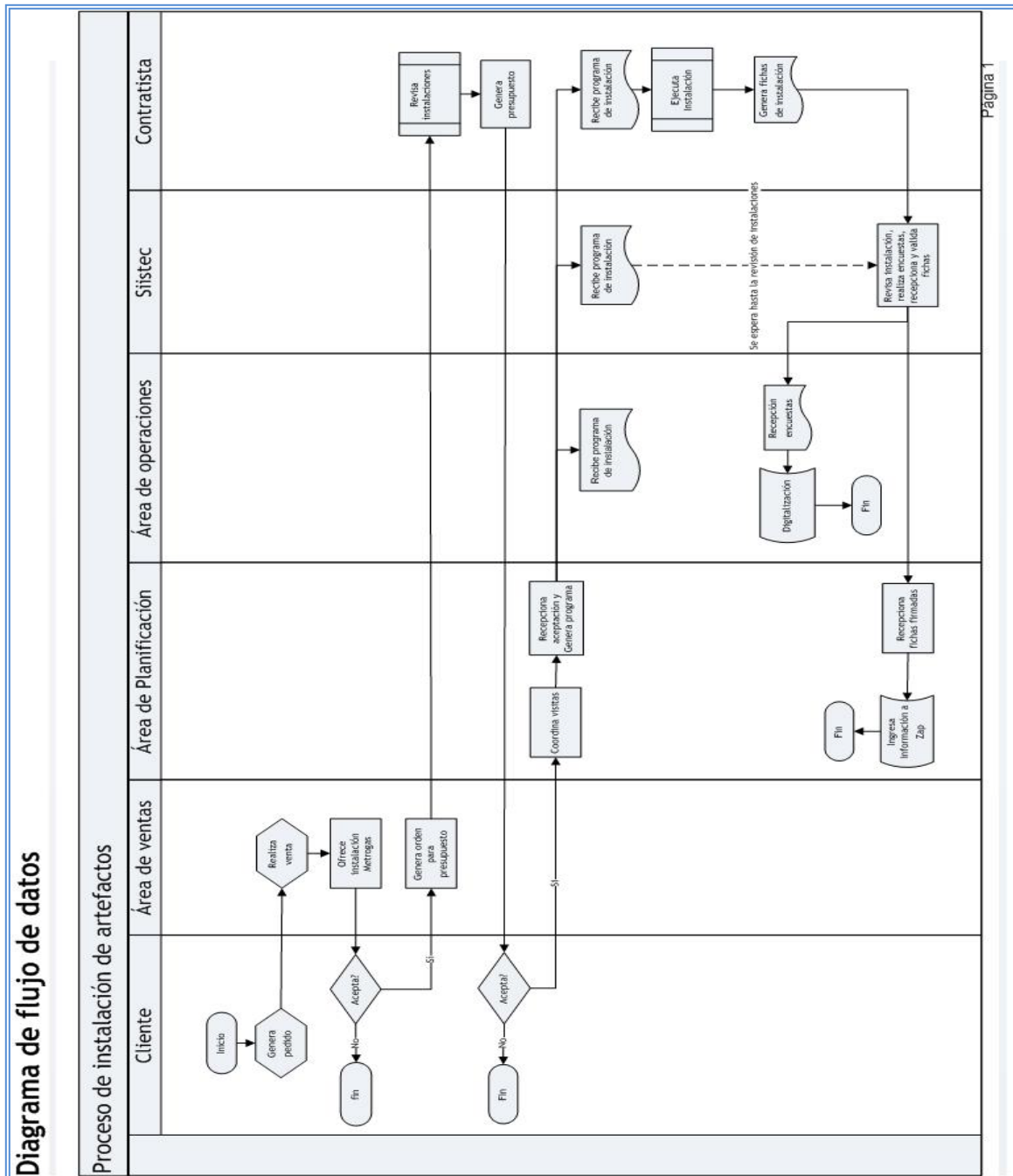


Figura 39: Flujo de datos proceso de instalación de artefactos.

Proceso de conversión relining

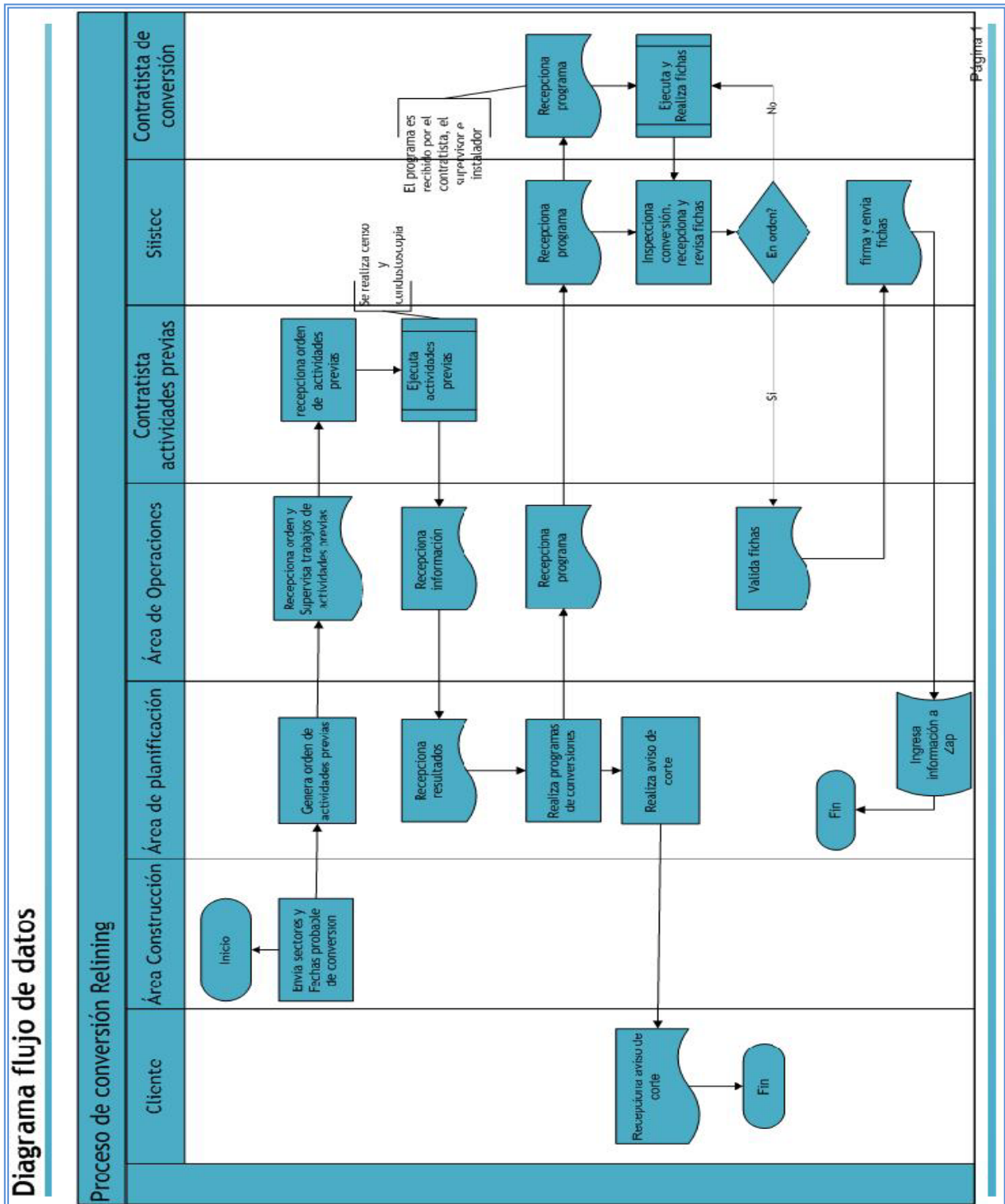


Figura 40: Flujograma de datos proceso de conversión relining.

Proceso servicio técnico domiciliario.

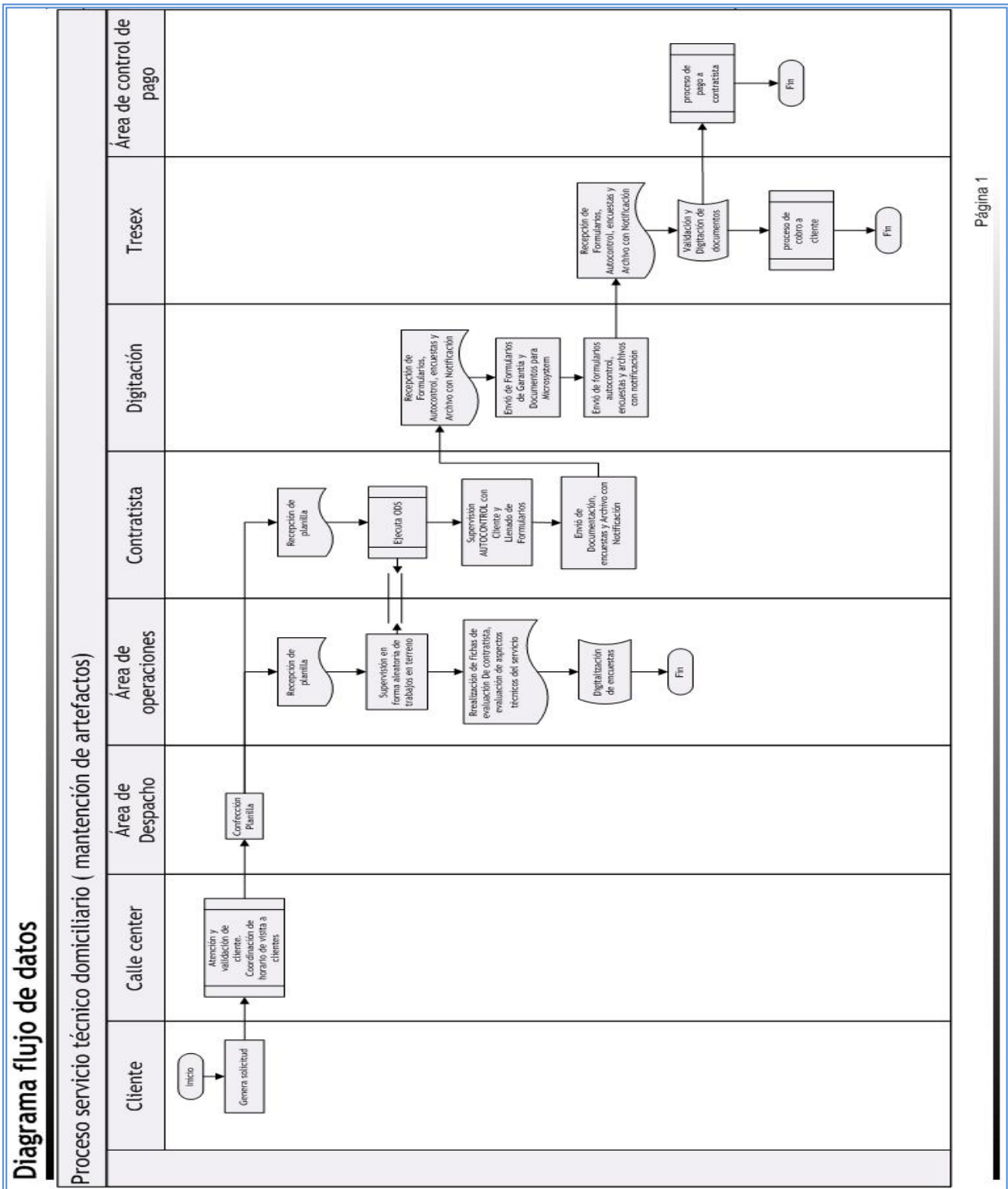


Figura 41: Flujograma de datos proceso servicio técnico domiciliario.

### 8.3 DIAGRAMAS DE FLUJO MEJORA DE SUBPROCESOS

- Subproceso área comercias

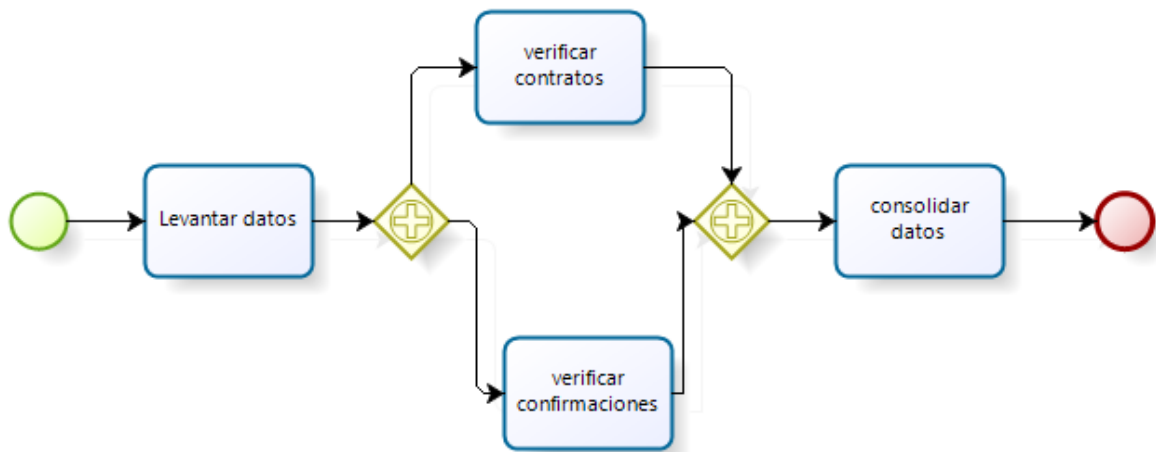


Figura 42: Diagrama de flujo subproceso generación de datos área comercias.

- Subproceso área gestión, control y pagos

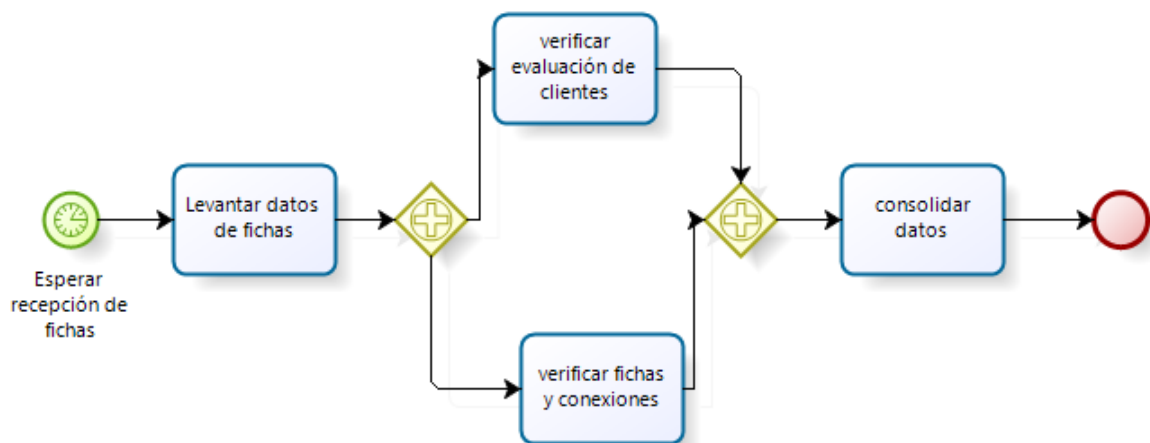


Figura 43: Diagrama de flujo subproceso área gestión, control y pagos.



- Subproceso área planificación

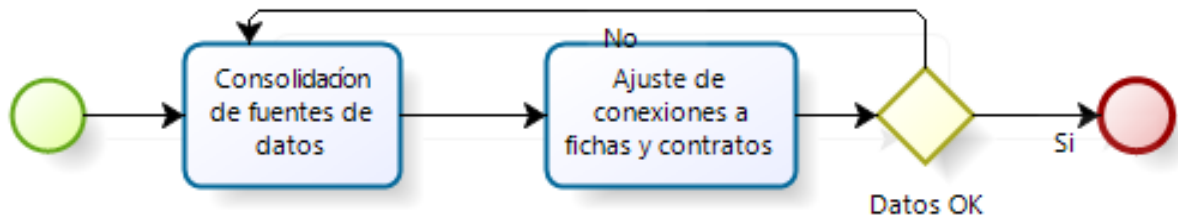


Figura 44: Diagrama de flujo subproceso cuadratura de conexiones.

- Subproceso área planificación

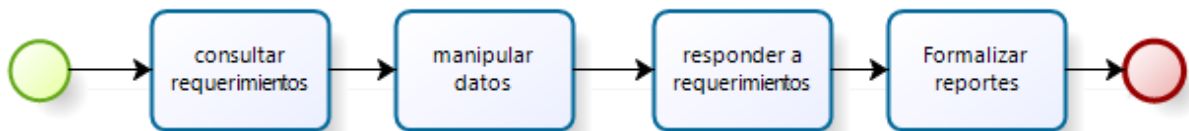


Figura 45: Diagrama flujo subproceso generación de reportes.