

UNIVERSIDAD SIGLO 21

Vicerrectorado de Innovación, Investigación y Postgrado



Maestría en Administración de Empresas MBA Virtual

Tablero de comando para medición automática de la satisfacción del cliente aplicando Business Intelligence en generadora de energía eléctrica

Anteproyecto del Trabajo Final de Graduación

Tipología: Proyecto de Innovación

Propósito de Titulación: Magister en Administración de Empresas

Autor: Ingeniero Mecánico Guillermo Keegan

Director: Fernando Frías

Lugar: Río Cuarto, Córdoba, Argentina

Fecha: Junio de 2022



Resumen

El propósito de este trabajo es determinar de modo objetivo el grado de satisfacción que el cliente posee respecto de una generadora de energía eléctrica.

CAMMESA es el único cliente externo que posee la empresa en cuestión. Establece sus requisitos en contratos comerciales y procedimientos técnicos de trabajo, pero no genera ningún reporte de salida dónde se refleje el nivel de satisfacción respecto de la operación de la generadora de energía eléctrica.

Medir el grado de satisfacción de las partes interesadas, principalmente del cliente externo, es una herramienta clave para la mejora continua. Permite hacer foco sobre variables relevantes de la operación, habilitando un criterio rígido en la toma de decisión y esto deriva en optimización económica de la organización. Por lo expresado surge la necesidad de abordaje del presente proyecto.

Se realizan entrevistas con personal de la empresa para comprender problema y se ejecutan mediciones de tiempos de diversas tareas repetitivas con el propósito de hacer más imparciales los datos recolectados.

Se indaga en el mercado respecto de soluciones a los problemas identificados. Los softwares Business Intelligence aparecen como los más adecuados para el caso, ya que transforman los datos en información valiosa para la toma de decisiones. Se contactan distintos proveedores de estas herramientas, se prueban, se cotizan, se evalúan y se selecciona una de ellas, que luego es implementada en la planta.

Se desarrollan diferentes indicadores que toman en consideración los distintos requisitos del cliente y que se calculan a partir de mediciones de variables de proceso. Estos indicadores se consolidan en un tablero de comando desarrollado en software Business Intelligence dedicado a la satisfacción del cliente. Se completan 5 de 9 de indicadores, por lo que al momento de emisión de este documento el proyecto sigue abierto, y abordando los trabajos pendientes.

El presente informe se enmarca como un proyecto de triple impacto, dónde se analizan impactos sociales, ambientales y económicos. Se concluye



que es beneficioso en los tres aspectos, sin embargo, posee el mayor beneficio en el económico.

Palabras claves: satisfacción del cliente, business intelligence, toma de decisiones, tablero de comando, central térmica, generadora de energía eléctrica, datos, base de datos, reporte, dashboard.



Agradecimientos

A Denise, mi gran amor, por su paciencia y por sacar lo mejor de mí en cada paso que doy.

A mis hijas, Joaquina y Alfonsina, por su amor y por los juegos postergados durante las horas de estudio y elaboración de la tesis.

Este trabajo está dedicado a mis queridos padres, Rolando y Maria, por darme siempre su apoyo incondicional en todas las etapas de la vida.

**Índice general**

Resumen	2
Agradecimientos	4
Índice general.....	5
Índice de ilustraciones.....	8
Índice de tablas	12
1. Introducción.....	14
2. Identificación del problema.....	15
3. Objetivos.....	19
3.1. Objetivo general.....	19
3.2. Objetivos específicos.....	19
4. Justificación	20
5. Marco teórico	22
6. Marco metodológico (etapas del proyecto)	24
6.1. Evaluación de la metodología	26
7. Cronograma y responsables.....	26
8. Presupuesto.....	28
9. Implementación de la innovación.....	29
9.1. Descripción de la central térmica.....	29
9.1.1. Nuevos proyectos en la central térmica.....	33
9.1.2. ¿Qué representa la potencia instalada?	35
9.1.3. Sistema de gestión integral.....	36
9.2. Diagnóstico de situación actual	37
9.2.1. Revisión documental.....	37
9.2.2. Entrevistas con el personal	44
9.2.3. Medición de la satisfacción del cliente (sin implementación del proyecto)	59

9.2.4. Recursos demandados en el cálculo de la medición de la satisfacción del cliente (sin implementación del proyecto)	61
9.3. Investigación de herramientas Business Intelligence	62
9.4. Equipo de trabajo	66
9.5. Análisis de causas.....	67
9.5.1. Propuestas de mejora	71
9.6. Formulación de la idea	74
9.7. Beneficios para la empresa	77
9.8. Tablero de comando para medición del grado de satisfacción del cliente e indicadores asociados	78
9.9. Desarrollo	83
9.10. Trabajos pendientes.....	93
10. Evaluación de resultados de implementación	93
10.1. Impactos económicos.....	94
10.1.1. Inversión realizada	94
10.1.2. Retornos económicos	95
10.1.3. Cálculo de TIR y VAN	100
10.2. Impactos ambientales	102
10.3. Impactos sociales	103
11. Sostenibilidad.....	104
11.1. Estandarización	104
11.2. Escalabilidad.....	105
12. Conclusiones	105
13. Bibliografía	109
14. Anexos.....	111
A.1. Diagrama UVE	111



A.2. Comparativa entre forma de trabajo actual y propuesta..... 112

A.3. Layout de planta y caudalímetros de combustible 115

A.4. Comunicación y registro de datos de unidades TG3, TG4 y TG5
..... 120

A.5. Detalle de cálculo consumo de combustible 123

Aproximación de la curva real mediante escalones..... 123

Filtro de consumo 124

Conversión de unidades 125

Glosario 131

Índice de ilustraciones

Ilustración 1 - Panel resumen del tablero "satisfacción del cliente" – elaboración propia.....	15
Ilustración 2 - Métodos directos para medir satisfacción del cliente – elaboración propia.....	16
Ilustración 3 - Operador de campo haciendo mediciones de variables de proceso – fotografía capturada por el autor	18
Ilustración 4 – Agregado de valor de herramientas BI en la visualización de datos – fuente: (Artigas, 2021).....	24
Ilustración 5 - Cronograma de trabajo – elaboración propia.....	27
Ilustración 6 - Central Térmica Modesto Maranzana, razón social Generación Mediterránea S.A. (propiedad de Grupo Albanesi) – fuente: (Grupo Albanesi, 2022).....	29
Ilustración 7 – Historia de la planta – elaboración propia.....	33
Ilustración 8 - Evolución de la potencia instalada en función del tiempo - elaboración propia	33
Ilustración 9 - Proyecto cierre de ciclo turbinas – fuente: (Grupo Albanesi, 2022)	34
Ilustración 10 - Proyecto granja blockchain - fuente: (Grupo Albanesi, 2022).....	35
Ilustración 11 - Certificados de la empresa – fuente: (IRAM, 2022)	37
Ilustración 12 - Parte del organigrama que participó en las entrevistas – elaboración propia	45
Ilustración 13 - Planilla empleada para registro de datos de campo – fotografía capturada por el autor	50
Ilustración 14 - Operador de campo empleando linterna para toma de datos en interior y sobre altura en exterior - fotografía capturada por el autor	50
Ilustración 15 - Planilla Excel con datos horarios – fuente: (C.T. Modesto Maranzana, 2020).....	51
Ilustración 16 - Panorámica de sala de control – fotografía capturada por el autor.....	58
Ilustración 17 - Gráfico disponibilidad comercial – elaboración propia	60

Ilustración 18 - Cuadrante mágico de Gartner para herramientas Business Intelligence año 2022 – fuente: (Gartner, 2022)	62
Ilustración 19 - Grafico de Pareto con tareas administrativas del sector operaciones – elaboración propia	70
Ilustración 20 - Esquema de atributos del proyecto y su conexión – elaboración propia.....	75
Ilustración 21 - Forma de trabajo actual – elaboración propia	76
Ilustración 22 - Forma de trabajo propuesta – elaboración propia...	76
Ilustración 23 - Ingreso a software BI a partir de navegador web – elaboración propia.....	81
Ilustración 24 - Tablero satisfacción del cliente – elaboración propia	81
Ilustración 25 - Colores tipo semáforo empleados en los indicadores de satisfacción del cliente – elaboración propia.....	82
Ilustración 26 - Links o hipervínculos a tableros que amplían información del indicador – elaboración propia	82
Ilustración 27 - Tablero auxiliar asociada al estado de los enlaces de comunicación – elaboración propia.....	82
Ilustración 28 - Notificación de desvíos detectado en tiempo real – elaboración propia.....	83
Ilustración 29 - Plataforma Microsoft Planner para seguimiento del proyecto – elaboración propia	84
Ilustración 30 - Extracto del reporte de desempeño de planta – elaboración propia.....	84
Ilustración 31 - Servidor RAM, lugar dónde corren la base de datos y el software BI – fotografía capturada por el autor.....	85
Ilustración 32 - Montaje de caudalímetros de gas natural en TG1 y TG2 – fotografía capturada por el autor.....	86
Ilustración 33 - Montaje de caudalímetros de gas natural caldera Gonella - – fotografía capturada por el autor	86
Ilustración 34 - Nuevas pantallas en scadas de control coincidentes con declaración de combustibles al cliente - fotografía capturada por el autor .	87
Ilustración 35 - Declaración de consumos de combustible presentada a CAMMESA – fuente: (CAMMESA, 2022).....	88

Ilustración 36 - Diagrama de la red previa al proyecto – elaboración propia	89
Ilustración 37 - Botón para actualizar de modos automático consumos de combustibles y temperaturas en el COG – fotografía capturada por el autor	90
Ilustración 38 - Tablero en software BI con consumos de gas natural por turbina – elaboración propia	90
Ilustración 39 - Sistemas existentes en sala de control – elaboración propia	91
Ilustración 40 - Diagrama simplificado de las comunicaciones entre sistemas previo al proyecto – elaboración propia	91
Ilustración 41 - Diagrama simplificado de las comunicaciones entre sistemas con el proyecto – elaboración propia	92
Ilustración 42 - Tablero en software BI con estados operativos en tiempo real de las turbinas – elaboración propia.....	92
Ilustración 43 - Extracto informe auditoría externa año 2020 – elaboración propia.....	103
Ilustración 44 - Extracto informe auditoría externa año 2021 – elaboración propia.....	104
Ilustración 45 - Layout de planta y detalle de caudalímetros de combustible – fuente: (C.T. Modesto Maranzana, 2022)	115
Ilustración 46 - Caudalímetros de gasoil instalados en las unidades TG1 y TG2 – fotografía extraída por el autor	117
Ilustración 47 - Caudalímetros de gasoil instalados en las unidades TG3, TG4 y TG5 – fotografía extraída por el autor	117
Ilustración 48 – Caudalímetros de gasoil instalados en las unidades TG6 y TG7 – fotografía extraída por el autor	117
Ilustración 49 - Pantalla de scada dónde figuran caudalímetros instalados en TG1 y TG2 – fotografía extraída por el autor.....	118
Ilustración 50 - Pantalla de scada dónde figuran caudalímetros instalados TG3, TG4 y TG5 – fotografía extraída por el autor.....	118
Ilustración 51 - Pantalla de scada dónde figuran caudalímetros instalados en TG6 y TG7 – fotografía extraída por el autor.....	118

Ilustración 52 – Caudalímetros de gas natural instalados en TG3, TG4 y TG5 – fotografía extraída por el autor	119
Ilustración 53 - Caudalímetros de gas natural instalados en TG6 y TG7 – fotografía extraída por el autor	119
Ilustración 54 - Diagrama de conexión a turbos grupos 3, 4 y 5 – elaboración propia.....	120
Ilustración 55 - Selección de las variables en Gateway – elaboración propia	121
Ilustración 56 - Configuración del Gateway para registro de las variables – elaboración propia	121
Ilustración 57 - Consulta de base de datos SQL con registro de datos – elaboración propia.....	122
Ilustración 58 - Aproximación del consumo de combustible real – elaboración propia.....	124
Ilustración 59 - Consumo de combustible con maquina detenida – elaboración propia.....	125
Ilustración 60 - Análisis de gasoil realizado por la empresa de combustible extraído de pie de máquina- fuente: (Lantos, 2018)	126
Ilustración 61 - Análisis de gasoil realizado por CAMMESA en depósito origen – fuente (Carmin Cargo Control, 2021)	127
Ilustración 62 - Cambio de volumen de gasoil con la temperatura – elaboración propia.....	127
Ilustración 63 - Volumen de gasoil según norma empleada – elaboración propia.....	128

**Índice de tablas**

Tabla 1 - Presupuesto del proyecto - elaboración propia	28
Tabla 2 - Listado de procedimientos técnicos de CAMMESA - fuente: (CAMMESA, Los Procedimientos, 2020)	40
Tabla 3 - Contratos comerciales de las unidades instaladas - elaboración propia.....	44
Tabla 4 - Datos del relevamiento, operador de campo - elaboración propia	47
Tabla 5 - Medición de tiempos, operador de campo, tarea N°1 - elaboración propia.....	49
Tabla 6 - Medición de tiempos, operador de campo, tarea N°2 - elaboración propia.....	49
Tabla 7 - Datos del relevamiento, jefe de turno - elaboración propia	52
Tabla 8 - Medición de tiempos, jefe de turno, tarea declaración de consumos de combustible horarios - elaboración propia.....	57
Tabla 9 - Costo mano de obra - elaboración propia	59
Tabla 10 - Recursos demandados en medición de satisfacción del cliente previo al proyecto - elaboración propia	61
Tabla 11 - Softwares Business Intelligence evaluados - elaboración propia	64
Tabla 12 - Comparativa y evaluación de herramientas BI - elaboración propia	66
Tabla 13 - Equipo de trabajo - elaboración propia	67
Tabla 14 - Análisis de causas - elaboración propia.....	69
Tabla 15 - Indicadores de la satisfacción del cliente - elaboración propia	79
Tabla 16 - Otros indicadores de resultados del proyecto - elaboración propia	80
Tabla 17 - Registro de gastos - elaboración propia	95
Tabla 18 - Disminución de carga administrativa en mediciones de variables operativas - elaboración propia	96
Tabla 19 - Impacto económico de la reducción de carga administrativa en mediciones de variables operativas - elaboración	97
Tabla 20 - Precios de combustible - fuente: (CAMMESA, 2022)	97



Tabla 21 - Consumo anual de combustible de la generadora de energía - elaboración propia 98

Tabla 22 - Impacto económico del ahorro en consumo de combustible - elaboración propia 98

Tabla 23 - Disminución de carga administrativa en procesamientos de datos y preparación de reportes - elaboración propia 99

Tabla 24 - Impacto económico de la reducción de carga administrativa en procesamientos de datos y preparación de reportes - elaboración propia 99

Tabla 25 - Impacto económico total - elaboración propia 100

Tabla 26 - Inversión y valor agregado - elaboración propia 101

Tabla 27 - Indicadores económicos del proyecto - elaboración propia 101

Tabla 28 - Diagrama UVE - elaboración propia 111

Tabla 29 - Comparativa de la forma de trabajo entre situación actual y situación propuesta con el proyecto - elaboración propia 114

Tabla 30 - Listado de caudalímetros instalados en planta - elaboración propia 116



1. Introducción

El presente es un proyecto de innovación que está desarrollándose en una central térmica generadora de energía eléctrica ubicada en la localidad de Río Cuarto, provincia de Córdoba. Se trata de un proyecto que se inició durante el año 2019 y que se pretende finalizar en 2022. Tiene por propósito el desarrollo de un tablero de comando para medición objetiva del grado de satisfacción del cliente externo, CAMMESA, con indicadores claves que ayuden a mejorar el proceso de toma de decisión, y con esto, el desempeño de la empresa.

CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima) es una compañía argentina, que tiene por función operar el SADI (Sistema Argentino de Interconexión), coordinar las operaciones de despacho y regular las transacciones económicas del mercado eléctrico mayorista. Para la coordinación de las distintas generadoras de energía eléctrica que forman parte del SADI, CAMMESA se vale de "procedimientos técnicos" y contratos comerciales". En estos instrumentos se encuentran plasmados los requisitos que serán exigidos, y también los resultados pasibles de obtener ante incumplimientos.

En algunos casos, para la central térmica de análisis los incumplimientos derivan en penalizaciones económicas, mientras que en otros casos, se tiene un lucro cesante (costo económico de incumplir con la calidad). Para este último caso, cuándo no hay una penalización económica, se vuelve difícil determinar de modo objetivo el costo del incumplimiento y reconocer las variables involucradas en el mismo. En el primer caso, cuándo existe una penalización económica queda definido el impacto del incumplimiento, pero la publicación de esta medida se realiza varios meses a posterior del evento, esto inhabilita que la organización tome acciones correctivas rápidas o acciones preventivas.

El nexo entre la central térmica y CAMMESA se da a partir del área operaciones. Este sector es el responsable de monitorear de modo permanente las variables de proceso, para operar de modo eficiente los activos instalados en la planta, cumpliendo con los requisitos del cliente. Actualmente se tienen diversos problemas que repercuten en el desempeño del área. Numerosas mediciones de variables son realizadas manualmente

por un operador de campo que recorre las instalaciones de modo periódico, en el universo de variables no están discriminadas aquellas que afectan los requisitos del cliente y los reportes operativos se publican con retardo, imposibilitando acciones correctivas rápidas o acciones preventivas.

El presente proyecto busca visualizar las variables operativas que repercuten en la satisfacción de los requisitos de CAMMESA, y lograr una medición objetiva y rápida del grado de satisfacción. La velocidad de cálculo es el diferencial más importante del proyecto, ya que posibilita maniobras para prevenir los incumplimientos o corregirlos tempranamente. Por este motivo, el proyecto recurre a distintos automatismos que permiten comunicar, leer y registrar datos en tiempo real provenientes de diversos sistemas de control, y herramientas Business Intelligence que transforman los datos en información valiosa para la toma de decisiones dentro del sector operaciones.

Operar conforme a los requisitos del cliente, usando eficientemente las materias primas y sin poner en riesgo la vida útil de los equipos, se traduce en una reducción de los costes y mejora de resultados, es decir, en una optimización económica de la organización.



Ilustración 1 - Panel resumen del tablero "satisfacción del cliente" – elaboración propia

2. Identificación del problema

CAMMESA es el único cliente externo que posee la generadora de energía eléctrica. Al tratarse de una institución, no es factible emplear metodologías directas para medición del grado de satisfacción, como lo son

las encuestas. CAMMESA establece sus requisitos en contratos comerciales y procedimientos técnicos de trabajo, pero no genera ningún reporte de salida dónde se refleje el nivel de satisfacción respecto de la operación de la planta.

Medir el grado de satisfacción de las partes interesadas, principalmente del cliente externo, es un requisito obligatorio de las normativas de gestión ISO (Organización Internacional de Normalización) ya que es una herramienta clave para la mejora continua. Certificar normas ISO implica cumplir en este sentido.



Ilustración 2 - Métodos directos para medir satisfacción del cliente – elaboración propia

En el caso de la central térmica es preciso hacer una medición indirecta (directa es cuándo el mismo cliente responde), en la que, a partir de mediciones internas y comparativas frente a contratos comerciales y procedimientos técnicos, aproximamos el grado de satisfacción del cliente respecto de la operación de la planta. Las mediciones internas se necesitan para el cálculo de indicadores que reflejan el grado de satisfacción.

Actualmente, numerosas mediciones de variables son realizadas manualmente por un operador de campo que recorre la planta de modo



periódico. En algunos casos, la información leída se carga en una planilla formato papel, que a posterior se transcribe en un documento Excel que se almacena en un disco compartido, para que luego de algún tiempo, los mandos medios del área operaciones puedan generar reportes para medir el grado de satisfacción del cliente. Esta forma de trabajo trae aparejado los siguientes problemas:

- Elevada carga de mano de obra para tareas administrativas. Los operarios del sector operaciones emplean la mayor parte de sus horas de trabajo en la carga de planillas y registros operativos. Este trabajo administrativo se puede llevar adelante en los momentos en los que no hay generación de energía eléctrica, pero es un problema cuando la producción es elevada.
- Datos operativos poco confiables. La adquisición manual de las variables implica un número de mediciones acotadas, mediciones desincronizadas, baja precisión y con posibilidad de error humano. Algunos son estimaciones basadas en la experiencia.
- Información descentralizada y de difícil acceso. Ante la dificultad de acceso a la información, las áreas de apoyo poseen sus propias planillas de registro y toman de modo independiente los datos. Esto deriva en una mala interacción entre áreas (duplicidad de tareas) y datos adulterados.
- Reportes reactivos. Los reportes operativos se generan al finalizar un ciclo de trabajo. Permite saber qué ocurrió, pero no permite trabajar sobre un desvío en el momento, y evitarlo.

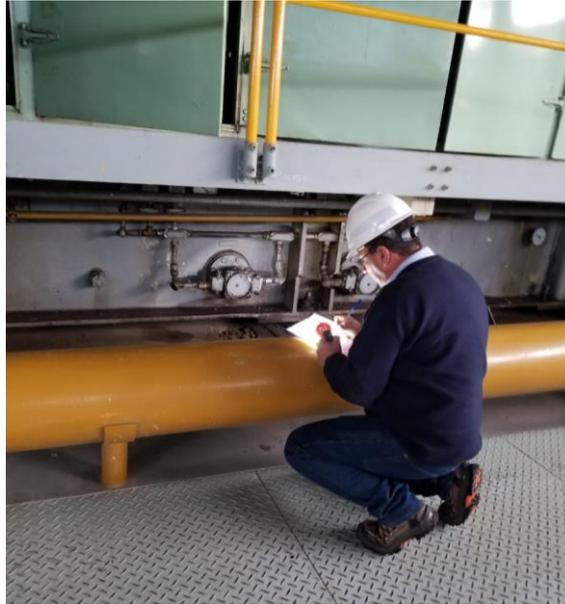


Ilustración 3 - Operador de campo haciendo mediciones de variables de proceso – fotografía capturada por el autor

La empresa calcula y registra indicadores, pero los datos empleados son poco fiables y el proceso requerido para su determinación es lento. Esto limita la visualización de oportunidades de mejora o la prevención de fallos y sus costos asociados. En gran medida, las decisiones se toman en base a la experiencia pasada e intuición del personal, dejando de lado datos y estadísticas que podrían optimizar los resultados obtenidos.

Lo antes expuesto nos lleva a formular una pregunta central. ¿Cómo medir de modo objetivo y rápido el grado de satisfacción del cliente externo CAMMESA en una central térmica generadora de energía eléctrica instalada en Argentina en el año 2022? Además, podemos desarrollar una serie de preguntas adicionales:

- a) ¿Cómo se midió la satisfacción del cliente en la central térmica en periodos anteriores?
 - ¿Qué recursos se ocuparon en la medición?
 - ¿Qué resultados se obtuvieron en dichas mediciones?
 - ¿Los resultados fueron considerados para la gestión de la empresa? ¿Qué acciones se tomaron?
- b) ¿Cuáles son los requisitos del cliente CAMMESA?



- ¿Qué variables operativas están ligadas a los requisitos del cliente CAMMESA?
 - ¿Estos requisitos son conocidos por las personas que toman las decisiones que luego repercuten en el cumplimiento de estos?
 - ¿Quiénes toman las decisiones operativas?
- c) ¿Cómo podrían las herramientas Business Intelligence (BI) colaborar en la medición del grado de satisfacción del cliente, el proceso de toma de decisiones y el desempeño de la compañía?
- ¿Qué herramientas Business Intelligence (BI) existen el mercado?
 - ¿Qué complejidad y costos reviste la implementación de las herramientas Business Intelligence (BI)?

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

El objetivo general del proyecto de innovación es medir el grado de satisfacción del cliente externo CAMMESA en una central térmica generadora de energía eléctrica instalada en Argentina en el año 2022, de modo imparcial y rápido para habilitar acciones preventivas o correctivas tempranas.

3.2. Objetivos específicos

También, existen algunos objetivos específicos asociados:

- a) Indagar respecto de las mediciones de satisfacción del cliente en la central térmica en periodos anteriores.
- Identificar los recursos y proceso ocupados en la medición.



- Registrar los resultados obtenidos en dichas mediciones.
 - Investigar si los resultados fueron considerados para la gestión de la empresa y las acciones tomadas.
- b) Determinar los requisitos del cliente CAMMESA.
- Identificar las variables operativas que están asociados a los requisitos del cliente CAMMESA.
 - Indagar respecto del conocimiento de los requisitos del cliente por parte de las personas que toman las decisiones sobre las variables operativas que luego repercuten en el cumplimiento de estos.
 - Determinar la relación entre la dependencia a personal de experiencia y la toma de decisiones.
- c) Profundizar respecto de las herramientas Business Intelligence (BI) y determinar si pueden colaborar en la medición del grado de satisfacción del cliente, el proceso de toma de decisiones y el desempeño de la compañía
- Relevar las herramientas Business Intelligence (BI) que se ofrecen en el mercado.
 - Determinar la complejidad y costos de la implementación de las herramientas Business Intelligence (BI).

4. Justificación

Medir el grado de satisfacción de las partes interesadas, principalmente del cliente externo, es una herramienta clave para la mejora continua. La mejora continua es una filosofía de trabajo fundamental para que la empresa se mantengan competitiva en cuanto a la calidad de los productos y servicios ofrecidos, incremente la eficiencia de sus procesos y se adapte a los cambios dinámicos del contexto. Si el cliente está satisfecho sabremos que la metodología de trabajo es acertada y se debe mantener en el tiempo, pero si esta desconforme, deberemos ajustar la metodología para mejorar el



resultado. Además, en el negocio de la generación de energía eléctrica, un cliente desconforme se traduce en una pérdida económica.

Sí bien hablamos de satisfacción del cliente de modo global, es preciso reconocer los distintos requisitos que el cliente tiene sobre nuestro proceso y generar mediciones particulares para cada uno de ellos. Tener una medición abierta por requisito, ayuda a enfocar acciones sobre los desvíos, quitando sensaciones personales a los motivos los originan.

Mejorar en el proceso de medición de la satisfacción del cliente implica crecer en dos características, calidad del cálculo y velocidad cálculo. La calidad de cálculo hace referencia a poner foco sobre aquellas variables operativas que repercuten en los requisitos del cliente (diferenciándolas de otras variables de proceso que no impactan directamente), medirlas con precisión y traducirlas a indicadores confiables que permitan conocer el grado de satisfacción. La velocidad de cálculo hace referencia al recurso tiempo (habitualmente horas hombre) dedicadas a la obtención de la medición de satisfacción y al tiempo de retardo con el que se publica la misma. Mejorar en ambas características, permite obtener una herramienta que sirva para identificar tempranamente y solucionar fallas en los procesos, así como también prevenir la ocurrencia de estas. Esto se traduce en una mejora del desempeño, y con ello se reducen los costos de la compañía y se mejora rentabilidad del negocio.

El proyecto tiene por delante varios desafíos, entre los que podemos mencionar: mano de obra insuficiente, tecnología desintegrada y necesidad de inversión.

La potencia instalada de la planta ha crecido con el correr de los años, pero no la cantidad de personal. La planta se fundó en 1994 con 70MW, luego se amplió en 2009 a 250MW y finalmente en 2017 se llevó a 350MW de potencia instalada. La dotación en planta ha disminuido en el tiempo. Se contrato un solo operador adicional en la última ampliación, cuyo tiempo es compartido con el área mantenimiento.

Conviven diferentes tecnologías en la empresa, sin embargo, Cammesa genera las mismas exigencias para todas las unidades productivas. Los equipos más nuevos permiten conseguir los datos y monitoreo de modo más



ágil, pero para los equipos viejos el personal debe hacer un esfuerzo mayor. Además, la diferencia de tecnologías no permite una integración de los datos.

Durante las obras de ampliación, no se invirtió en integración de datos. Según el caso, ausencia de instrumentos de medición o instrumentos de medición inadecuados para ciertas variables de proceso.

Para poder hacer frente al desafío de la desintegración se buscará adoptar nuevas tecnologías y equipamiento de medición, mientras que para afrontar la ausencia de personal se buscará apoyarse en automatismos que realicen los procesos necesarios. Lograr esto demandará de inversión económica, y sí bien la organización tiene los recursos para realizarlo puede ocurrir que los responsables no visualicen la oportunidad existente el proyecto. Se generará un análisis del retorno de la inversión para justificar el proyecto y obtener los fondos necesarios.

Con la incorporación de tecnología, se puede pensar adicionalmente en beneficios secundarios del proyecto, la democratización de los datos y la publicación en vivo de los mimos. Estos, implican independizarse de personal de experiencia para la toma de decisiones y logro de los resultados.

Lo antes exhibe la existencia de un déficit en la performance de los procesos que es de gran preocupación en la empresa, y por este motivo el motor principal se ven en la necesidad de mejorar para poder lograr los resultados esperados.

5. Marco teórico

De acuerdo con Global Center for Digital Business Transformation (2015), en la actualidad se está viviendo un proceso de digitalización vertiginosa que afecta a todas las industrias. Surgen nuevos modelos comerciales disruptivos que ponen en aprietos a los jugadores tradicionales de los distintos sectores del mercado. La extrema competencia y los desarrollos tecnológicos presionan a las organizaciones a tomar decisiones de modo constante. La velocidad de respuesta y la calidad de los datos es clave.

En este contexto se han desarrollado herramientas BI que tienen por objetivo procesar datos y transformarlos en información útil para la toma de



decisiones (Williams & Williams, 2007). Estas herramientas nacieron para dar respuesta a las necesidades de las grandes empresas, pero con el tiempo se han ido abaratando y están al alcance de las Pymes. Pese a ello, informes como el emitido por Tovar (2017) demuestran que la mayoría de las Pymes no emplean estas herramientas y basa sus decisiones operativas y estratégicas en experiencias previas e información incompleta. Las principales excusas son el tiempo requerido, el dinero necesario y la complejidad técnica. De esta realidad no es ajena la central térmica generadora de energía eléctrica.

En el mercado se ofrecen distintos softwares de soluciones BI a precios diversos y también existen opciones gratuitas (open source). Se encuentra una tendencia natural a pensar que la opción más costosa es la solución más adecuada para el problema de la organización, y se desestima un software gratuito. En este sentido, Laudon & Laudon (2016) señala que el presupuesto destinado a proyectos tecnológicos no es directamente proporcional a los resultados que se obtienen. Es muy importante apoyar una implementación tecnológica sobre valores, estructuras y patrones de comportamiento de la organización que permitan potenciar el negocio. Por este motivo, se deben analizar todas las posibilidades teniendo en cuenta el costo del software, pero también conectar con las ganancias (retornos) que permiten obtener al mejorar la toma de decisión. Los autores Williams & Williams (2007), sugieren que identificar el modo en que retorna la inversión es la mejor manera de potenciar la implementación de una herramienta BI.

Para la implementación de las herramientas BI dentro del ámbito de la central térmica generadora de energía eléctrica, el foco de atención estará puesto en el management, en la optimización de la rentabilidad y la mejora operativa, así como dar nuevos pasos en la tendencia creciente de la digitalización y estar más preparado para este nuevo contexto tan dinámico, esperando acelerar los tiempos de respuesta y obtener una ventaja competitiva.



Ilustración 4 – Agregado de valor de herramientas BI en la visualización de datos –
fuente: (Artigas, 2021)

6. Marco metodológico (etapas del proyecto)

La metodología consiste en varias etapas que se detallan a continuación.

En primer lugar, se ejecuta un diagnóstico de la situación actual de la empresa buscando identificar las causas del problema. Durante el diagnóstico se ejecutarán las siguientes tareas:

- Revisión de la misión, visión y valores.
- Revisión de procedimientos y registros del sistema de gestión de asociados a la medición de la satisfacción del cliente.
- Revisión de procedimientos técnicos de CAMMESA y contratos comerciales de la organización con el cliente.
- Entrevista con personal del sector operaciones respecto de la importancia de la medición de la satisfacción del cliente, conocimiento de las variables de proceso que intervienen en el cumplimiento de los requisitos,

proceso y recurso empleados para determinar la satisfacción, decisiones derivadas de la medición de los requisitos del cliente.

- Medición de la satisfacción del cliente (sin implementación del proyecto).
- Medición de los tiempos necesarios para la obtención de las variables necesarias para el cálculo del grado de satisfacción y la estimación de la precisión.

En paralelo a la etapa anterior, se realiza una investigación de las herramientas tecnológicas existentes en el mercado que podrían colaborar en la resolución del problema. Para ello se realizarán consultas a distintos proveedores, para conocer respecto de las prestaciones técnicas, presupuesto requerido y versiones demo de lo cotizado. Durante el proceso se contemplarán herramientas Open Source (gratuitas) como opciones viables. Con la información obtenida y la prueba de las versiones demo, se realizará una tabla comparativa de las diferentes herramientas indagadas.

Luego, se genera un equipo de trabajo multidisciplinario para analizar los resultados del diagnóstico, profundizar en las causas y conectar con las salidas de la investigación sobre tecnologías existentes en el mercado para identificar oportunidades.

Mas adelante, se define el alcance del proyecto y el plan de trabajo. El equipo multidisciplinario define el alcance del proyecto y el software idóneo para la funcionalidad buscada. El alcance del proyecto debe quedar documentado para ser empleado como herramienta para el seguimiento del proyecto y pliego técnico ante eventuales contrataciones de productos y servicios. Se va a generar una reunión de lanzamiento dónde se expondrá los objetivos del proyecto, equipo de trabajo y plan de acción a los miembros jerárquicos de la organización. Se espera que contar con su compromiso y sponsoreo para la implementación.

El líder del proyecto debe evaluar el presupuesto necesario y los retornos para la inversión, para ello deberá calcular el TIR y VAN del mismo. Con los indicadores de retorno positivos deberá solicitar al departamento financiero los recursos económicos para la implementación.



A posterior, la implementación de la solución consiste en validar el circuito completo desde la generación del dato, la transmisión, almacenamiento y visualización de este. Se deben considerar etapas de simulación eléctrica de los sensores y periodos de test de cada paso dado.

El proyecto finaliza con el correspondiente análisis de resultados y conclusiones.

6.1. Evaluación de la metodología

El compromiso de la organización se había plasmado en etapas anteriores, pero para validar la solución definida en el proyecto se procederá a realizar una prueba piloto. En la planta existen algunos sensores comunicados a través de una red de datos hacia un servidor, y se instalará allí la herramienta Business Intelligence para demostrar el funcionamiento. Con el visto bueno del equipo multidisciplinario y sponsor se avanzará con la implementación antes descrita. Además, se solicitará la mirada técnica de un especialista en el campo para tener una óptica externa del caso.

7. Cronograma y responsables

Las etapas del proyecto son planificación, implementación, evaluación y mejora continua, cada una está conformada para una serie de actividades específicas.

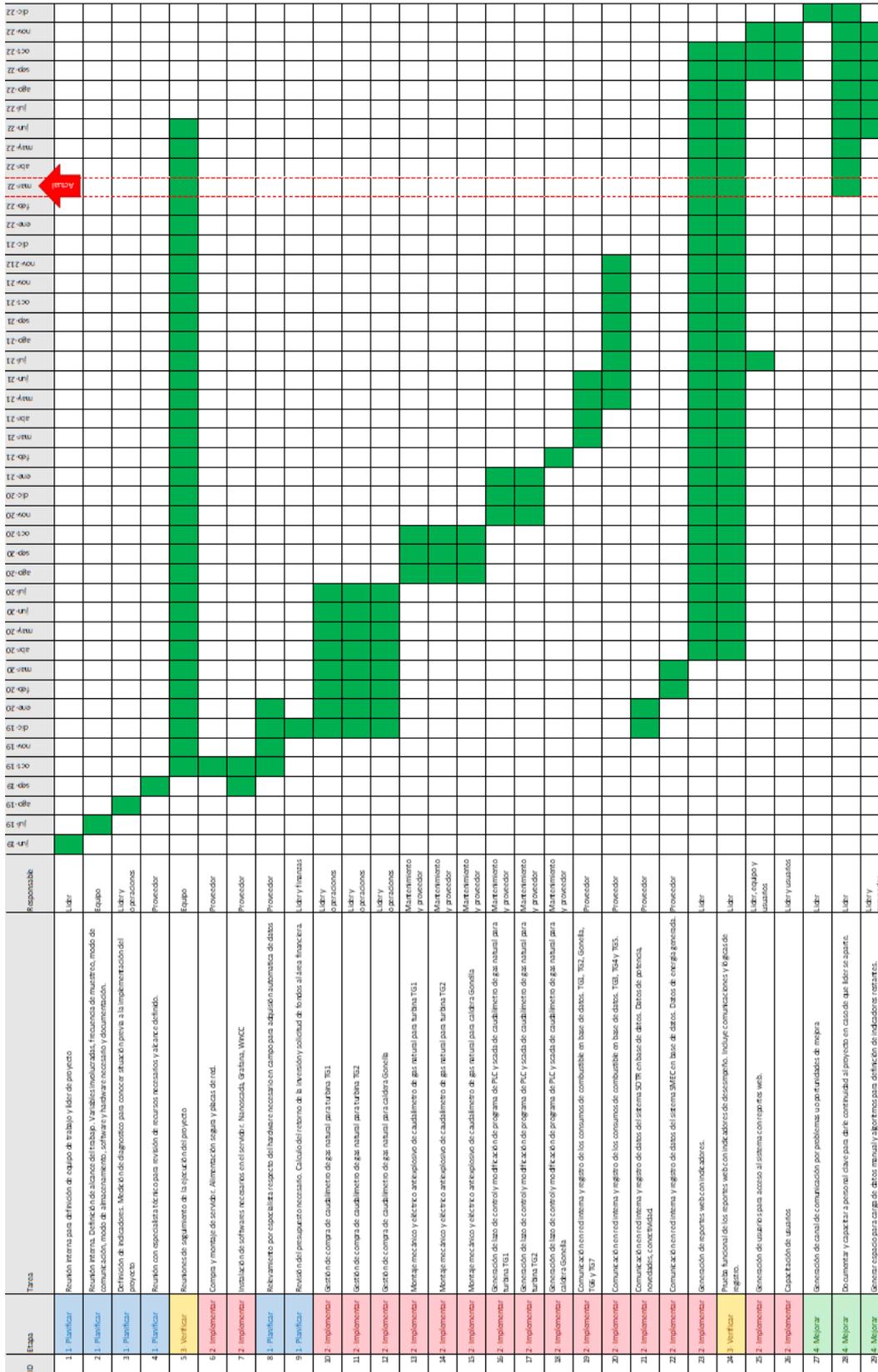


Ilustración 5 - Cronograma de trabajo – elaboración propia



8. Presupuesto

El proyecto demanda la siguiente inversión de modo aproximado.

Concepto	Fecha de consumo	Importe USD
Servidor y nanoscada	14/03/2019	5.700,00
Relevamiento hardware necesario	14/03/2019	1.417,98
Switch de seguridad red PWPS	29/03/2020	777,60
Caudalímetro gas natural TG1 3"	30/10/2019	23.623,00
Caudalímetro gas natural TG2 3"	30/10/2019	23.623,00
Caudalímetro gas Gonella 2"	21/11/2019	3.459,40
Materiales mecánicos para conexión caudalímetro gas	02/03/2020	1.054,74
Instalación mecánica de caudalímetros gas TG1 y TG2	09/06/2020	2.753,26
Instalación mecánica de caudalímetros gas Gonella	09/06/2020	275,33
Instalación eléctrica de caudalímetros de gas	11/09/2020	1.386,30
Actualización Grafana	23/12/2020	2.000,00
Materiales eléctricos para conexión caudalímetro gas	19/08/2020	1.068,03
Disponibilidad datos scada PWPS	16/04/2021	1.205,95
Configurar scada y plc de control	04/06/2021	3.340,55
Tareas adicionales	05/11/2022	5.000,00
Total		76.685,14

Tabla 1 - Presupuesto del proyecto - elaboración propia

9. Implementación de la innovación

9.1. Descripción de la central térmica

Central Termoeléctrica Modesto Maranzana (CTMM) se encuentra ubicada en la localidad de Río Cuarto, provincia de Córdoba y actualmente posee una potencia instalada de 350MW producidos por 7 turbo grupos de tecnologías diversas. Esta potencia representa cinco veces la demanda de la ciudad y un 25% de la demanda promedio de la Provincia de Córdoba (La voz, 2017). La planta es propiedad de Grupo Albanesi y para su funcionamiento comercial emplea la razón social Generación Mediterránea S.A. (CUIT 30-68243472-0).



Ilustración 6 - Central Térmica Modesto Maranzana, razón social Generación Mediterránea S.A. (propiedad de Grupo Albanesi) – fuente: (Grupo Albanesi, 2022)

El origen de la planta se remonta a finales del año 1994, cuándo Arcor S.A.I.C es reconocido como miembro del MEM (mercado eléctrico mayorista) en carácter de generador y de ese modo Central Térmica Modesto Maranzana comienza a operar en Río Cuarto con una potencia instalada de 70MW. La



central se hizo en la ciudad, porque Río Cuarto está a más de 100 kilómetros del Sistema Eléctrico Nacional (tendido de 500 kV), lo que tornaba críticos los riesgos en períodos de alta demanda (La voz, 2017). Los 70MW originales se obtienen de dos turbos grupos iguales de 35 MW cada uno operando paralelo, denominados en interno TG1 (turbo grupo N°1) y TG2 (turbo grupo N°2). Los turbos grupos están configurados a "ciclo cerrado", esto implica que existen 2 turbinas por grupo, una primera turbina denominada "turbina de gas" accionada por combustible fósil (24MW) y una segunda accionada con vapor (11MW) denominada "turbina de vapor", dónde el vapor se obtiene de la ebullición de agua a partir del aprovechamiento del calor de los gases de escape originados en la primera. De esta manera se optimiza el proceso de generación de energía eléctrica, ya que ambas turbinas se acoplan a un mismo eje que acciona un generador eléctrico.

Estos turbos grupos tienen su propia historia, provienen de Alsdorf, Alemania, dónde operaron en una mina de carbón mineral empleando gas de coque como combustible en las primeras décadas del siglo 20. En 1973 se dieron de baja de la mina. Los turbos grupos se actualizaron en los talleres de General Electric sumando nueva tecnología y la posibilidad de operar con gasoil líquido y gas natural como combustible, previo al montaje en Argentina. La turbina de gas es marca Thomassen licencia General Electric modelo Frame N°5 y la turbina de vapor es marca Stork modelo OMW-3000 EPK-11000. En aquel entonces, Arcor adquirió otras unidades gemelas que montó en otras plantas del país.

El nombre de la planta proviene del reconocimiento a Modesto "Tito" Maranzana, quien fue uno de los fundadores de Arcor.

En el año 2000 Arcor S.A.I.C vende Central Térmica Modesto Maranzana a la multinacional Enron América del Sur S.A. La titularidad de Enron no duro mucho, ya que en octubre de 2001 esta empresa quiebra y la planta pasa a estar en manos de Prisma Energy, una compañía que reunía y liquidaba los activos internacionales de la quebrada Enron.

En 2005 Grupo Albanesi compró Central Térmica Modesto Maranzana y la planta comenzó a operar con la razón social Generación Mediterránea S.A.



En el año 2008 comenzó un proceso de ampliación que consistió en la instalación de dos turbos grupos marca Pratt and Whitney modelo FT8 SWIFTPAC 60, denominados en interno TG3 (turbo grupo N°3) y TG4 (turbo grupo N°4). Cada unidad está compuesta por dos turbinas de gas, lado "A" y lado "B", que pueden operar tanto con combustible líquido gasoil como con combustible gaseoso gas natural para hacer girar sus ejes, los cuales se acoplan a un único generador central de 60MW. El funcionamiento de estas máquinas consiste en la conversión de la energía química del combustible (tanto líquido como gaseoso), que es inyectado en las cámaras de combustión, en energía mecánica que es transmitida al generador, el cual realiza una última conversión a energía eléctrica. La configuración de estas turbinas es del tipo "ciclo abierto", es decir que, no hay aprovechamiento del calor de los gases de escape. Los dos turbos grupos entraron en operación comercial en los meses de octubre y noviembre de 2008, entregando energía eléctrica al SADI (Sistema Interconectado Nacional) a través de una línea de alta tensión en doble terna que las vincula con la red de 132 kV de EPEC (Empresa Provincial de Energía de Córdoba).

Más adelante en el año 2010, se llevó adelante la segunda etapa de ampliación que permitió sumar 60MW a partir del mes de septiembre, instalando una nueva unidad FT8 SWIFTPAC 60, de las mismas características a las detalladas anteriormente, al que se conoce en interno como TG5 (turbo grupo N°5).

En junio de 2016 se inició la tercera etapa de ampliación de Central Térmica Modesto Maranzana con la instalación de dos turbinas marca Siemens modelo SGT-800, con una potencia de 50MW cada una. En julio de 2017 entraron en operación comercial estas unidades, a las cuales se conoce en interno como TG6 (turbo grupo N°6) y TG7 (turbo grupo N°7). El modelo SGT-800, es bastante sencillo en cuánto a cantidad de equipos, ya que consiste de una única turbina de gas acoplada a un único generador eléctrico. La configuración es del tipo "ciclo abierto", los gases de escape se liberan directamente a la atmosfera sin aprovechamiento de la energía calórica.

Los 7 turbo grupos totalizan una potencia instalada de 350MW para generación de energía eléctrica.



Todas las máquinas instaladas en la Central pueden funcionar quemando gas natural o gasoil. Ambos combustibles son propiedad de CAMMESA y dicha institución

El combustible gaseoso gas natural se suministra por un gasoducto de 35 kilómetros de longitud, que inicia en una conexión del Gasoducto Centro Oeste en la localidad de San Basilio y termina en la propia central térmica. El mismo tiene una capacidad de transporte de $1.500.000m^3/día$, con una presión de llegada a la planta de $35kg/cm^2$. Se regula la presión del gas natural y se filtra previo al ingreso de cada turbo grupo, de acuerdo con las especificaciones de cada fabricante de turbina.

En cuanto al combustible líquido gasoil, se emplean camiones cisterna para transportarlo desde las refinerías hacia la central térmica. La planta cuenta con 4 tanques aéreos habilitados con una capacidad de almacenamiento total de $7.250m^3$ de gasoil (7.250.000 litros). Para poder descargar el combustible de los camiones y travesarlo a los tanques aéreos, existe un sistema de descarga y bombeo. Los tanques aéreos están conectados entre sí permitiendo trasvasar combustible entre ellos. Previo a la combustión en las turbinas el gasoil se centrifuga y se filtra de acuerdo con las especificaciones de cada fabricante de turbina. Cabe mencionar que existe un pequeño tanque aéreo de $40m^3$ para combustible tratado, dese el cuál se alimenta a las turbinas y sirve a modo de pulmón en el proceso.

Los combustibles son las materias primas más importantes, pero seguidos de cerca por el agua. El agua es utilizada en diversas calidades por distintos equipos. Mencionamos los más importantes. En los ciclos combinados se emplea agua para producir vapor, que luego impulsa la turbina de vapor. En las turbinas marca Pratt and Whitney se emplea agua en las cámaras de combustión como medio para mejorar el empuje y regular la emisión de NOx al ambiente. El agua se obtiene de 3 perforaciones realizadas a 10 kilómetros de distancia de la planta. Se bombean a través de un acueducto hacia la planta de tratamiento de aguas que se encuentra dentro del predio de la central térmica. La planta de tratamiento de aguas emplea la tecnología de intercambio iónico para a partir del agua cruda de los pozos, obtener las distintas calidades de agua que demandan los equipos. Se tienen habilitaciones para consumir hasta $4.000m^3/día$.

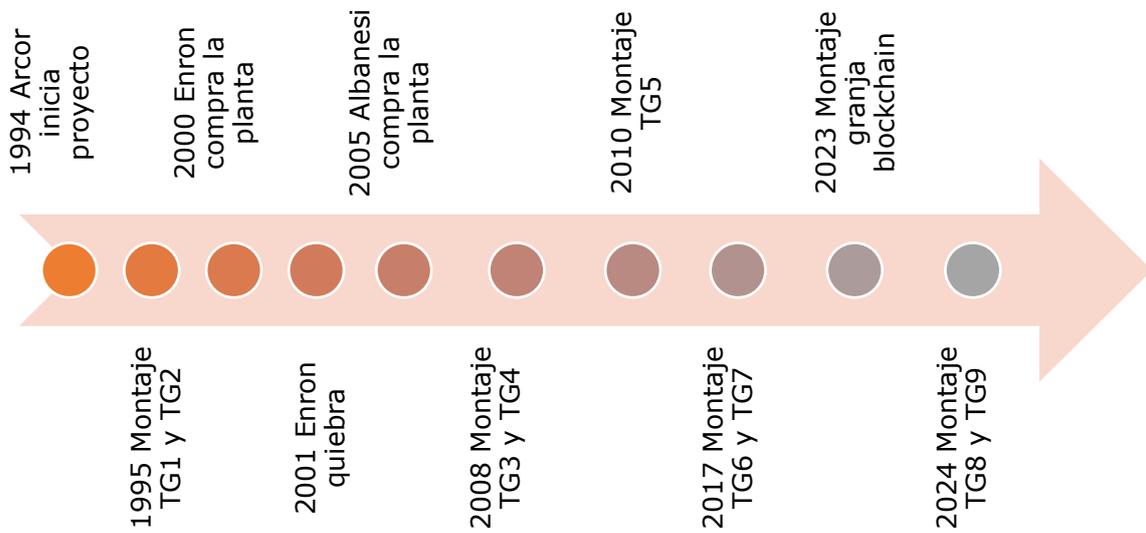


Ilustración 7 – Historia de la planta – elaboración propia

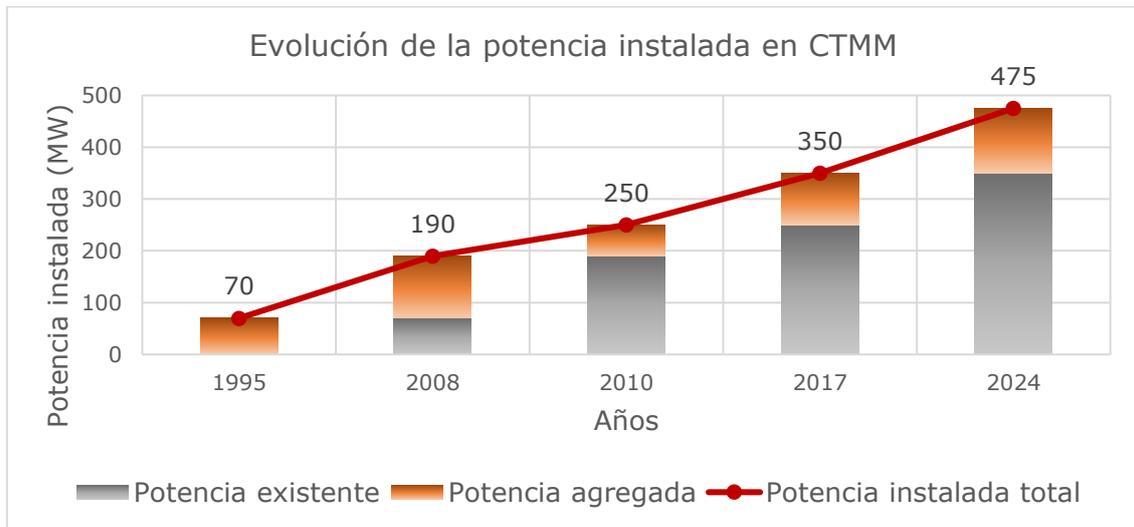


Ilustración 8 - Evolución de la potencia instalada en función del tiempo - elaboración propia

9.1.1. Nuevos proyectos en la central térmica

Actualmente, en Central Térmica Modesto Maranzana, se están ejecutando dos nuevas ampliaciones.

- Montaje de turbina de gas adicional marca Siemens modelo SGT-800, denominada en interno TG8 (turbo grupo N°8), y cierre de ciclo de TG6, TG7 y TG8 para aprovechar el calor de los gases de escape y producir vapor que impulse una turbina de vapor adicional, llamada TG9 (turbo grupo N°9). Con la implementación de este proyecto se agregan 125MW a la potencia instalada de la planta (resulta 475MW).
- Montaje de granja para minería de blockchain aprovechando la capacidad ociosa instalada en la planta para obtener un nuevo ingreso económico.



Ilustración 9 - Proyecto cierre de ciclo turbinas – fuente: (Grupo Albanesi, 2022)

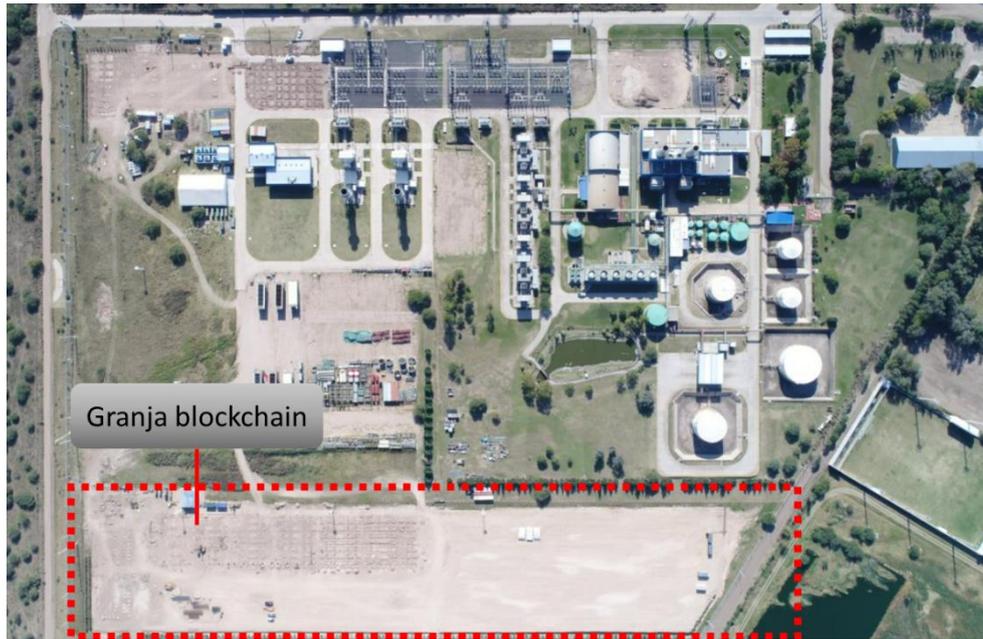


Ilustración 10 - Proyecto granja blockchain - fuente: (Grupo Albanesi, 2022)

9.1.2. ¿Qué representa la potencia instalada?

El consumo de un hogar promedio en la Argentina es de $300kW.h$ al mes (La Nación, 2020). La planta puede teóricamente producir $350MW \cdot \frac{1000kW}{1MW} \cdot 30día \cdot 24h = 252.000.000kW.h$ al mes, esto equivale a la energía eléctrica requerida por 840.000 hogares. Tomando 4 habitantes por casa, la potencia instalada cubre la demanda de 3.360.000 personas, esto está por encima de la cantidad de habitantes de localidad de Río Cuarto (aproximada de 200.000 habitantes).

De acuerdo con los datos publicados por la (Secretaría de Energía, 2022), el 92% de la energía eléctrica del país se obtiene a partir de centrales térmicas. Los datos reflejan 372 centrales térmicas instaladas en el país. Si hacemos un ranking filtrando solo centrales térmicas, Central Térmica Modesto Maranzana la potencia instalada es el puesto 51° más grande del país. Si nos quedamos únicamente con las centrales térmicas instaladas en la provincia de Córdoba, ocupa el 2° puesto.

9.1.3. Sistema de gestión integral

Central Térmica Modesto Maranzana ha desarrollado un sistema gestión integral, a partir de la implementación y certificación, en forma sucesiva, de las siguientes normas:

- ISO 9001:2015 Sistema de Gestión de la Calidad,
- ISO 14001:2015 Sistema de Gestión Ambiental y
- OSHAS 18001:2007. Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional.

Central Térmica Modesto Maranzana ha optado por la integración de los sistemas de gestión por entender que esto permite:

- Proporcionar orientación y objetivos comunes a la organización, alcanzándolos más eficientemente que los sistemas individuales.
- Aumentar la capacidad de los sistemas de gestión para ser flexibles y adaptarse a nuevos desafíos.
- Reducir y eliminar las redundancias en el sistema, ganando eficiencia operativa.
- Definir más claramente la responsabilidad y la participación en las funciones comunes de gestión
- Involucrar al personal.
- Identificar y controlar la calidad de los procesos, producto, impactos ambientales, peligros, riesgos y condiciones laborales.
- Tener planes de emergencia que integren aspectos ambientales, de salud y seguridad ocupacional.
- Monitorear y medir la calidad, ambiente, salud y seguridad ocupacional.
- Optimizar recursos al disminuir los gastos por el aumento en la eficacia de los procesos.



Ilustración 11 - Certificados de la empresa – fuente: (IRAM, 2022)

9.2. Diagnóstico de situación actual

Se ejecutó el diagnóstico de la situación previa la implementación del proyecto de innovación. El mismo constó de varias partes, que se detallan en los apartados posteriores.

9.2.1. Revisión documental

Se revisaron distintos documentos de interés para el proyecto.

Misión, visión y valores.

Se indagó al respecto y no existen por escrito.

**Procedimientos y registros del sistema de gestión integral asociados a la satisfacción del cliente.**

Se inspeccionó la biblioteca de documentos del sistema de gestión integral de CTMM y se hizo foco sobre los que puntúan a continuación:

- Revisión por la dirección año 2020.
- Procedimiento de trabajo PT-SGI-GP-02 Satisfacción del cliente.
- Registro PT-SGI-GP-02-RD01 Seguimiento de satisfacción del cliente.

En la "revisión por la dirección año 2020" en la sección dónde se analizan las distintas entradas para el análisis existe un apartado destinado a la satisfacción del cliente, dónde se mencionan reportes de desempeño como modo de medir el grado de satisfacción con el cliente. Esto no es coherente con el documento "PT-SGI-GP-02 Satisfacción del cliente" donde se menciona que para medir se emplean diferentes los siguientes parámetros:

- a) Cumplimiento de comunicaciones exigidas
- b) Entrega de producto conforme
- c) Custodia y uso de propiedad del cliente

En el procedimiento para los distintos parámetros se menciona que existen límites y valores de admitidos, pero no se especifica cuáles son.

Se escribe además que el seguimiento se realiza mensualmente y deben ser asentadas en el registro "PT-SGI-GP-02-RD01 Seguimiento de satisfacción del cliente". No se encontró evidencia del registro mencionado completo con la información del año 2020.

Se plasma en el documento que es responsabilidad de "gerencia de planta" la ejecución de la medición de satisfacción del cliente.

Procedimientos técnicos de CAMMESA

En el sitio web de CAMMESA (CAMMESA, 2020) se encuentran publicados para todo público los procedimientos con los que deben manejarse las generadoras de energía eléctrica de Argentina. Actualmente existe hasta



el procedimiento técnico código N°29 en el sitio, de los cuáles 24 códigos poseen documentos asociados y 5 códigos no están siendo utilizados. No todos los procedimientos son de cumplimiento para todos los tipos de generadoras, a modo de ejemplo el procedimiento técnico N°28 es de aplicación solo para unidades generadoras móviles. Adicionalmente, algunos procedimientos se aplican en momentos puntuales, como lo son habilitaciones o auditorías. Debajo listamos los títulos de los procedimientos técnicos en cuestión.

P.T. N°	Nombre del procedimiento técnico	¿Contiene requisitos del cliente para la operación?
1	Estudios requeridos para la presentación de la solicitud de acceso y ampliaciones al sistema de transporte	No
2	Habilitación para uso comercial de instalaciones de medición en nodos del MEM	No
3	Sistema de medición comercial. Procedimiento de recolección de datos en emergencia	Si
4	Ingreso de nuevos grandes usuarios mayores, distribuidores, generadores, autogeneradores y cogeneradores al MEM	No
5	Control de tensión y potencia reactiva	Si
6	Trabajos en instalaciones de los agentes del MEM para la provisión de recursos estabilizantes	No
7	Recuperación del SADI luego de un colapso total	No
8	Reglamento operativo del SADI	No
9	Participación de generadores en el servicio de regulación de frecuencia del MEM	Si
10	Trabajos a realizar por los agentes del MEM para el proyecto de islas y arranque en negro	No
11	Análisis de perturbaciones	Si
12	Guías de referencia del sistema de transporte de energía eléctrica en alta tensión y por distribución troncal	No
13	Guía de referencia del sistema de transporte del PAFTT	No
14	Auditoría externa del SMEC	Si
15	Habilitación de operadores	Si
16	Trabajos a realizar por los agentes del MEM para el proyecto de islas y arranque en negro	No
17	Transacciones de alivio de carga	No
18	Operación de los grandes usuarios interrumpibles	No

P.T. N°	Nombre del procedimiento técnico	¿Contiene requisitos del cliente para la operación?
19	"Código no utilizado"	No
20	"Código no utilizado"	No
21	Administración de depósitos de garantías	No
22	"Código no utilizado"	No
23	"Código no utilizado"	No
24	"Código no utilizado"	No
25	Mercado de reserva instantánea	No
26	Sistema de medición de combustibles (SCOMB)	Si
27	Habilitación comercial del sistema SMED	No
28	Procedimiento operativo para el uso de las unidades generadoras móviles	No
29	Control de condiciones de seguridad del SADI	No

Tabla 2 - Listado de procedimientos técnicos de CAMMESA - fuente: (CAMMESA, Los Procedimientos, 2020)

A continuación, se hace un barrido de los distintos procedimientos, y de aquellos que contienen requisitos del cliente durante la operación de las unidades, se extrae información de interés para el desarrollo del presente proyecto.

En el "Anexo 1" de los procedimientos técnicos se menciona que CAMMESA conserva una base de datos con la siguiente información de cada generadora de energía eléctrica:

- Potencia efectiva a plena carga
- Consumo de servicios auxiliares expresado como porcentaje de la potencia efectiva a plena carga.
- Tiempo estimado de arranque desde parada fría hasta sincronismo.
- Tiempo estimado desde sincronismo hasta plena carga.
- Para las máquinas turbo vapor, tiempo mínimo requerido en la operación entre su parada y re arranque.
- Características de regulación de frecuencia: contribución a la regulación primaria y secundaria;
- Capacidad para regulación de tensión

- Consumo específico medio bruto. Coeficientes A, B y C de la recta representativa del Consumo Específico bruto.

En el procedimiento N°5 se expresa la instrucción general de que es obligación del COG (centro operación de la generadora) comunicar cuándo alguna unidad no pueda regular tensión. Además, se hace mención al cumplimiento del anexo 25 cuya descripción es "los procedimientos".

COG o centro de control de operaciones de generadores, es el lugar físico desde el cual se coordina la operación de una o más unidades de generación. Este lugar deberá ser declarado por cada generador ante CAMMESA, indicando todos los medios de comunicación disponibles para acceder a él.

Los COG tienen las siguientes funciones:

- Cumplir con su despacho de generación horario.
- Supervisar sus valores de tensiones, potencia reactiva y cargas en barras.
- Cumplir con las consignas operativas de CAMMESA.
- Maniobrar su propio equipamiento según las instrucciones que recibe del COT y/o del COTDT.
- Maniobrar durante emergencias de acuerdo con procedimientos previstos con autorización u orden del COT y/o del COTDT.
- Maniobrar durante el restablecimiento del sistema según lo indicado por el COT y/o el COTDT.
- Informar al COC y al COT-COTDT de valores de variables fuera de límites, alarmas, desenganches, estado de instalaciones etc.
- Informar al COC y al COT/COTDT toda situación imprevista en sus instalaciones de generación.
- Establecer indisponibilidades de elementos propios.
- Elaborar y comunicar al COC y al COT y/o al COTDT los planes tentativos de mantenimiento programado.
- Solicitar al COT y/o al COTDT conexión o desconexión de sus instalaciones al Sistema de Transporte.



Del procedimiento técnico N°3 se deja expreso el requerimiento de contar con un sistema de medición comercial SMEC, que debe comunicar con una frecuencia horaria los datos de energía de la planta, tanto energía ingresante (consumida) como saliente (generada). Se debe asegurar las comunicaciones de datos entre la generadora y CAMMESA.

Del procedimiento técnico N°9 la regulación de frecuencia es una característica que poseen algunas generadoras, depende del contrato comercial que disponga y de algunas características técnicas que debe reunir la unidad. La regulación de frecuencia puede ser primaria, secundaria o terciaria.

Del procedimiento técnico N°11 surge que es obligación del generador emitir un informe de falla ante alguna contingencia que derive en una imposibilidad de abastecer parte o la totalidad de una demanda. El informe debe incluir la causa del evento, equipos y variables involucrados, secuencia cronológica de las actuaciones y medidas adoptadas tanto preventivas como correctivas para evitar una nueva ocurrencia de la falla. También se establece que existe un plazo de tiempo tope para la presentación del informe.

El procedimiento técnico N°15 establece que es responsabilidad de los agentes generadores la habilitación del personal que opera con las unidades de generación de energía eléctrica. Se debe verificar la idoneidad de los operarios mediante evaluación y emisión de una licencia habilitante de operación de las instalaciones de la central térmica y además del SOTR (sistema de operación en tiempo real).

El procedimiento técnico N°26 difunde la existencia del SCOMB (sistema de medición de combustible), empleado para la medición, registro, comunicación a CAMMESA y procesamiento de la información correspondiente al consumo de combustibles en las centrales térmicas para determinar de los costos asociados. La central debe enviar a CAMMESA diariamente los volúmenes de consumos horarios de combustible de las unidades a través del SCOMB. Se deben emplear el poder calorífico y densidad adecuado para cada caso.

**Contratos comerciales de la organización con el cliente.**

Cada turbo grupo instalado en la planta posee su propio contrato comercial con características particulares, sin embargo, se pueden armar grupos de acuerdo con la resolución de la Secretaría de Energía que les dio origen.

La resolución 220 de la Secretaría de Energía data del año 2007, y se desarrolló para incentivar la oferta eléctrica en el país, es decir, incentivar inversiones en nuevas unidades para generación de energía eléctrica. Son contratos que se dan entre el MEM (mercado eléctrico mayorista) representado por CAMMESA en concepto de "comprador" y el generador en concepto de "vendedor", habitualmente son contratos celebrados en dólares para favorecer el retorno de las inversiones y tienen una vigencia estándar de 10 años. Los precios son regulados por Secretaría de Energía, y se prevén sanciones económicas por incumplimientos de potencia y energía.

La resolución 1281 del año 2006 habilita la posibilidad de desarrollar un contrato "Energía plus" entre agentes generadores y particulares finales. El objetivo de energía plus es contar con disponibilidad de generación adicional para poder respaldar incrementos de consumos de grandes usuarios y grandes demandas (mayor a 300kV). CAMMESA actúa como mediador y coordinador de los contratos entre generadores y particulares.

La resolución 440 surge en el año 2021 ante la necesidad de pesificar las remuneraciones que perciben los generadores que operaban con contratos resolución 19 (cuyos precios son en dólares), debido a la alta variación del tipo de cambio en miras de lograr la sustentabilidad del mercado eléctrico.

En la tabla inferior se resumen algunas de las características de los contratos comerciales particulares de los turbos grupos de la central térmica que son de interés para el objetivo del presente documento, debido a que conforman los requisitos del cliente CAMMESA.



Unidad	Contrato	Fin de contrato	Potencia Comprometida*** MW	Potencia Mínima Penalidad MW	Consumo Especifico Teórico GN** Kcal/KWh	Consumo Especifico Teórico GO** Kcal/KWh
TG1	Resolución 440	No posee	33,46	0*	2.370	2.386
TG2	Resolución 440	No posee	33,46	0*	2.370	2.386
TG3	Energía plus	No posee	58,98	0*	2.422	2.493
TG4	Energía plus	No posee	58,98	0*	2.422	2.493
TG5	15MW energía plus y resto resolución 440	No posee	58,98	0*	2.391	2.485
TG6	45MW resolución 220 y resto resolución 440	jul-27	47,50	41,4	2.284	2.337
TG7	45MW resolución 220 y resto resolución 440	jul-27	46,98	41,4	2.284	2.337

Tabla 3 - Contratos comerciales de las unidades instaladas - elaboración propia

Notas:

- * Los contratos resolución 440 no tienen cargos de penalidad por no cumplir la potencia comprometida.
- ** El poder calorífico del GN (gas natural) considerado por CAMMESA es 8400 y del GO (gasoil) 8580. Al vencimiento de los contratos resolución 220 pasan a ser resolución 440 con las características de estos últimos.
- *** Se detallan las potencias comprometidas en cada contrato.

9.2.2. Entrevistas con el personal

Se realizaron diversas entrevistas con el personal del área operaciones y gerencia de planta.

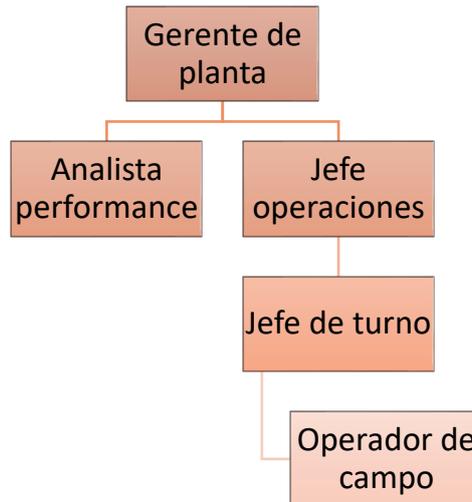


Ilustración 12 - Parte del organigrama que participó en las entrevistas – elaboración propia

Entrevista con jefe de operaciones

El jefe de operaciones es el máximo referente del área operaciones. Esta figura tiene a su cargo 4 jefes de turno y 6 operadores de campo, y la responsabilidad de tener disponibles las 24 horas del día, los 365 días del año, los 7 turbos grupos instalados en la planta y operarlos de acuerdo con los requisitos de CAMMESA.

Como salidas destacadas de la reunión podemos mencionar los siguientes puntos.

- Elevada carga administrativa. Se mencionó que se crearon una serie de registros papel y Excel para monitorear las turbinas más antiguas de la empresa, y esa metodología se ha replicado en las nuevas turbinas que se instalaron en años recientes. Estos registros se utilizan con 2 objetivos, en primer lugar, comunicar al área comercial sobre ciertos datos de interés, y en segundo lugar, tener información de análisis en caso de alguna falla para tratar de conocer porque ocurrió un evento.
- El área comercial presiona al área operaciones con cada vez mayor cantidad de información de las turbinas. Esto se puede

hacer cuándo no hay despacho de energía eléctrica, pero cuando se está generando es un problema.

- La planta creció en potencia instalada pero no en dotación del personal en el sector operaciones. Tampoco se ha realizado una integración de tecnologías durante las ampliaciones.
- Gran parte del personal que conforma el área operaciones tiene más de 15 años de antigüedad en la empresa. Existe un cierto acostumbramiento a la forma de trabajo habitual y una fuerte resistencia al cambio.
- La toma de decisiones se realiza con ayuda del personal de experiencia de la planta, pero la información estadística de proceso es de difícil acceso. Sí el evento lo justifica, se procesan los registros Excel, pero es tedioso.
- La persona que se desempeña como jefe de operaciones inicio en su puesto en noviembre de 2019 y de momento no ha realizado uso de los documentos de satisfacción del cliente en el proceso de toma de decisiones.

Entrevista con operador de campo

A posterior de la entrevista con el jefe de operaciones, se coordinó una segunda entrevista con operadores de campo, que es el nivel más bajo tiene el sector. Habitualmente hay un operador de campo por turno en la planta. Para que la entrevista sea más representativa, se buscó el momento en el cual se produce el cambio de turno y se pudo consultar a 2 operadores en simultaneo, de esta manera de quita parte de la subjetividad de la información recolectada.

Tomando en consideración los resultados de la entrevista anterior, se direccionó la conversación a conocer los distintos trabajos administrativos que hace el personal.

Se mencionó que la alta carga administrativa deriva de las siguientes tareas:



- Recorrida por campo para relevamiento de variables operativas con frecuencia horaria. En las horas pares se relevan una serie de equipos, mientras que en las impares se relevan otra serie de equipos. Durante el recorrido, se hace foco sobre aquellos equipos que están en funcionamiento. Con los datos relevados se conforma un planilla formato papel, que luego se traspasa a Excel. Luego existe una macro para que desde este Excel inicial se alimenten una serie de planillas con mayor procesamiento, que son consumidas por distintas personas en la planta.
- Recorrida por campo para relevamiento de consumos de combustible a las 00:00hs y a las 06:00hs de cada día. Estos horarios son los que emplea CAMMESA para los cierres de consumos diarios, y por ello es importante el dato. Se levanta el totalizador histórico en dichos horarios, y luego se hace la diferencia con respecto al valor del día anterior para conocer el consumo diario. Luego ese consumo diario se prorratea en las horas dónde la turbina estuvo generando energía. Este prorrateo se realiza debido a que el sistema SCOMB del cliente, solicita un registro con una resolución horaria.

Para reducir la subjetividad de la entrevista se solicitó permiso para acompañar al operador de campo en estas tareas y hacer una medición de tiempos, buscando identificar las causas del problema. Las mediciones tuvieron las características y resultados de las tablas inferiores.

Fecha trabajo	22-oct-20
Hora inicio relevamiento	08:00 hs
Operador	Alejandro Marin, Alejandro Palumbo
Condición meteorológica	Nebolina
Despacho en el momento	Todo fuera de servicio

Tabla 4 - Datos del relevamiento, operador de campo - elaboración propia



Concepto	Tiempo totalizado	Tiempo parcial
Salida oficina operadores. Planilla ya impresa.	00:00,0	00:00,0
Gonella control nivel de agua	00:20,5	00:20,5
Gonella manómetro PI5136	01:14,8	00:54,3
Manómetros pulmones de aire turbinas Thomassen	01:41,4	00:26,6
TG1 temperatura refrigeración salida	02:35,5	00:54,1
Generador 1 temperatura salida	03:13,6	00:38,1
Generador 1 temperatura entrada	03:40,7	00:27,2
Condensador 1 temperatura entrada	04:52,3	01:11,6
Turbina vapor 1 control PIG3QA2/1	05:30,5	00:38,2
Turbina vapor 1 control reguladora presión Askania	06:00,6	00:30,1
Generador 1 presión entrada aceite	06:23,1	00:22,5
Generador 1, presión anillos y cojinete 8	07:28,3	01:05,2
Generador 1, presión ductos y cojinete 7	08:19,0	00:50,7
Con gasoil manómetro salida diversor flujo TG1	10:39,7	02:20,6
Diferencial presión filtro gasoil alta y aceite	11:18,2	00:38,5
Diferencial presión filtro gasoil baja	12:06,8	00:48,6
Salida de la nave turbinas Thomassen	12:44,3	00:37,5
Inspección visual chiller Trane	12:47,4	00:03,1
Presión entrada, presión salida, corriente y horas de marcha chiller Trane	14:09,7	01:22,3
Presión secadores TG2	15:08,1	00:58,4
Delta presión filtros aire admisión TG2	15:53,9	00:45,8
Delta presión filtros aire admisión TG1	16:29,5	00:20,1
Presión secadores TG1	16:43,0	00:13,5
Inspección visual tanque diario combustible	17:57,3	01:14,3
Temperatura entrada torre enfriamiento	18:52,7	00:55,4
Caudales de bombas Halberg	19:42,7	00:50,1
Vibraciones ventiladores torre de enfriamiento	20:13,6	00:30,9
Transformador 3, temperatura devanado y aceite	22:54,3	02:40,7
Transformador 4, temperatura devanado y aceite	23:45,7	00:51,3
Transformador 5, temperatura devanado y aceite	24:48,4	01:02,7
Transformador 6, temperatura devanado y aceite	26:54,8	00:58,5
Transformador 7, temperatura devanado y aceite	27:46,9	00:52,1
Inspección visual torre enfriamiento Siemens	29:32,7	01:45,9
Inspección visual bombas y ventiladores torre enfriamiento Siemens	30:31,0	00:58,3
Inspección visual chiller Carrier 1	31:34,7	01:03,7
Inspección visual chiller Carrier 2	32:03,9	00:29,2
Inspección visual motogenerador Siemens	32:31,7	00:27,8
Inspección visual compresores y pulmón de aire Siemens	32:51,0	00:19,3
Inspección visual secadores de aire Siemens	33:03,5	00:12,6
Revisión CCM Siemens, central contra incendios	34:02,2	00:58,7



Concepto	Tiempo totalizado	Tiempo parcial
Transformador 1y2, temperatura devanado y aceite	38:49,3	04:47,1
Regreso a sala de operadores	39:44,7	00:55,3
Carga de valores en planilla Excel	43:54,2	04:09,6
Total		43:54,2
Frecuencia de la tarea horaria		
Distancia aproximada recorrida		2.100m

Tabla 5 - Medición de tiempos, operador de campo, tarea N°1 - elaboración propia

Concepto	Tiempo totalizado	Tiempo parcial
Salida oficina operadores. Planilla ya impresa.	00:00,0	00:00,0
Horas fuego con gas natural caldera Gonella	00:42,0	00:42,0
Caudal gas natural TG1	02:06,0	01:24,0
Caudal gas natural TG2	02:11,0	00:05,0
Caudal gasoil TG1	03:16,0	01:05,0
Caudal gasoil TG2	03:23,0	00:07,0
Horas fuego con gas natural TG5	05:43,0	02:20,0
Horas fuego con gas natural TG3	07:19,0	01:36,0
Horas fuego con gas natural TG4	08:52,0	01:33,0
Caudal gas natural TG6	10:45,0	01:53,0
Caudal gas natural TG7	12:10,0	01:25,0
Regreso oficina operadores.	15:32,0	03:22,0
Carga de valores en planilla Excel	19:41,6	04:09,6
Total		19:41,6
Frecuencia de la tarea, 2 veces al día, a las 00:00 y a las 06:00hs		
Distancia aproximada recorrida		1.200m

Tabla 6 - Medición de tiempos, operador de campo, tarea N°2 - elaboración propia

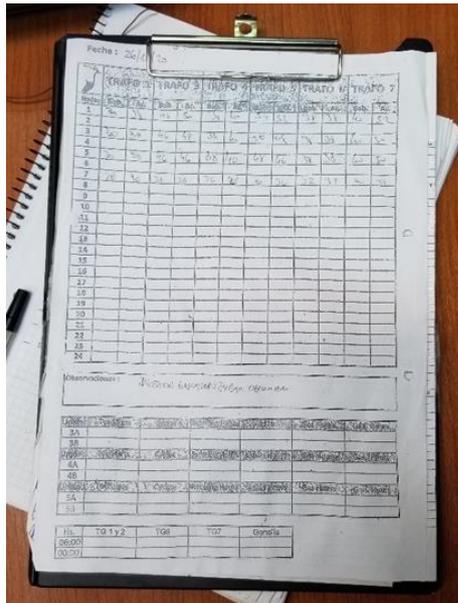


Ilustración 13 - Planilla empleada para registro de datos de campo – fotografía capturada por el autor

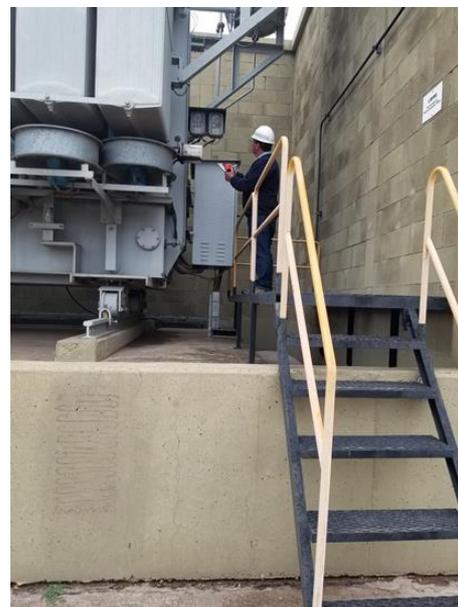


Ilustración 14 - Operador de campo empleando linterna para toma de datos en interior y sobre altura en exterior - fotografía capturada por el autor



Hora	TurboGrupo N° 1																								
	Parámetros Electricos					Parámetros Térmicos					Gas		Gas-Oil		Cons. Esp.		Descripcion								
	V [kV]	I [A]	P [MW]	Q [MVar]	Ee [MWh]	ΔP Filtros [Bar]	Desc. Comp. [Bar]	Temp. Esc. [°C]	Vacio [Bar]	Temp. Vapor [°C]	Pre. Vapor [Bar]	Caud. [Tn/h]	Temp. Aire Entrada TG	Med. Gas [m³]	Cons. Gas [m³]	Med. Liq. [m³]	Cons. Liq. [m³]	Est	Reg	Oper MW	Arque	Arque	Arque	Arque	Energia Medida en S.M.E.C.
00:00	0.29	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
01:00	0.24	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
02:00	0.22	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
03:00	0.24	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
04:00	0.30	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
05:00	0.24	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
06:00	0.11	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
07:00	0.21	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
08:00	0.17	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
09:00	0.19	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
10:00	0.17	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
11:00	0.18	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
12:00	0.19	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
13:00	0.19	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
14:00	0.19	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
15:00	0.19	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
16:00	0.21	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
17:00	0.15	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
18:00	0.22	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
19:00	0.25	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
20:00	0.22	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
21:00	0.14	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
22:00	0.18	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
23:00	0.15	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
24:00	0.14	-3	0.0	-0.1	0.0									0			0	0	9						0.00
			0.0											0			0	0	9						0.00

Ilustración 15 - Planilla Excel con datos horarios – fuente: (C.T. Modesto Maranzana, 2020)

Entrevista con jefe de turno

El jefe de turno es el puesto intermedio del sector, se vale de la información tomada por el operador de campo para tomar decisiones respecto de la producción de las unidades. Esta figura es la que tiene la comunicación directa del cliente y es el responsable de encender, apagar y hacer funcionar una unidad productiva, de acuerdo con los requerimientos del cliente.

De la entrevista surgieron los siguientes puntos.

- No todos los datos operativos son relevados por los operadores de campo. Un abanico de datos adicionales es recopilado por los jefes de turno, a partir de la lectura de las distintas pantallas y sistemas que se encuentran en sala de control.
- El jefe de turno realiza varios trabajos operativos, pero el que más tiempo conlleva es la carga del sistema COG (control operativo de generadores), propiedad del área comercial de la empresa, dónde se consensua la información de energía, potencia, estados operativos y consumos de combustibles que se comunican a CAMMESA.



- Otros trabajos administrativos que desarrolla esta figura y se mencionaron en la entrevista son:

Al igual que con la entrevista a operador de campo se pidió permiso para hacer una medición de tiempos de la actividad marcada como más extensa para quitar subjetividad y apertura el problema tratando de identificar oportunidades de mejora. Los resultados de la medición se muestran en la tabla inferior.

Fecha trabajo	23-oct-20
Hora inicio relevamiento	10:00 hs
Jefe de turno	Javier Zanoto
Condición meteorológica	Neblina
Despacho en el momento	Todo fuera de servicio
Frecuencia de trabajo	Una vez por día

Tabla 7 - Datos del relevamiento, jefe de turno - elaboración propia

Concepto	Tiempo totalizado	Tiempo parcial	Fuente de datos	Tipo	Responsable
Sala de control. Inicio proceso.	00:00:00	00:00:00		M	
Scada control TG3. Consumo gasoil. Selección rango horario. Bajada de información a computadora local.	00:01:21	00:01:21	Scada PW	M	JT
Scada control TG3. Consumo agua. Selección rango horario. Bajada de información a computadora local.	00:02:15	00:00:54	Scada PW	M	JT
Scada control TG3. Consumo gas natural. Selección rango horario. Bajada de información a computadora local.	00:03:59	00:01:44	Scada PW	M	JT
Scada control TG4. Consumo gasoil. Selección rango horario. Bajada de información a computadora local.	00:05:20	00:01:21	Scada PW	E	JT
Scada control TG4. Consumo agua. Selección	00:06:14	00:00:54	Scada PW	E	JT



Concepto	Tiempo totalizado	Tiempo parcial	Fuente de datos	Tipo	Responsable
rango horario. Bajada de información a computadora local.					
Scada control TG4. Consumo gas natural. Selección rango horario. Bajada de información a computadora local.	00:07:58	00:01:44	Scada PW	E	JT
Scada control TG5. Consumo gasoil. Selección rango horario. Bajada de información a computadora local.	00:09:19	00:01:21	Scada PW	E	JT
Scada control TG5. Consumo agua. Selección rango horario. Bajada de información a computadora local.	00:10:13	00:00:54	Scada PW	E	JT
Scada control TG5. Consumo gas natural. Selección rango horario. Bajada de información a computadora local.	00:11:57	00:01:44	Scada PW	E	JT
Transferencia archivos a pen drive. Transporte pen drive. Bajada información en disco compartido.	00:13:48	00:01:50	PC operación	M	JT
TG3. Agua. Modificación nombre archivo, apertura Excel registro, corrida macro y guardado documento.	00:16:06	00:02:18	PC operación	E	JT
TG3. Gas natural. Modificación nombre archivo, apertura Excel registro, corrida macro y guardado documento.	00:18:24	00:02:18	PC operación	E	JT
TG3. Gas natural. Impresión planilla.	00:19:24	00:01:00	PC operación	E	JT
TG3. Gasoil. Modificación nombre archivo, apertura Excel registro, corrida macro y guardado documento.	00:21:42	00:02:18	PC operación	E	JT
TG3. Gasoil. Impresión planilla.	00:22:42	00:01:00	PC operación	E	JT



Concepto	Tiempo totalizado	Tiempo parcial	Fuente de datos	Tipo	Responsable
TG4. Agua. Modificación nombre archivo, apertura Excel registro, corrida macro y guardado documento.	00:25:01	00:02:18	PC operación	E	JT
TG4. Gas natural. Modificación nombre archivo, apertura Excel registro, corrida macro y guardado documento.	00:27:19	00:02:18	PC operación	E	JT
TG4. Gas natural. Impresión planilla.	00:28:19	00:01:00	PC operación	E	JT
TG4. Gasoil. Modificación nombre archivo, apertura Excel registro, corrida macro y guardado documento.	00:30:37	00:02:18	PC operación	E	JT
TG4. Gasoil. Impresión planilla.	00:31:37	00:01:00	PC operación	E	JT
TG5. Agua. Modificación nombre archivo, apertura Excel registro, corrida macro y guardado documento.	00:33:55	00:02:18	PC operación	E	JT
TG5. Gas natural. Modificación nombre archivo, apertura Excel registro, corrida macro y guardado documento.	00:36:13	00:02:18	PC operación	E	JT
TG5. Gas natural. Impresión planilla.	00:37:13	00:01:00	PC operación	E	JT
TG5. Gasoil. Modificación nombre archivo, apertura Excel registro, corrida macro y guardado documento.	00:39:32	00:02:18	PC operación	E	JT
TG5. Gasoil. Impresión planilla.	00:40:32	00:01:00	PC operación	E	JT
Apertura COG. Identificación. Solapa "parte".	00:41:06	00:00:35	COG	M	JT
TG3. Carga de valores horarios de consumo gas natural en parte.	00:46:56	00:05:50	COG	M	JT
TG3. Carga de valores horarios de consumo gasoil en parte.	00:52:46	00:05:50	COG	E	JT



Concepto	Tiempo totalizado	Tiempo parcial	Fuente de datos	Tipo	Responsable
TG4. Carga de valores horarios de consumo gas natural en parte.	00:58:35	00:05:50	COG	E	JT
TG4. Carga de valores horarios de consumo gasoil en parte.	01:04:25	00:05:50	COG	E	JT
TG5. Carga de valores horarios de consumo gas natural en parte.	01:10:15	00:05:50	COG	E	JT
TG5. Carga de valores horarios de consumo gasoil en parte.	01:16:05	00:05:50	COG	E	JT
TG3. Adecuación de valores manuales del parte.	01:19:05	00:03:00	COG	E	JT
TG3. Autorización del parte por jefe de operaciones.	01:22:05	00:03:00	COG	E	JO
TG4. Adecuación de valores manuales del parte.	01:25:05	00:03:00	COG	E	JT
TG4. Autorización del parte por jefe de operaciones.	01:28:05	00:03:00	COG	E	JO
TG5. Adecuación de valores manuales del parte.	01:31:05	00:03:00	COG	E	JT
TG5. Autorización del parte por jefe de operaciones.	01:34:05	00:03:00	COG	E	JO
TG1. Diferencia medición manual día anterior y día actual. Prorratero en horas de funcionamiento equipo.	01:39:05	00:05:00	PC operación	E	JO
TG1. Carga de valores horarios de consumo gas natural en parte.	01:44:54	00:05:50	COG	E	JT
TG1. Carga de valores horarios de consumo gasoil en parte.	01:50:44	00:05:50	COG	E	JT
TG1. Adecuación de valores manuales del parte.	01:53:44	00:03:00	COG	E	JT
TG1. Autorización del parte por jefe de operaciones.	01:56:44	00:03:00	COG	E	JO



Concepto	Tiempo totalizado	Tiempo parcial	Fuente de datos	Tipo	Responsable
TG2. Diferencia medición manual día anterior y día actual. Prorratero en horas de funcionamiento equipo.	02:01:44	00:05:00	PC operación	E	JO
TG2. Carga de valores horarios de consumo gas natural en parte.	02:07:34	00:05:50	COG	E	JT
TG2. Carga de valores horarios de consumo gasoil en parte.	02:13:23	00:05:50	COG	E	JT
TG2. Adecuación de valores manuales del parte.	02:16:23	00:03:00	COG	E	JT
TG2. Autorización del parte por jefe de operaciones.	02:19:23	00:03:00	COG	E	JO
TG6. Diferencia medición manual día anterior y día actual. Prorratero en horas de funcionamiento equipo.	02:24:23	00:05:00	PC operación	E	JO
TG6. Carga de valores horarios de consumo gas natural en parte.	02:30:13	00:05:50	COG	E	JT
TG6. Carga de valores horarios de consumo gasoil en parte.	02:36:03	00:05:50	COG	E	JT
TG6. Adecuación de valores manuales del parte.	02:39:03	00:03:00	COG	E	JT
TG6. Autorización del parte por jefe de operaciones.	02:42:03	00:03:00	COG	E	JO
TG7. Diferencia medición manual día anterior y día actual. Prorratero en horas de funcionamiento equipo.	02:47:03	00:05:00	PC operación	E	JO
TG7. Carga de valores horarios de consumo gas natural en parte.	02:52:52	00:05:50	COG	E	JT
TG7. Carga de valores horarios de consumo gasoil en parte.	02:58:42	00:05:50	COG	E	JT



Concepto	Tiempo totalizado	Tiempo parcial	Fuente de datos	Tipo	Responsable
TG7. Adecuación de valores manuales del parte.	03:01:42	00:03:00	COG	E	JT
TG7. Autorización del parte por jefe de operaciones.	03:04:42	00:03:00	COG	E	JO
TG1. Herramienta "consumo específico garantizado", aprobar, presentar y guardar.	03:05:18	00:00:36	COG	M	JT
TG2. Herramienta "consumo específico garantizado", aprobar, presentar y guardar.	03:05:54	00:00:36	COG	E	JT
TG3. Herramienta "consumo específico garantizado", aprobar, presentar y guardar.	03:06:31	00:00:36	COG	E	JT
TG4. Herramienta "consumo específico garantizado", aprobar, presentar y guardar.	03:07:07	00:00:36	COG	E	JT
TG5. Herramienta "consumo específico garantizado", aprobar, presentar y guardar.	03:07:43	00:00:36	COG	E	JT
TG6. Herramienta "consumo específico garantizado", aprobar, presentar y guardar.	03:08:19	00:00:36	COG	E	JT
TG7. Herramienta "consumo específico garantizado", aprobar, presentar y guardar.	03:08:55	00:00:36	COG	E	JT
Generación reporte de consumos del día de la fecha y guardo en Excel	03:10:06	00:01:11	COG	M	JT
Ingreso a sistema Lotus y declaración día de la fecha	03:11:07	00:01:01	Lotus	M	JT
Fin del proceso.	03:11:07	00:00:00		M	
Total		03:11:07			
Frecuencia de la tarea diaria					
Distancia recorrida		10m			

Tabla 8 - Medición de tiempos, jefe de turno, tarea declaración de consumos de combustible horarios - elaboración propia

Notas:

- El tipo de dato puede tener "M" que significa que el dato tabulado fue medido con cronometro durante la entrevista, o "E" que significa que fue estimado y consensuado con el entrevistado.
- En la columna "responsable" las opciones son "JT" jefe de turno o "JO" jefe de operaciones.
- Durante la entrevista se encontró que el jefe de turno ocupó 10 hojas tamaño A4.



Ilustración 16 - Panorámica de sala de control – fotografía capturada por el autor

Entrevista con gerente de planta

El gerente de planta es el nivel superior del organigrama de la planta, se entrevistó a modo de validar la problemática planteada por el sector operaciones.

Se consultó acerca del procedimiento de satisfacción del cliente encontrado en el sistema de gestión integral y el gerente dijo desconocer dicho documento, y que se trata de una versión obsoleta. La medición de satisfacción de cliente se estima a partir de los reportes de desempeño que se preparan en planta con diferentes datos operativos, siendo la disponibilidad comercial el más importante. El objetivo es tener la disponibilidad por encima del 95%.

Adicionalmente, se consultó por el costo de la mano de obra y la información brindada se tabula debajo. La entrevista se efectuó el 26 de octubre de 2020, se obtuvo el precio horario determinado en base a los conceptos básicos y promedios del recibo de sueldo, por 2 para contemplar las cargas sociales y dividido 177 horas de trabajo. Los valores es pesos se



convirtieron a dólares empleando el tipo de cambio de la fecha de la entrevista.

Puesto	Sueldo al 26/10/2020 (ARS)	Costo hora (ARS)	Costo hora (USD)
Operador	157.707,00	891,00	11,28
Jefe turno	250.101,00	1.413,00	17,89
Jefe operaciones	306.387,00	1.731,00	21,91

Tabla 9 - Costo mano de obra - elaboración propia

La entrevista sirvió como evidencia objetiva respecto de la necesidad de la organización por el proyecto, así como de la significación, factibilidad, liderazgo y compromiso.

9.2.3. Medición de la satisfacción del cliente (sin implementación del proyecto)

De acuerdo con la entrevista con gerencia la satisfacción del cliente se aproxima a partir de los reportes de desempeño, siendo la disponibilidad comercial el parámetro principal.

El reporte de desempeño es un documento que se emite con una frecuencia mensual, durante los primeros 10 días del mes en curso, con información del mes vencido. La publicación se realiza a mandos medios y jerárquicos de la organización vía mail, luego se realiza una reunión donde se analizan los resultados.

El reporte de desempeño está organizado en secciones, siendo las mismas:

- Datos de las unidades
- Datos ambientales
- Datos operativos
- Datos comerciales

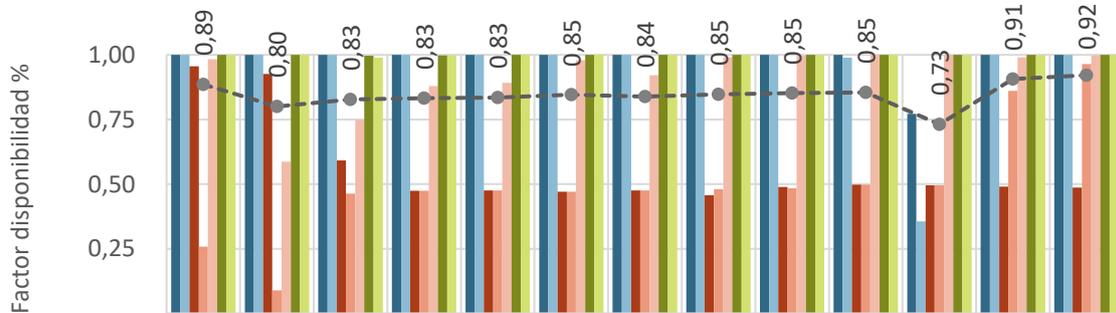
- Aspectos económicos
- Datos de mantenimiento

Vemos que no existe una sección dedica a la “satisfacción del cliente” propiamente dicha.

En la sección “datos comerciales” se encuentra la mencionada “disponibilidad comercial”. Este indicador se obtiene de calcular el cociente que se emplean en la ecuación inferior, se puede calcular por turbo grupo o general de toda la planta.

$$Disponibilidad\ comercial = \frac{\sum potencia\ reconocida\ hora\ a\ hora\ por\ el\ cliente}{\sum potencia\ nominal\ neta\ (placa\ de\ maquina)}$$

En el gráfico inferior se puede observar los resultados del indicador en función de los meses. Los resultados muestran que TG3 y TG4 están por debajo del objetivo del 95% y éstas unidades afectan el promedio general de la planta.



	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21	sep-21	oct-21	nov-21	dic-21	ene-22	feb-22	mar-22
TG1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,77	1,00	1,00
TG2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,36	1,00	1,00
TG3	0,96	0,93	0,59	0,47	0,48	0,47	0,48	0,46	0,49	0,50	0,50	0,49	0,49
TG4	0,26	0,09	0,46	0,47	0,48	0,47	0,48	0,48	0,48	0,50	0,50	0,86	0,96
TG5	0,98	0,59	0,75	0,88	0,89	0,98	0,92	0,99	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00
TG6	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
TG7	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
---●--- Prom.	0,89	0,80	0,83	0,83	0,83	0,85	0,84	0,85	0,85	0,85	0,73	0,91	0,92

Ilustración 17 - Gráfico disponibilidad comercial – elaboración propia

9.2.4. Recursos demandados en el cálculo de la medición de la satisfacción del cliente (sin implementación del proyecto)

Los recursos demandados para la producción de los reportes de performance se resumen en la tabla inferior.

Parámetro	Comentarios	Resultado
Tiempo requerido para indicadores y reportes de desempeño	Tiempo demandado por personal para calcular indicadores y reportes de desempeño	El analista de performance demanda en promedio 4 días hábiles en reunir los datos de las diversas fuentes para conformar el reporte desempeño.
Precisión de los indicadores	Se valora el resultado del indicador de 1 a 5 según los parámetros intervinientes sean medidos o estimados, donde 1 es todo estimado y 5 todo medido.	Se encuentra que la mayoría de los datos publicados en el reporte desempeño son medidos, por ello asignamos 4.
Cantidad de horas hombre dedicadas a trabajo administrativo.	Tiempo dedicado por personal para lectura, registro y almacenamiento de datos operativos.	Asociado a las mediciones de tiempo de la entrevista. Aproximadamente 3 horas diarias de operaciones, son 90 horas mensuales. Adicionalmente 16 horas mensuales de analista de performance y 8 horas del departamento comercial.
Publicación del reporte	Tiempo transcurrido desde el evento que desencadena la publicación hasta la publicación efectiva	El evento que produce la publicación es el cierre del mes y demoramos 5 días hábiles en conocerse el resultado
Reacciones al reporte	Las reacciones que habilita el procesamiento del reporte	El reporte muestra lo que ocurrió, se hacen reuniones mensuales para que el personal se entere y se generen acciones correctivas/preventivas.

Tabla 10 - Recursos demandados en medición de satisfacción del cliente previo al proyecto - elaboración propia

9.3. Investigación de herramientas Business Intelligence

Se investigó el mercado respecto de las herramientas Business Intelligence existentes y de qué manera podrían colaborar en la solución del problema planteado. Para acotar la búsqueda se revisó el cuadrante mágico de Gartner en miras de seleccionar softwares que sean referentes en el sector. Debido a que todos los softwares que aparecen son pagos, y al ser el precio una de las principales limitantes a la hora de adoptar este tipo de herramientas, se decidió incluir en análisis una herramienta open source.

Los softwares comparados se tabulan a continuación.



Ilustración 18 - Cuadrante mágico de Gartner para herramientas Business Intelligence año 2022 – fuente: (Gartner, 2022)

Nombre	Tipo	Detalles
 Microsoft PowerBI	Licenciada	Es una herramienta de análisis que ayuda en la generación de informes y la visualización de datos para proporcionar información empresarial. A través de la sencilla interfaz de Power BI, las empresas pueden conectarse a una variedad de fuentes de datos y crear sus propios tableros e informes. Originalmente nacido de Excel como un complemento, Power



Nombre	Tipo	Detalles
		BI ha crecido desde entonces para valerse por sí mismo. A un costo relativamente bajo, Power BI satisface las necesidades de organizaciones que van desde pequeñas empresas hasta grandes corporaciones.
 Microstrategy	Licenciada	MicroStrategy es una plataforma de análisis de datos que brinda soluciones a organizaciones de todos los tamaños. Permite a los usuarios personalizar visualizaciones de datos y crear paneles personalizados en tiempo real. Aprovecha la conectividad de datos, el aprendizaje automático y el acceso móvil para ofrecer a los usuarios un control integral sobre sus conocimientos. Debido a su facilidad de uso y escalabilidad, se destaca como líder en el campo de análisis empresarial.
 SAP Analytics Cloud	Licenciada	SAP Cloud Analytics es una solución de análisis potenciada que utiliza tecnología de aprendizaje automático para simular escenarios predictivos. Impulsado por inteligencia artificial, ayuda a las empresas a tomar decisiones con confianza al explorar posibilidades hipotéticas basadas en datos históricos. Proporciona a todos los miembros de una organización acceso a información automática e interactiva. Hay varios planes disponibles con diferentes niveles de funcionalidad, por lo que las empresas pueden elegir la suscripción que mejor se adapte a sus necesidades. Es una herramienta más completa que la herramienta SAP Business Object.
 SAP Business Objects		Business Objects de SAP ofrece una variedad de soluciones para empresas de todas las industrias y tamaños. Su objetivo es aumentar la capacidad de respuesta a los problemas empresariales. Agiliza las cargas de trabajo y permite a los usuarios compartir información para tomar mejores decisiones. Es la primera capa de analítica que ofrece SAP. Está orientado a un análisis histórico (no predictivo). Los informes tienen por foco una grilla (tipo Excel). Solo es on premise (instalable), no cloud. La licencia en sí es más económica, que Analytics Cloud pero demanda de la infraestructura necesaria para instalar el software que puede representar una inversión importante para la empresa.



Nombre	Tipo	Detalles
 Tableau	Licenciada	Tableau es una solución de análisis y visualización de datos que ayuda a las empresas a tomar decisiones basadas en datos. Combina datos de una amplia gama de fuentes para brindar información procesable en tiempo real. Permite la exploración de datos a través de medios intuitivos como el filtrado de arrastrar y soltar, que no requieren de gran habilidad técnicas por parte de los usuarios. Con amplias opciones de personalización y seguridad.
 AspenOne	Licenciada	AspenOne Process Explorer es la evolución del reconocido software Infoplus21. Se trata de un software industrial para almacenar información histórica del proceso productivo y analizarla. Realizar un seguimiento del rendimiento y evaluar tendencias y gráficos en tiempo real con información actualizada sobre procesos y producción. Analizar un evento utilizando potentes herramientas de descubrimiento y reconocimiento de patrones. Configurar rápida y fácilmente los flujos de trabajo diarios para permitir el acceso empresarial al rendimiento de los activos con notificaciones claras y concisas.
 Grafana Grafana	Open source	Grafana es un software de visualización de datos especializada en el manejo de series de tiempo. Nació como un programa open-source (abierto) y si bien mantiene esta modalidad en la actualidad, ofrece paquetes más sofisticados a empresas, cobrando por prestaciones premium y almacenamiento en la nube. Tiene como premisas unificar los datos, y no las bases de datos. Grafana se basó en el principio de que los datos deben ser accesibles para todos en su organización. Al democratizar los datos, Grafana ayuda a facilitar una cultura en la que las personas que los necesitan los datos pueden acceder y usarlos fácilmente, lo que ayuda a romper los "quintas" de datos y empoderar a los equipos.

Tabla 11 - Softwares Business Intelligence evaluados - elaboración propia

Se compararon 45 características de los distintos softwares y cada una de ellas se le asignó un puntaje que va desde el 0% al 100%, donde el 100% representa que ofrece la característica, 0% que no ofrece la



característica y porcentajes intermedios representan adaptaciones de las características o prestaciones parciales de la misma. Para poder armar la comparativa se recurrió a las pruebas de versiones demo de los distintos softwares y consulta con los vendedores de los mismos. La tabla con los resultados se presenta debajo.

Software	PowerBI	Microstra.	Tableau	SAP BO	SAP SAC	AspenOne	Grafana
01 - Introducción	100	100	100	100	100	50	100
Cientes	100	100	100	100	100	50	100
Descripción							
Fabricante							
02 - Requisitos técnicos	100	100	100	55	100	10	100
Infraestructura	100	100	100	50	100	50	100
Sistemas operativos admitidos en computadoras	100	100	100	100	100	0	100
Sistemas operativos admitidos en dispositivos móviles	100	100	100	100	100	0	
Explorador web admitido en computadoras	100	100	100	25	100	0	
Posibilidad SAAS	100	100	100	0	100	0	100
03 - Soporte	100	100	78	96	100	60	54
Capacitación	100	100	90	100	100	100	100
Chat y Mensaje Instantáneo	100	100	0	100	100	0	0
Servicios de implementación	100	100	100	80	100	100	70
Soporte del foro/comunidad	100	100	100	100	100	0	100
Teléfono y correo electrónico	100	100	100	100	100	100	0
04 - Seguridad	100	100	100	100	100	0	100
Seguimiento de la actividad de la aplicación	100	100	100	100	100	0	100
Seguridad a nivel de objeto	100	100	100	100	100	0	100
05 - Conectividad a fuentes de datos	90	95	83	62	90	67	100
Bases de datos relacionales	100	100	100	100	100	100	100
Plataformas ERP	85	85	50	85	85	100	100
Sistemas de almacenamiento de archivos en la nube	85	100	100	0	85	0	100
06 - Gestión de datos	100	100	100	100	100	33	100
Combinación de datos	100	100	100	100	100	100	100
Exploración de datos	100	100	100	100	100	0	100
Preparación de datos	100	100	100	100	100	0	100
07 - Dashboarding y visualización de datos	84	76	92	50	77	40	90
Animaciones	50	100	100	0	25	100	50
Auto refrescar	70	80	70	50	70	100	100
Plantillas de informes y paneles	100	0	90	0	90	0	100
Tableros	100	100	100	100	100	0	100
Visualizaciones de datos interactivas	100	100	100	100	100	0	100
08 - Informes o reportes	80	60	100	100	100	20	75



Software	PowerBI	Microstra.	Tableau	SAP BO	SAP SAC	AspenOne	Grafana
Exportación de informes	100	100	100	100	100	0	100
Informes ad-hoc	100	0	100	100	100	0	75
Informes de programación automática	100	100	100	100	100	100	50
Informes interactivos	100	100	100	100	100	0	100
Versionado de informes	0	0	100	100	100	0	50
09 - Inteligencia móvil	100	100	80	37	90	0	28
Aplicaciones móviles nativas	100	100	100	100	100	0	10
Colaboración móvil	100	100	0	0	100	0	0
Modo offline	100	100	100	0	50	0	0
Notificaciones push y alertas	100	100	100	0	100	0	100
Paneles e informes móviles	100	100	100	85	100	0	30
10 - Licencia y precio	83	76	88	58	79	20	100
Límite en cantidad de informes	100	100	100	100	100	100	100
Límite en cantidad de variable / tags	100	100	100	100	100	0	100
Pruebas gratis	100	100	100	0	100	0	100
Tipo de usuarios y precios							
Precio en el primer año (USD/año)	86	0	70	45	49	2	100
Precio acumulado en 5 años (USD/año)	29	80	69	44	48	0	100
11 - Disponibilidad y escalabilidad	100	100	100	83	100	0	100
Disponibilidad	100	100	100	100	100	0	100
Escalabilidad	100	100	100	50	100	0	100
Tolerancia a fallos	100	100	100	100	100	0	100
Total general	93	89	91	72	93	26	81

Tabla 12 - Comparativa y evaluación de herramientas BI - elaboración propia

La herramienta que mayor puntaje obtuvo es Microsoft BI, lo que es coincidente con el cuadrante mágico de Gartner. En la tabla se observa que la herramienta gratuita quedó mejor posicionada que otras herramientas pagas.

9.4. Equipo de trabajo

Para poder llevar adelante el proyecto es preciso abordar diferentes temáticas y por ello se vio la necesidad de generar un equipo de trabajo

multidisciplinario. En la tabla inferior se presenta el equipo, con sus correspondientes roles y funciones.

Fotografía	Apellido y nombre	Puesto	Rol en el proyecto	Función
	Keegan Guillermo	Analista de presupuesto y performance de planta.	Líder de proyecto.	Gestión del proyecto, desarrollo de base de datos, selección de indicadores y generación de tableros de comandos y reportes.
	Gallo Mariano	Jefe de operaciones.	Colaborador. Cliente del interno del proyecto.	Facilitador interno en el área operaciones.
	Garcia Campi Diego	Sistemas industriales y automatismos de producción	Colaborador.	Comunicación entre sistemas de control y base de datos. Gestión de seguridad informática.
	Blenda Nicolás	Supervisor de mantenimiento o eléctrico	Colaborador.	Cableado eléctrico y configuración de sensores.

Tabla 13 - Equipo de trabajo - elaboración propia

9.5. Análisis de causas

Abordando con el equipo de trabajo los resultados obtenidos en la etapa diagnóstica, y de las entrevistas principalmente, se generó el análisis de causas que se plasma en la tabla inferior.

**Problema**

- Medición del grado satisfacción del cliente poco fiable y lento proceso de cálculo para su determinación.

Síntomas

- Desconocimiento por parte del personal respecto del grado de satisfacción de CAMMESA con el funcionamiento de la central térmica.
- Vago conocimiento de la relación entre las variables operativas y el grado satisfacción del cliente. Esto provoca que todas las variables operativas se consideren importantes y de allí la necesidad de registrarlas, dando como resultado una alta carga administrativa.
- Errores humanos en los datos cargados en los registros operativos.
- Reclamos de otras áreas de la organización, principalmente "comercial" por falta de precisión en los datos y largos tiempo de respuesta.
- Reclamos del personal de operaciones ante una solicitud por trabajo adicional, durante momentos dónde existe despacho de energía.
- Disminución de las gestiones de mejora (ISO 9001) generadas por el personal de operaciones.
- Procedimiento de trabajo desactualizados, principalmente en lo correspondiente a la satisfacción del cliente.

Causas

- La potencia instalada de la planta creció con los años, pero no la cantidad de personal. La planta inició en 1994 con 70MW, y actualmente posee 350MW de potencia instalada. La dotación en planta ha disminuido en el tiempo. Se contrato un solo operador adicional en la última ampliación, cuyo tiempo es compartido con el área mantenimiento.
- Conviven diferentes tecnologías en la empresa, sin embargo, CAMMESA genera los mismos requisitos de información para todas las unidades productivas. Los equipos más nuevos permiten conseguir los datos y monitoreo de modo más ágil, pero para los viejos el personal debe hacer un esfuerzo mayor. Además, la diferencia de tecnologías hace que la integración de datos sea compleja.
- Durante las obras de ampliación, ausencia de inversión en integración de datos.
- Elevada carga administrativa en el sector operaciones. Tienen que llevar registros operativos y comerciales. La elevada carga administrativa no es un problema cuando la producción es nula, sin embargo, se vuelve un cuello de botella cuando la producción aumenta.
- Duplicidad y cultura de mantener lo anterior. En algunos procesos administrativos se incorporó tecnología, pero se lleva el registro digital y se duplica en papel.
- Ausencia de instrumentos de medición o instrumentos de medición inadecuados para ciertas variables de proceso.
- No están definidos los indicadores con los que se mide la satisfacción del cliente.
- Los contratos comerciales de los turbos grupos están en manos de pocas personas, y no están procesados para entendimiento ágil del personal de operaciones.
- Débil entrenamiento del personal de operaciones en procedimiento técnicos de CAMMESA.

- Área comercial generan requisitos cada vez más exigentes, que se traducen en mayor carga de trabajo administrativa en el área "operaciones". Se solicitan nuevos datos, pero no se considera la complejidad de lectura y almacenamiento de dicho dato. Los requisitos se aplican para todas las centrales de modo homogéneo, pero no se tienen en cuenta aspectos como: factor de despacho de la central, complejidad e integración tecnológica, antigüedad de equipos, dotación disponible, etc.
- Central Térmica Modesto Maranzana posee sistema de gestión integral, pero otras centrales y administración central no están certificadas. El conocimiento respecto de la medición de satisfacción del cliente y la necesidad de medirla no es homogéneo para el grupo.

Impactos

- Error humano en los registros operativos, que luego son tomados por la comercial e informados al cliente o partes interesadas externas. Estos afectan en interno la relación entre áreas y en externo la reputación de la organización.
- Cuando existe un desvío en la declaración jurada de consumos de combustible se generan recargos negativos en la facturación de meses posteriores, que afecta al área financiera.
- Diferentes usuarios pueden modificar los datos almacenados, es decir seguridad informática débil.
- Elevado costo de mano de obra asignada a tareas administrativa.
- Desconocimiento del costo asociado al lucro cesante y la insatisfacción del cliente.

Tabla 14 - Análisis de causas - elaboración propia

Para profundizar el análisis de causas, dándole mayor objetividad, se tomaron en consideración las mediciones de tiempos realizadas durante las entrevistas con el personal del departamento operaciones.

Como ya se expresó anteriormente en este documento, el área operaciones está compuesta por 3 puestos jerarquizados. En la base del organigrama se encuentra el operador de campo (Op), luego el jefe de turno (JT) es el mando medio del sector y finalmente en la cima se halla el jefe de operaciones (JO). Se analizó el tiempo que demandan diferentes tareas administrativas para estos perfiles en un turno de 8 horas (480 min x 3 personas = 1.440 min) y suponiendo una situación de full despacho en la planta. Se generó un gráfico de Pareto dónde en el eje horizontal se muestran las causas que generan la carga administrativa que son las distintas tareas divididas por responsables y en el eje vertical el tiempo que demanda la tarea

que surge de la multiplicación de la duración de una cierta tarea por la frecuencia en la que se realiza la misma.

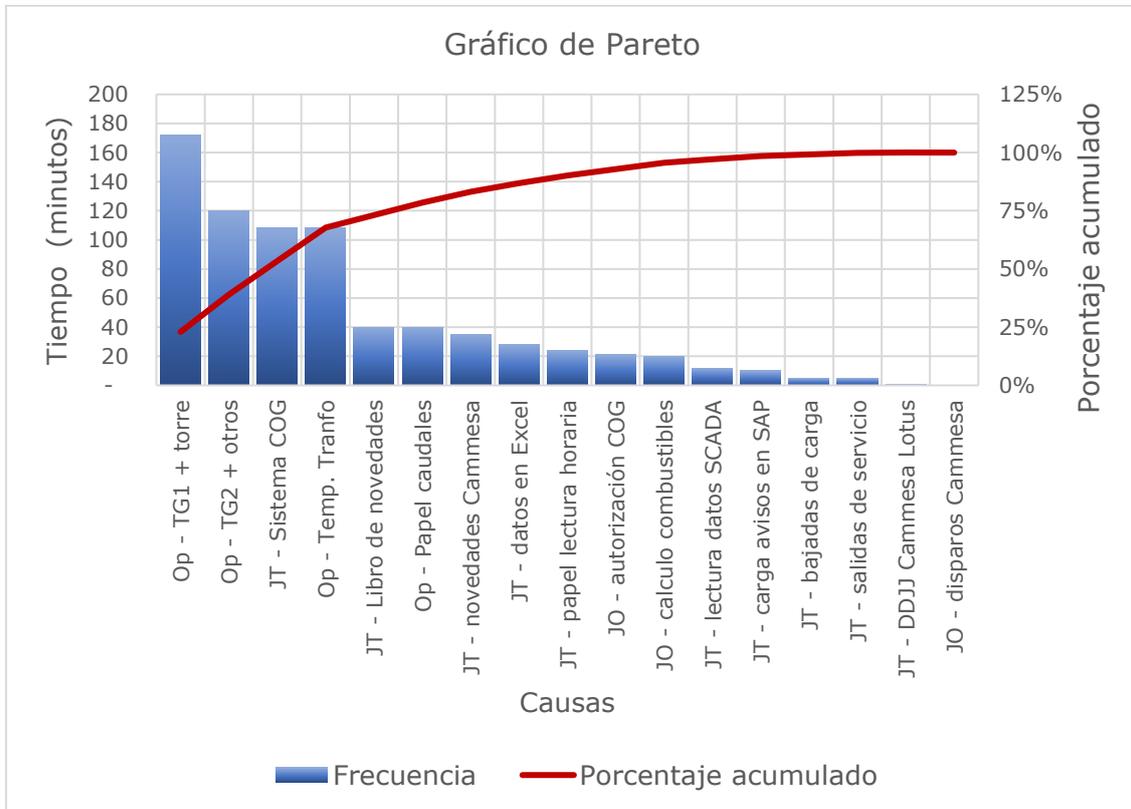


Ilustración 19 - Grafico de Pareto con tareas administrativas del sector operaciones – elaboración propia

Se puede observar que la tarea “registro de lecturas horarias de turbo grupo N°1 y torre de enfriamiento” realizada por “operador de campo” genera el 23% del problema. Es la causa central del problema. Esta actividad está íntimamente ligada con las 2 siguientes, “registro de lecturas horarias de turbo grupo N°2 y otros equipos” y “registro en sistema COG (Control Operativo de Generadoras)”. Si las sumamos, tenemos que el 53% del problema.

Los turbos grupos N°1 y N°2 son los equipos más viejos de la planta, tienen instrumentos de medición manual y requieren de monitoreo presencial en campo para asegurar el correcto funcionamiento y evitar fallas. Muchos de los datos relevados por el operador, luego deben ser volcado en el sistema COG (control operativo de generadores). Este sistema es propiedad del sector



comercial del grupo y se emplea para consensuar las comunicaciones con CAMMESA. Por ello, sumando tecnología se puede disminuir el tiempo de lectura de los datos operativos y sí el formato es adecuado, se podría transmitir la información al sistema COG de modo automático (mejora integral).

9.5.1. Propuestas de mejora

Luego de analizar el gráfico de Pareto, el equipo de trabajo generó una lluvia de ideas con propuestas de mejora. Se generaron propuestas de mejora individualmente para cada uno de los puestos del sector "operaciones" de Central Térmica Modesto Maranzana. Para la formulación de estas se tuvieron en consideración los resultados de la investigación de mercado respecto de los softwares Business Intelligence.

Puesto "operador de campo (Op)".

El diagrama Pareto refleja que el trabajo administrativo de este puesto es la causa principal del problema del sector, compuesto por las tareas "registro de lecturas horarias de turbo grupo N°1 y torre de enfriamiento" y "registro de lecturas horarias de turbo grupo N°2 y otros equipos".

- Los equipos que se miden en estos trabajos son los más antiguos de la central térmica y se encuentran en desuso, 12% de despacho en los últimos 12 meses, mientras que el despacho en años anteriores rondaba el 85%. Se sugiere reducir la frecuencia de las rondas y diferenciar el trabajo dependiendo si existe generación de energía eléctrica o están detenidos.
- El operador emplea una planilla formato papel que completa con tinta durante el trabajo en campo, la planilla posee un listado de los sensores que deben medirse y están ordenados alfabéticamente por equipos. Se sugiere ordenar el listado de acuerdo con el

recorrido óptimo que debe realizarse, para disminuir los tiempos de captura.

- Se observó que en el proceso de lectura deben medirse sensores que se encuentran bajo nivel del piso o en altura, y esto dificulta la captura del dato y aumentan la probabilidad de error. Además, en algunos sensores ubicados en el interior del recinto se detectó iluminación deficiente y obligaba a que el operario haga uso de una linterna. Se debe trabajar en la ergonomía de la rutina y en la iluminación de los puntos de medición.
- El operador escribe los valores medidos en un registro papel y luego dedica tiempo en transcribir estos datos a una planilla Excel. Se recomienda el empleo de una Tablet durante el recorrido, de modo que el dato se grabe directamente en la planilla Excel, ahorrando tiempos de traspaso y evitando errores.

Con estas propuestas se trabaja sobre la causa principal del problema, pero al mirar el Pareto tenemos una causa trivial que se encuentra próxima a convertirse en principal. Hablamos de la tarea "temperatura de transformadores", y nos parece pertinente hacer recomendaciones para este punto.

- Al igual que en las rondas antes mencionadas, se recomienda trabajar en ergonomía de la tarea y hacer uso de una Tablet para registrar los datos directamente en el Excel.
- Existe un equipo de monitoreo automático instalado en los transformadores, denominado General Electric Hydran M2, que no tiene integrados los sensores de temperatura y no está transmitiendo la totalidad de datos a sala de control. Hablamos de un sistema que no está explotado al 100%. Se recomienda generar la red conexión de datos necesaria para abarcar a todos los transformadores y la integración de la variable temperatura en el sistema. De esta manera, la rutina que realiza el operador ya no es necesaria porque el dato se registra de modo automático, y solo será necesario una constatación diaria.

Puesto "jefe de turno (JT)"

El diagrama Pareto refleja que el trabajo administrativo de este puesto tiene un porcentaje similar a la causa principal del problema y es ocasionado por la tarea "registro en sistema COG (Control Operativo de Generadoras)". En el sistema COG se registran una diversidad de parámetros operativos, pero el que mayor tiempo insume es el asociado a consumos horarios de los distintos combustibles empleados en la central térmica. El proceso de carga de los consumos de combustibles demanda 3 operaciones que son: lectura, almacenamiento y reporte

- El sistema COG es un programa a medida que es generado por el sector comercial de la compañía con sede en oficinas Buenos Aires, mientras que las plantas que están distribuidas en el país. Por esta razón, es importante que se sigan realizando mediciones de los tiempos insumidos en la carga del sistema y se realicen reuniones periódicas entre sector comercial y sector operaciones donde se vean los problemas del software y se formulen soluciones. Se debe hacer comprender la demanda de tiempo en campo a los administrativos que programan el COG. El sistema COG debería limitarse a los datos indispensables para que el sector comercial pueda mantener un relación sólida y fluida con el cliente externo, que es CAMEMSA.
- Para la lectura, se recomienda colocar caudalímetros adecuados en los puntos de consumo, transmitir los datos leídos a sala de control de modo automático.
- Para el almacenamiento, se recomienda generar una base de datos centralizada que contenga la información de modo seguro y al que puedan acceder solo lectura los distintos interesados.
- Para el reporte, se debe trabajar en la conexión de la base de datos generada con el COG, de modo la carga se haga automática. Además, la incorporación de herramientas Business Intelligence permite capitalizar el esfuerzo de los puntos anteriores, logrando un enfoque proactivo, en lugar de reactivo, dónde la información

sirva para evitar fallas en lugar de solo emplearla para comprender porque se produjo la falla.

Puesto "jefe de operaciones (JO)"

El diagrama Pareto refleja que el trabajo administrativo de este puesto no conforma una causa principal del problema. Las propuestas realizadas para los otros puestos van a repercutir en una mejora para el jefe de operaciones, principalmente en performance y precisión.

9.6. Formulación de la idea

Para mejorar la situación problemática se ha desarrollado el presente proyecto de innovación, que contempla los siguientes atributos.

1. Medición automática de las variables operativas relevantes con sensores y sistemas de control electrónicos. El montaje de sensores habilita la ejecución de una gran cantidad mediciones precisas de modo automático.
2. Almacenamiento centralizado en base de datos estructurada instalada en un servidor local. Se emplean conversores para transformar señales eléctricas generadas en los sensores a datos informáticos, que mediante diversos puentes de comunicación se transmiten desde los distintos sistemas instalados en la organización hacia la base de datos, para ser allí almacenados de modo seguro.
3. Publicación y monitoreo en tiempo real con software Business Intelligence. Esta herramienta transforma los datos de la base en información de valor, para que los usuarios puedan tomar acciones preventivas o correctivas tempranas.

El tablero de satisfacción del cliente se genera como un dashboard (tablero) en el software Business Intelligence, que contiene diversos paneles dónde se visualizan indicadores adecuados, abastecidos por datos desde los sensores. Se esquematiza la situación en la imagen inferior.

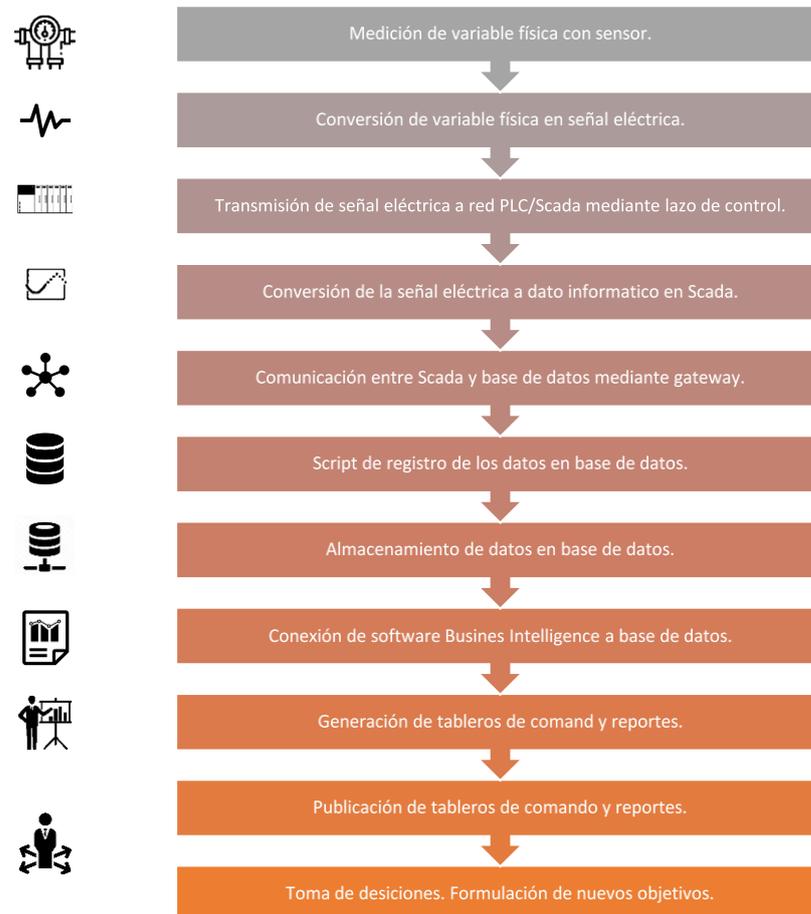


Ilustración 20 - Esquema de atributos del proyecto y su conexión – elaboración propia

Los atributos enmarcados en el alcance del proyecto son una selección de las propuestas de mejora planteadas para abordar la elevada carga administrativa del departamento operaciones. Existe una fuerte conexión entre la medición de satisfacción del cliente y la carga administrativa del sector, por lo que mejorando en uno de los aspectos se mejora en el otro.

Para mejorar la comprensión de los atributos se presentan dos imágenes en las que se esquematiza la forma de trabajo sin el proyecto y con la

implementación del proyecto. Adicionalmente, en el anexo se presenta una tabla comparativa con mayor detalle.

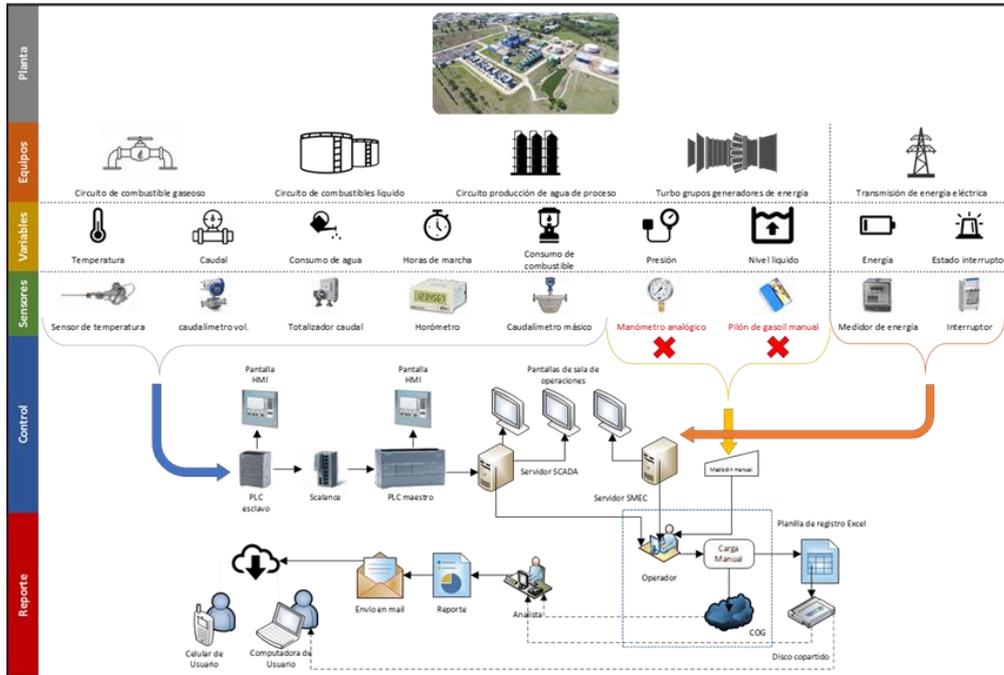


Ilustración 21 - Forma de trabajo actual – elaboración propia

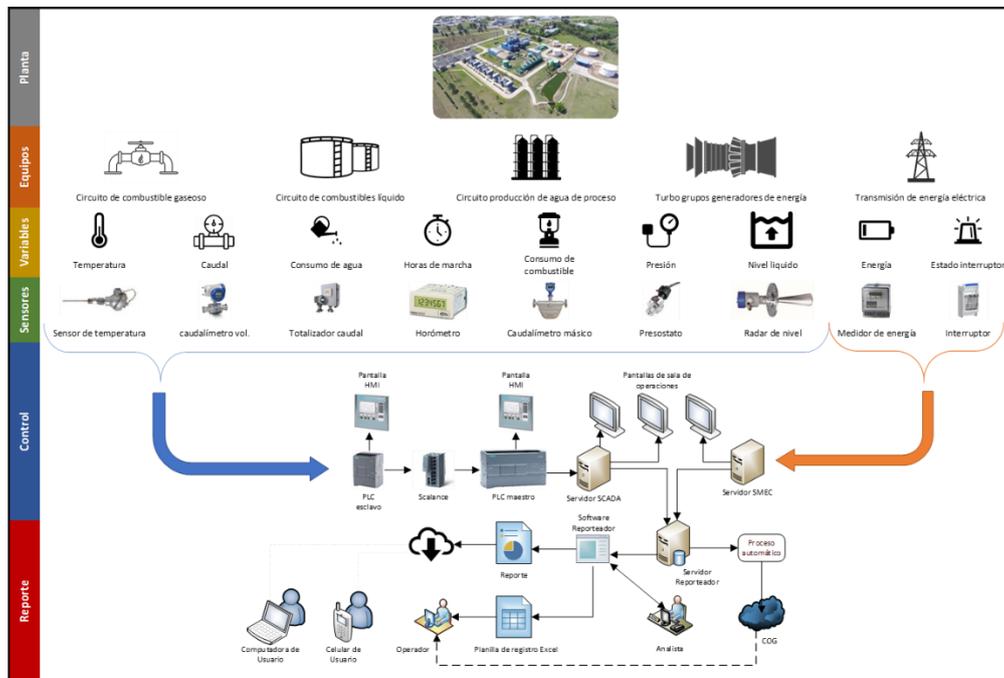


Ilustración 22 - Forma de trabajo propuesta – elaboración propia

9.7. Beneficios para la empresa

Entre los beneficios de esta nueva forma de trabajo podemos mencionar.

- 1) Mejora la eficiencia. A partir de:
 - a. Agilidad de respuesta. Se obtiene información en tiempo real del estado de situación, lo que permite accionar sobre un desvío rápidamente.
 - b. Menor probabilidad de error. Se minimiza la carga de información de modo manual y el factor humano.
 - c. Mayor precisión. Los sensores colocados en campo tienen una gran precisión en la medición.
- 2) Mejora la seguridad. A partir de:
 - a. Datos inviolables. Los datos se cargan automáticamente en la base de datos y no pueden modificarse. Solo pueden ser consultados.
 - b. Mejora la interacción entre áreas. La información relevada por los instrumentos y posteriormente almacenada en la base de datos, puede ser consultada por diferentes miembros habilitados de la organización de modo simultáneo.
 - c. Habilita la posibilidad de generar reportes de modo automático, que reflejan el estado de situación en tiempo real y con los cuales se pueden tomar decisiones respecto de la forma de trabajo de la organización.
- 3) Mejora económica.
 - a. Menor consumo de combustibles, reducción de costos.
 - b. Mayor despacho. La mejora en la eficiencia en el uso de los recursos y consecuente reducción de costes habilita la posibilidad de generar mayor cantidad de energía.
- 4) Ahorro de tiempo. Las lecturas son realizadas por instrumentos colocados en campo sobre las variables de modo automático. El tiempo que antes era insumido por el operario para realizar este trabajo se ve liberado.
- 5) Mejora ambiental. Menor uso de papel.

9.8. Tablero de comando para medición del grado de satisfacción del cliente e indicadores asociados

El tablero de satisfacción del cliente se genera como un dashboard en el software BI. Los usuarios habilitados acceden al software y tablero, a partir de un navegador web valiéndose de la VPN de Albanesi. Al ser un software web, habilita un rápido despliegue ya que no es necesario realizar instalaciones en las computadoras de los usuarios. A su vez, el programa no emplea de internet externo para trabajar, esta funcionalidad es importante ya que la planta sufre cortes de modo repetitivo.

En el tablero de satisfacción del cliente se plasma un enfoque desde lo general hacia lo específico. En la cabecera se dispone un panel que muestra el promedio de satisfacción calculado como el promedio de los diversos indicadores que se apertura debajo. Se emplea una escala porcentual que va desde 0% a 100% y una referencia de color tipo semáforo para reflejar el cumplimiento del objetivo asociado. Se plantea un objetivo del 95% de satisfacción, por encima de dicho valor tendremos color verde en el panel.

En la tabla inferior, encontramos una apertura de la medición de satisfacción en indicadores relacionados a diferentes requisitos establecidos por el cliente. Cada indicador tiene asociada una ecuación en la que intervienen mediciones de distintas variables operativas. Las mediciones son realizadas en su mayoría por sensores y sistemas productivos, mientras que el cálculo es resuelto por el motor de base de datos, dejando la tarea de visualización al software BI.

Nº	Indicador	Ecuación
1	Disponibilidad comercial	$\text{Disponibilidad comercial} = \frac{\sum \text{potencia reconocida hora a hora por el cliente}}{\sum \text{potencia nominal neta (placa de maquina)}}$
2	Ratio despacho real sobre despacho teórico	$\text{Ratio} = \frac{\text{Generación de energía neta}}{\text{Generación de energía teórica}}$ <p>*La energía teórica se obtiene de multiplicar la potencia reconocida por Cammesa en el lapso en el que el cliente solicito estar en servicio. Se consideran lapsos dónde se solicita mínimo técnico.</p>

Nº	Indicador	Ecuación
3	Ratio consumo específico con gas natural	$CE_{GN} \left[\frac{kcal}{kW \cdot h} \right] = \frac{PCI \left[\frac{kcal}{m^3} \right] \times \text{volumén gas natural consumido } [m^3]}{\text{energía total } [kWh] \times \text{factor uso gas natural}}$ <p>*Siendo PCI el poder calorífico inferior del gas natural que se considera igual a 8400. El factor de uso de gas natural se obtiene de dividir las horas de marcha con gas natural sobre las horas de marcha totales.</p>
4	Ratio consumo específico con gasoil	$CE_{Go} \left[\frac{kcal}{kW \cdot h} \right] = \frac{PCI \left[\frac{kcal}{kg} \right] \times \text{densidad } \left[\frac{kg}{m^3} \right] \times \text{volumén gasoil } [m^3]}{\text{energía total } [kWh] \times (1 - \text{factor uso gas natural})}$ <p>*Siendo PCI el poder calorífico inferior del gasoil que se considera igual a 8580. La densidad del gasoil se considera igual 850 kg/m³.</p>
5	Ratio cantidad de desacoples (Tiempo medio entre fallas)	<p>Cantidad de trips, disparos o perturbaciones que generan un desacople de las unidades en servicio y ese evento es visualizado por el cliente.</p> $MTBF = \frac{PH - (RSH - FOH - POH)}{FO} = \frac{SH}{FO}$ <p>“MTBF” (mean time between failures) conforme ISO 3977-9. Es la relación entre las horas de operación y la cantidad de interrupciones forzadas (trips). Donde: “SH” son las horas de servicio y “FO” son el número de salidas forzadas</p>
6	Ratio tiempo de encendido	<p>Tiempo transcurrido entre el momento dónde el cliente solicita la entrada en servicio de un turbo grupo y el momento en el que se cierra efectivamente el interruptor de dicho equipo e ingresa en paralelo con la línea. Se admiten 25 minutos de demora para una turbina de gas y 36 horas para el ciclo combinado.</p>
7	Confiabilidad de arranque	$SR = \frac{SS}{SS + FS} = \frac{SS}{SA}$ <p>Confiabilidad del arranque (starting reliability) “SR” conforme ISO 3977-9. Donde: “SS” son el número de arranques exitosos (cierre de interruptor), “FS” son el número de arranques fallidos y “SA” son intentos de arranque (valor solicitado por el cliente)</p>
8	Confiabilidad enlace de comunicación	<p>Tiempo de desconexión en la comunicación por sistema entre el cliente y la central térmica.</p>
9	Ratio informes perturbaciones	<p>Tiempo transcurrido entre un desacople físico y la presentación al cliente del correspondiente informe de perturbaciones con las acciones correctivas y preventivas requeridas.</p>

Tabla 15 - Indicadores de la satisfacción del cliente - elaboración propia

Nº	Indicador	Ecuación
A	Penalidades económicas	Sumatoria de penalidades económicas generadas por el cliente ante incumplimiento de la prestación consensuada en contrato comercial de la unidad.
B	Tiempo requerido para indicadores	Tiempo demandado por personal para calcular indicadores y reportes de desempeño
C	Precisión de los indicadores	Se valora de 1 a 5 según el resultado del indicador según los parámetros intervinientes sean medidos o estimados
D	Cantidad de horas hombre dedicadas a trabajo administrativo.	Tiempo dedicado por personal para lectura, registro y almacenamiento de datos operativos.
E	Cantidad de horas hombre dedicadas a trabajo proactivo	Tiempo dedicado por personal para análisis de fallas y generación de gestiones de mejora.
F	Gestión operativa - mantenimiento	Medir el beneficio económico de realizar mantenimientos estando disponible el turbo grupo, o bien hacer pasar un trip como mapro.

Tabla 16 - Otros indicadores de resultados del proyecto - elaboración propia

Para cada indicador se emplea una escala porcentual que va de 0% a 100% y colores indicativos tipo semáforo, dónde el color verde representa el cumplimiento de los objetivos.

Para mantener una vista compacta en el tablero, se emplean links o hipervínculos que redireccionan a los usuarios a tableros auxiliares que permiten ampliar la información respecto de la medición de satisfacción de un requisito puntual. Sobre los tableros auxiliares se configuran alarmas y canales de comunicación para notificar a los usuarios responsables la ocurrencia de un desvío, que puede llevar o está llevando a un incumplimiento de los requisitos del cliente. Estas notificaciones sirven para que los responsables gestionen acciones y tomen decisiones para cumplir con los objetivos de satisfacción.



El tablero inicial refleja los indicadores con información parcial del mes en curso, y luego del cierre de mes se guarda un registro en la base de datos que sirve para conocer la evolución de los indicadores.

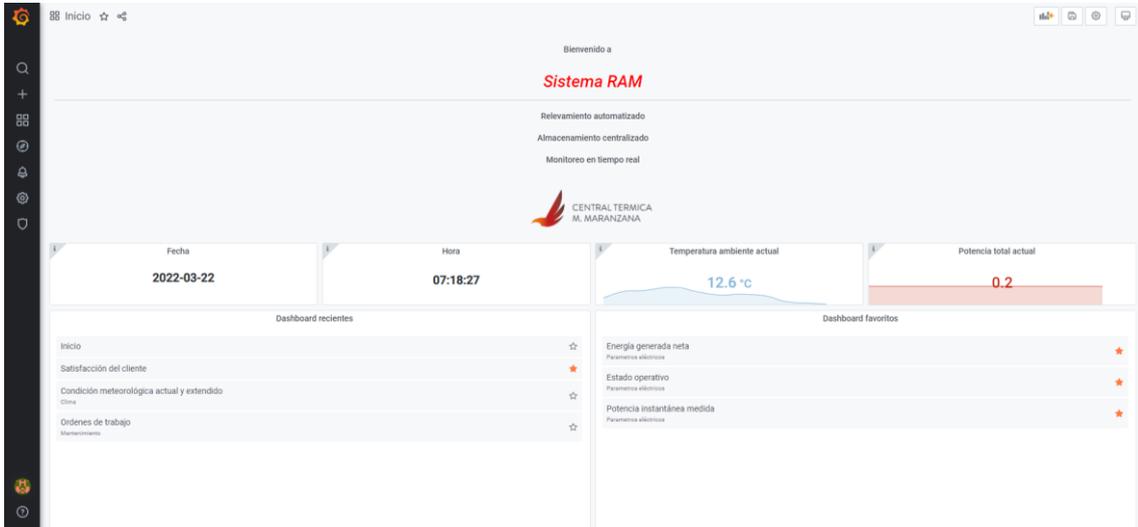


Ilustración 23 - Ingreso a software BI a partir de navegador web – elaboración propia

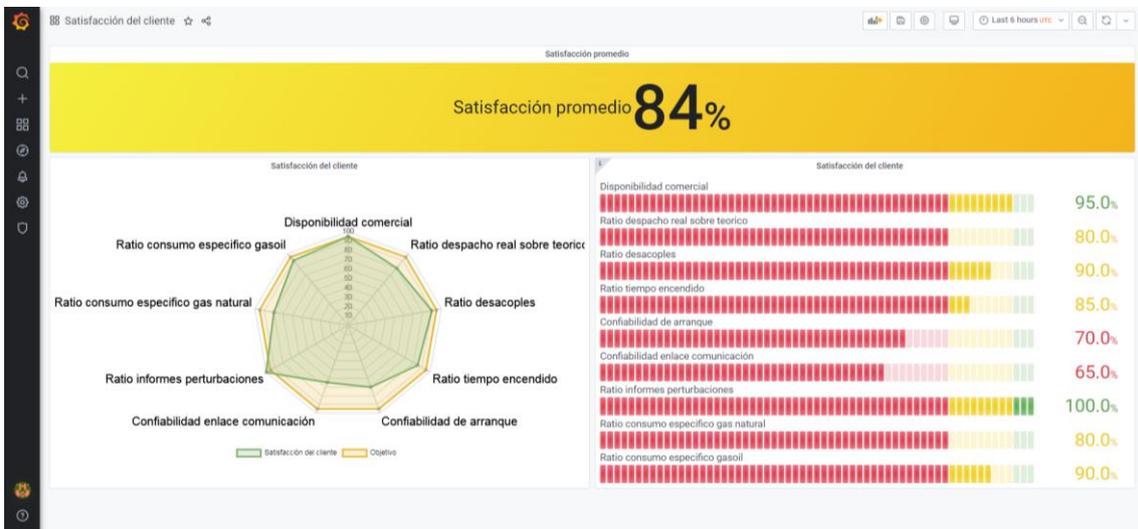


Ilustración 24 - Tablero satisfacción del cliente – elaboración propia

Thresholds

+ Add threshold

- 95
- 80
- Base

Thresholds mode
Percentage means thresholds relative to min & max

Absolute Percentage

Ilustración 25 - Colores tipo semáforo empleados en los indicadores de satisfacción del cliente – elaboración propia

El objetivo se muestra en color verde, siendo el mismo superior al 95%.
[Confiabilidad enlaces de comunicación](#)
[Ratío consumos específicos](#)

Ilustración 26 - Links o hipervínculos a tableros que amplían información del indicador – elaboración propia

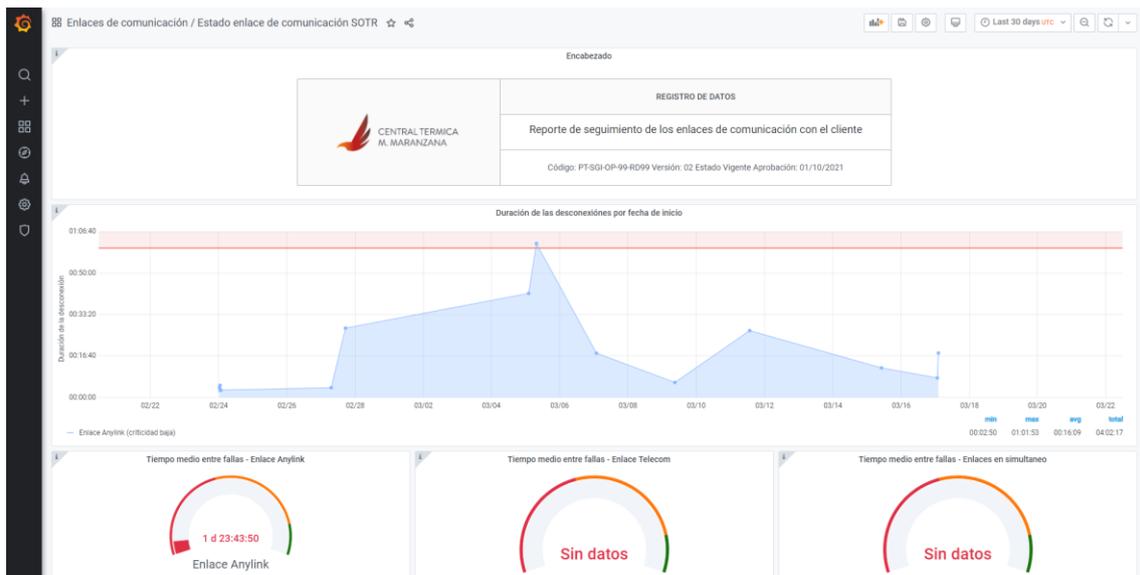


Ilustración 27 - Tablero auxiliar asociada al estado de los enlaces de comunicación – elaboración propia

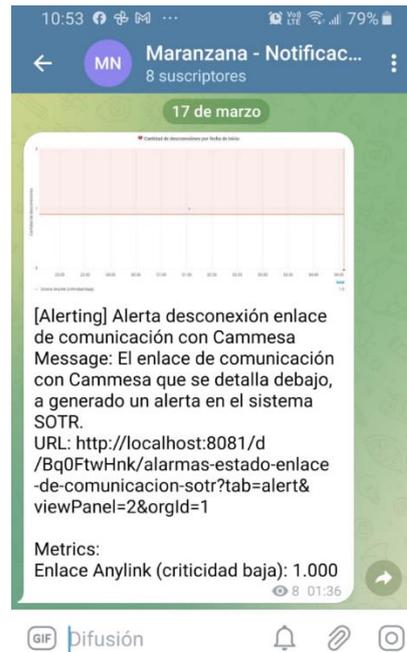


Ilustración 28 - Notificación de desvíos detectado en tiempo real – elaboración propia

9.9. Desarrollo

El proyecto comenzó a partir de una reunión interna, dónde se planteó el problema y se debatió respecto de la solución. Se definió el equipo de trabajo y líder de proyecto. En dicha ocasión se generó una agenda de trabajo compartida dónde se plasmaban nuevas reuniones de seguimiento del proyecto.

En las reuniones internas sucesivas se definió el alcance del proyecto, variables involucradas, frecuencia de muestreo, modo de comunicación, modo de almacenamiento, software y hardware necesario y documentación. Se generó el documento "RAM-I - Proyecto RAM – Revisión I", que se empleó como pliego técnico para cotizar servicios y partes necesarias para el proyecto. Además, se creó un plan en Microsoft Planner con tarjetas con cada actividad, responsables y fecha de entrega para para mejorar la comunicación en el equipo de trabajo.

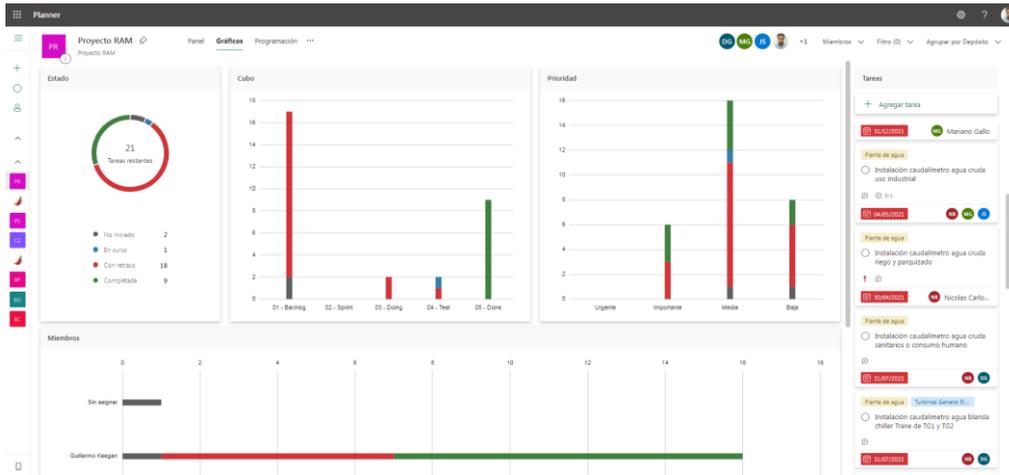


Ilustración 29 - Plataforma Microsoft Planner para seguimiento del proyecto – elaboración propia

Luego, se definieron los indicadores necesarios y se ejecutaron mediciones de diagnóstico para conocer situación previa a la implementación del proyecto. A raíz de este trabajo, se mejoró el reporte de desempeño general de planta y se adecuó el procedimiento existente respecto de satisfacción del cliente.

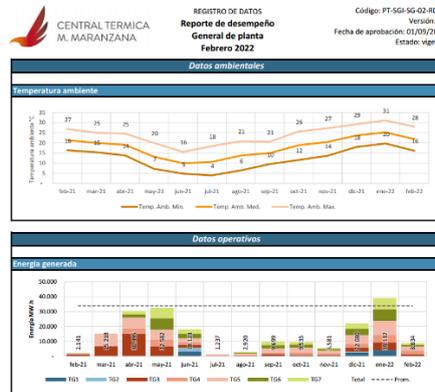


Ilustración 30 - Extracto del reporte de desempeño de planta – elaboración propia

Se efectuó una reunión con especialista técnico para la revisión de la solución técnica planteada y recursos necesarios. Luego de la validación del especialista, se concretó la compra y montaje de servidor local, con su correspondiente alimentación a fuente de energía eléctrica segura (para

evitar apagones) y placas de red. También, se instalaron en el servidor los softwares necesarios para el proyecto: Nanoscada, Grafana, WinCC

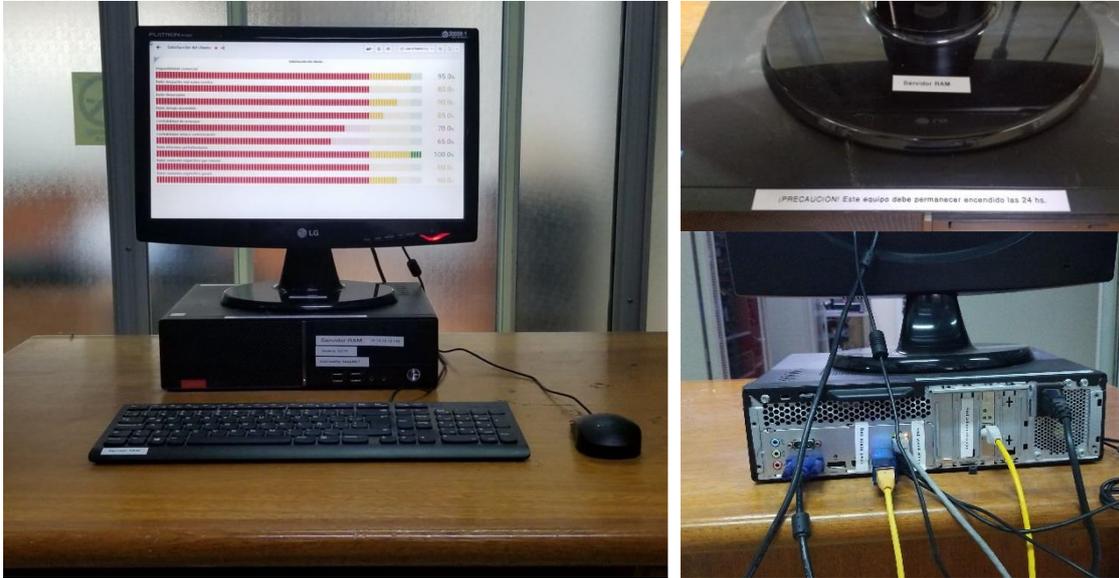


Ilustración 31 - Servidor RAM, lugar dónde corren la base de datos y el software BI – fotografía capturada por el autor

Se continuó trabajando con especialistas, por un relevamiento respecto del hardware necesario en campo para adquisición automática de datos. Se perfeccionó el pliego técnico original en lo que respecta a sensores y con ello se pidió cotización a distintos proveedores para tener importes de referencia, que luego se emplearon en el desarrollo del presupuesto de planta.

Aprobado el presupuesto por directorio, se realizó la gestión de compra de diversos sensores, siendo los más importantes los caudalímetros de gas natural para turbina TG1, turbina TG2 y caldera Gonella. Recibido el hardware en planta, luego del proceso de licitación y compras, se realizó el montaje mecánico y eléctrico de los mismos. Para el caso de caudalímetros de gas natural se tuvo la complejidad de efectuar un montaje antiexplosivo.



Antes



Después

Ilustración 32 - Montaje de caudalímetros de gas natural en TG1 y TG2 – fotografía capturada por el autor



Antes



Después

Ilustración 33 - Montaje de caudalímetros de gas natural caldera Gonella - - fotografía capturada por el autor

Luego del montaje, se procedió a la generación del lazo de control y modificación de programa de PLC y scada para incluir los nuevos caudalímetros de gas natural para turbina TG1, turbina TG2 y caldera Gonella. Se aprovecho la ocasión homogenizar criterios de medición, unidades, escalado y decimales con los caudalímetros de turbina TG6 y TG7. Se generaron nuevas pantallas en los scadas de control para que el área operaciones tenga una visión clara de la forma en la que el cliente desea recibir los datos de consumos de combustibles.

TOTALIZADORES COMBUSTIBLE

CONSUMO COMBUSTIBLE GASEOSO (GAS NATURAL)					
Turbo Grupo	Equipos principales para declaración				Otros Equipos
	TG1	TG2	TG6	TG7	CALDERA AUX
Caudal Instantáneo (Nm ³ /h)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caudal totalizado Historico (Ndam ³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

CONSUMO COMBUSTIBLE LIQUIDO (GASOIL)					
Turbo Grupo	Equipos principales para declaración				Otros Equipos
	TG1	TG2	TG6	TG7	CALDERA AUX
Caudal Instantáneo (L/h)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caudal totalizado Historico (m ³)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

TOTALIZADORES COMBUSTIBLE (Ultima 24 Hs) PARA DECLARAR

Central	MMAR	MMAR	MMAR	MMAR	MMAR	MMAR	MMAR	MMAR
Grupo	MMARCC01	MMARCC01	MMARCC02	MMARCC02	MMARCC06	MMARCC06	MMARCC07	MMARCC07
Combustible	GN	GO	GN	GO	GN	GO	GN	GO
	dam ³	m ³						
AYER	0:00-0:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	1:00-1:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	2:00-2:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	3:00-3:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	4:00-4:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	5:00-5:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	6:00-6:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	7:00-7:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	8:00-8:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	9:00-9:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	10:00-10:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	11:00-11:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	12:00-12:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	13:00-13:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	14:00-14:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	15:00-15:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	16:00-16:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	17:00-17:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	18:00-18:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	19:00-19:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	20:00-20:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	21:00-21:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	22:00-22:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
AYER	23:00-23:59	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ilustración 34 - Nuevas pantallas en scadas de control coincidentes con declaración de combustibles al cliente - fotografía capturada por el autor



Central		MMAR													
Grupo		MMARCC01	MMARCC01	MMARCC02	MMARCC02	MMARTG03	MMARTG03	MMARTG04	MMARTG04	MMARTG05	MMARTG05	MMARTG06	MMARTG06	MMARTG07	
Combustible		GN	GO	GN											
		dam3	m3	dam3											
24/12/19	H01		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000
24/12/19	H02		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000
24/12/19	H03		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000
24/12/19	H04		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000
24/12/19	H05		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000
24/12/19	H06		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000
24/12/19	H07	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24/12/19	H08	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24/12/19	H09	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24/12/19	H10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24/12/19	H11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24/12/19	H12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24/12/19	H13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24/12/19	H14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.931	0.000	1.443	0.000	1.112	0.000
24/12/19	H15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.368	0.000	11.796	0.000	11.496	0.000
24/12/19	H16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.393	0.000	11.985	0.000	11.796	0.000
24/12/19	H17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.367	0.000	11.946	0.000	11.933	0.000
24/12/19	H18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.411	0.000	11.959	0.000	12.445	0.000
24/12/19	H19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.743	0.000	12.112	0.000	12.431	0.000
24/12/19	H20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.902	0.000	12.402	0.000	12.486	0.000
24/12/19	H21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.078	0.000	12.415	0.000	12.514	0.000
24/12/19	H22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.194	0.000	12.300	0.000	12.410	0.000
24/12/19	H23	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.133	0.000	12.206	0.000	12.307	0.000
24/12/19	H24	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.252	0.000	12.375	0.000	12.479	0.000
25/12/19	H01	0.000		0.000		0.000		0.000		8.518		7.469		7.435	
25/12/19	H02	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
25/12/19	H03	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
25/12/19	H04	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
25/12/19	H05	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
25/12/19	H06	0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	
25/12/19	H07														
Consumo Total		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	150.290	0.000	130.408	0.000	130.844	0.000

Ilustración 35 - Declaración de consumos de combustible presentada a CAMMESA - fuente: (CAMMESA, 2022)

Se generó una comunicación entre el scada general de planta y el servidor RAM, y luego se configuró un script en dicho scada para registrar los consumos de combustibles y otras variables operativas en la base de datos local. De esta manera se registraron datos de ciertos equipos, pero quedaron excluidas las turbinas marca Pratt and Whitney, debido a que poseen un sistema de control independiente que no estaba comunicado a la red de PLC interna.

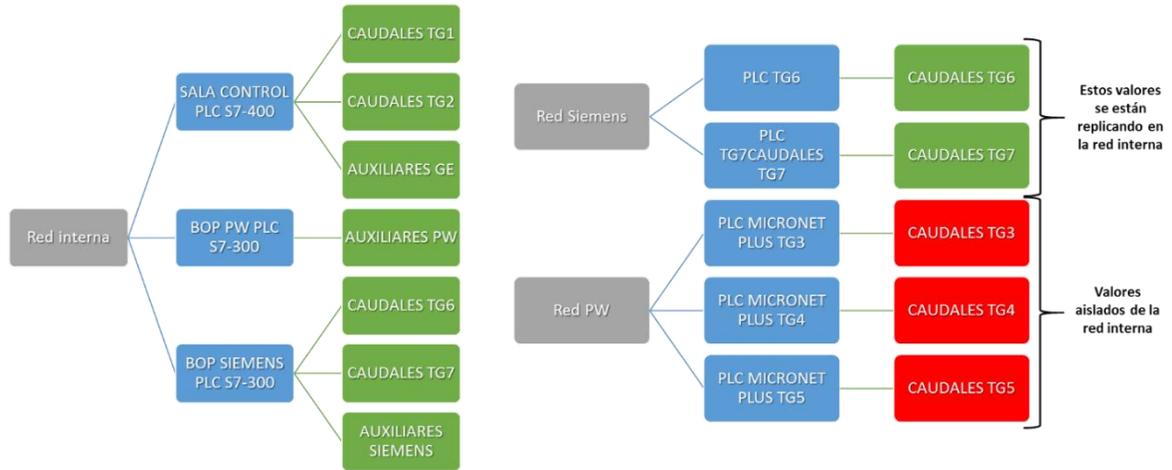


Ilustración 36 - Diagrama de la red previa al proyecto – elaboración propia

Se adquirió y configuró un Gateway para lograr la comunicación mediante OPC entre el sistema de control de turbinas Pratt and Whitney y el servidor RAM. Se aprovecha la capacidad del propio Gateway para registrar datos en la base local.

Con los datos obtenidos se desarrollaron dos salidas. En primer lugar, se generaron tableros en el software BI que contienen información de interés para diversas áreas de la planta. En segundo lugar, se vinculó la base de datos local a la base de datos del sistema COG (control operativo de generadores) y se creó un botón para carga automática de los consumos de combustibles y temperaturas de las unidades de Central Térmica Modesto Maranzana.

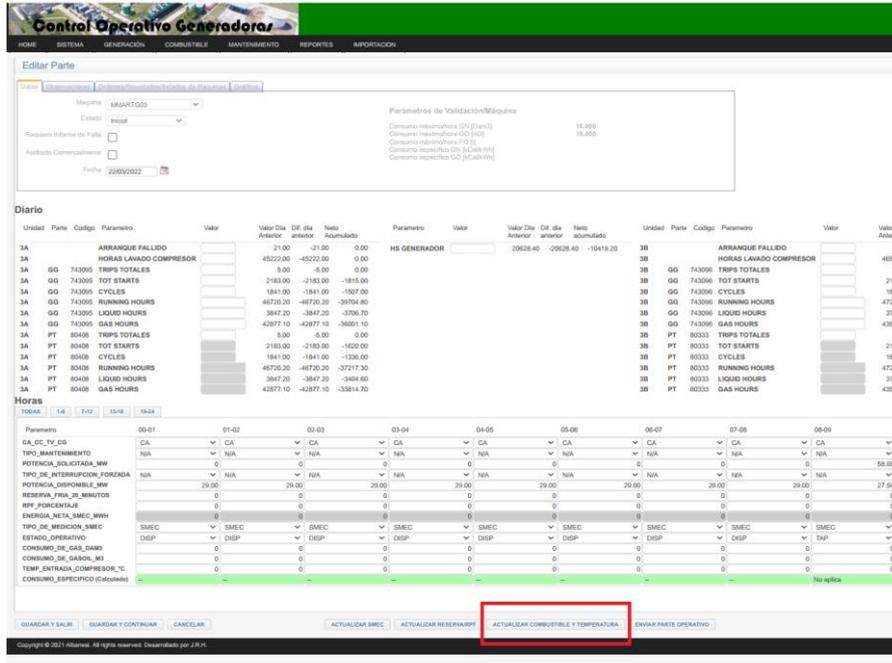


Ilustración 37 - Botón para actualizar de modos automático consumos de combustibles y temperaturas en el COG – fotografía capturada por el autor



Ilustración 38 - Tablero en software BI con consumos de gas natural por turbina – elaboración propia

Se configuró la comunicación entre otros sistemas de interés y el servidor RAM. Podemos mencionar algunos de ellos.

- Sistema SOTR. Datos de potencia, novedades, conectividad.
- Sistema SMEC en base de datos. Datos de energía generada.
- Central meteorológica.
- Base de datos con mediciones del gasoducto.
- Red de transformadores Hydran M2.

- Partes diarios del COG.
- Cámaras de seguridad IP.
- Extractos de SAP.



Ilustración 39 - Sistemas existentes en sala de control – elaboración propia

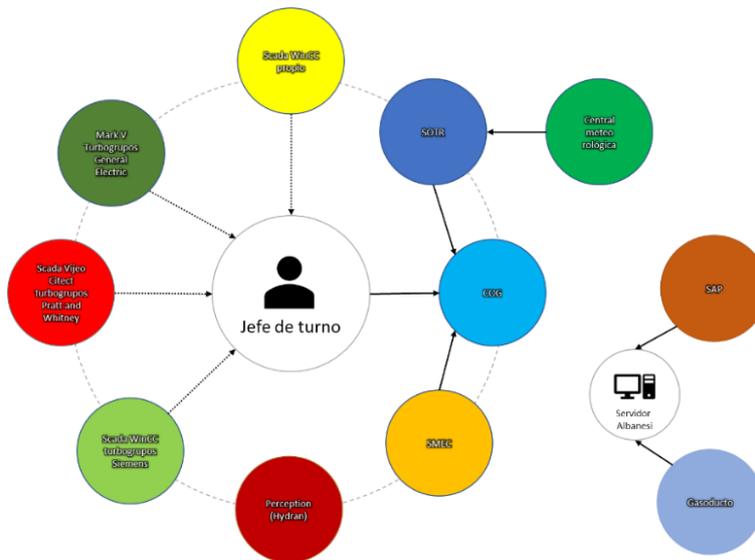


Ilustración 40 - Diagrama simplificado de las comunicaciones entre sistemas previo al proyecto – elaboración propia

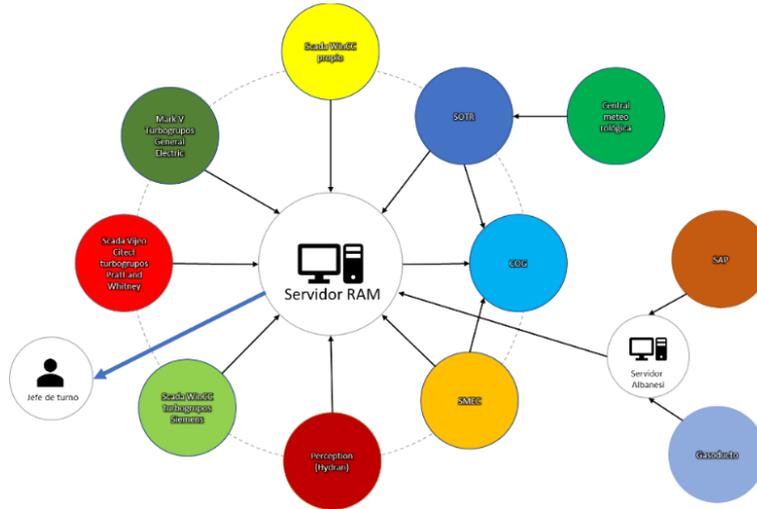


Ilustración 41 - Diagrama simplificado de las comunicaciones entre sistemas con el proyecto – elaboración propia

Con acceso a estas fuentes de datos se desarrollaron diversos tableros, que amplían la información respecto de la satisfacción del cliente y le brindan al usuario herramientas para la toma de decisión para cumplir con los objetivos.

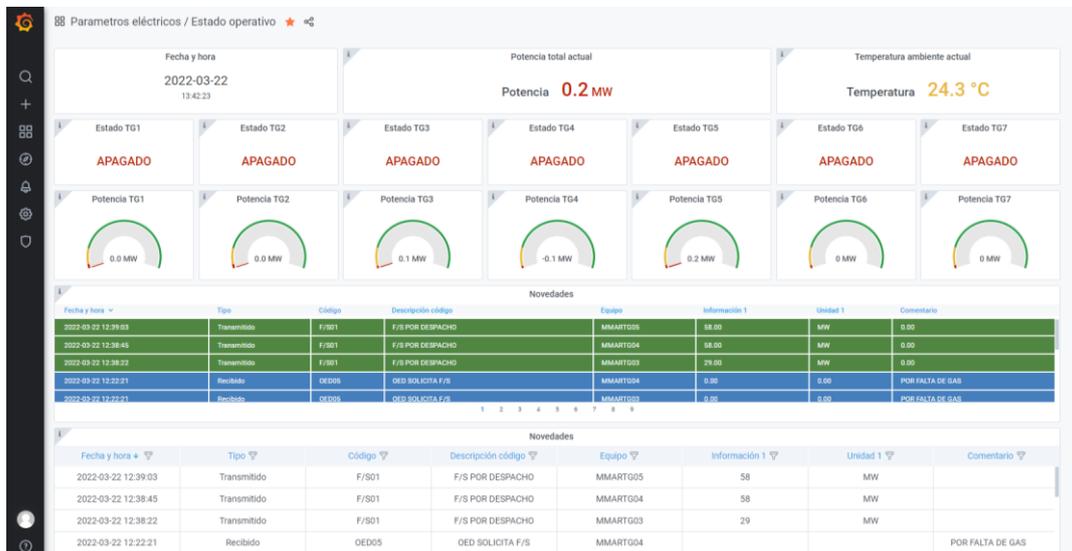


Ilustración 42 - Tablero en software BI con estados operativos en tiempo real de las turbinas – elaboración propia

Se generaron usuarios en el software BI para personal claves, para que colaboren en las pruebas funcionales de los reportes web e indicadores de desempeño.

9.10. Trabajos pendientes

Queda pendiente finalizar el trabajo de generación de tableros con los datos disponibles y la etapa de test y validación por parte de los usuarios claves.

Cuando se valide el funcionamiento de los tableros, se debe proceder a la generación de usuarios para acceso al sistema con reportes web, la capacitación de usuarios, la generación de un canal de comunicación por problemas u oportunidades de mejora. En paralelo, se debe documentar y capacitar a personal clave para darle continuidad al proyecto.

Algunos de los indicadores seleccionados demandan la carga de datos de modo manual, para ello se debe generar un espacio adecuado para la carga de estos datos. En ocasiones el OED (organismo encargado de despacho) solicita arranques, paradas o cambios en los parámetros de funcionamiento de modo telefónico y este dato no se encuentra digitalizado.

Finalmente, se desea incluir información respecto de los consumos de agua existentes en la planta, pero esto se plantea como una mejora al alcance de este proyecto.

10. Evaluación de resultados de implementación

Se hace una evaluación de los resultados empleando la metodología de proyectos triple impacto, agrupándolos de acuerdo con:

- Impactos económicos
- Impactos sociales
- Impactos ambientales



10.1. Impactos económicos

Para la revisión de los impactos económicos se destinan varios subtítulos, para tratar la inversión demandada, el retorno económico producido por el proyecto y cálculo de indicadores económicos del proyecto.

10.1.1. Inversión realizada

En la tabla inferior se presentan la inversión realizada en servicios y partes para el proyecto. Resta invertir 5.000USD para finalizar el proyecto.

Concepto	Proveedor	Fecha recepción	Importe USD
Servidor y nanoscada	ZABALA HORACIO - TIEMPO REAL	14/03/2019	5.700,00
Relevamiento hardware necesario	MOLA ALVARO	14/03/2019	1.417,98
Switch de seguridad red PWPS	ASCENTIO TECHNOLOGIES S.A.	29/03/2020	777,60
Caudalímetro gas natural TG1 3"	MPM - Endress + Hauser	30/10/2019	23.623,00
Caudalímetro gas natural TG2 3"	MPM - Endress + Hauser	30/10/2019	23.623,00
Caudalímetro gas Gonella 2"	ESCO - Fox Thermal	21/11/2019	3.459,40
Materiales mecánicos para conexión caudalímetro gas	TECNICA BOUZA SRL	02/03/2020	1.054,74
Instalación mecánica de caudalímetros gas TG1 y TG2	MARIANO ALGOZZINO	09/06/2020	2.753,26
Instalación mecánica de caudalímetros gas Gonella	MARIANO ALGOZZINO	09/06/2020	275,33
Instalación eléctrica de caudalímetros de gas	INELSA SA	11/09/2020	1.386,30
Actualización Grafana	ASCENTIO TECHNOLOGIES S.A.	23/12/2020	2.000,00



Concepto	Proveedor	Fecha recepción	Importe USD
Materiales eléctricos para conexión caudalímetro gas	RADIO ELECTRON SA	19/08/2020	1.068,03
Disponibilidad datos scada PWPS	AUTOMATIZACIÓN Y SOFTWARE IND SRL	16/04/2021	1.205,95
Configurar scada y plc de control	AUTEX SA	04/06/2021	3.340,55
Total			71.685,14

Tabla 17 - Registro de gastos - elaboración propia

10.1.2. Retornos económicos

La inversión demandada por la colocación de sensores tiene su retorno de dos maneras. Por un lado, el ahorro de tiempo administrativo dedicado a las mediciones en campo y, por otro lado, la mejora en la precisión de los datos obtenidos. A continuación, vemos el impacto en la carga administrativa que tiene la colocación de sensores, haciendo foco en los caudalímetros instalados para determinar el consumo de combustible líquido y gaseoso.

	Tarea y responsable	Tipo de dato	Tiempo Unitario (min)	Cant. rondas al día	Turno (hs)	Total (min)
Situación actual	Jefe de turno - registro parte operativo en sistema COG	Medido	-	1	8	-
	Jefe de turno - registro datos en Excel	Medido	28,00	1	8	28,00
	Jefe de turno - registro papel lecturas horarias	Estimado	24,00	1	8	24,00
	Jefe operaciones - calculo estimado de consumo de combustibles	Estimado	20,00	1	8	20,00



	Operador - registro papel caudales	Medido	40,00	1	8	40,00
	Total		112,00			112,00

Situación propuesta	Tarea y responsable	Tipo de dato	Tiempo Unitario (min)	Cant. rondas al día	Turno (hs)	Total (min)
	Jefe de turno - registro parte operativo en sistema COG	Medido	-	1	8	-
	Jefe de turno - registro datos en Excel	Medido	15,00	1	8	15,00
	Jefe de turno - registro papel lecturas horarias	Estimado	-	1	8	-
	Jefe operaciones - calculo estimado de consumo de combustibles	Estimado	-	1	8	-
	Operador - registro papel caudales	Medido	15,00	1	8	15,00
	Total		30,00			30,00

Tabla 18 - Disminución de carga administrativa en mediciones de variables operativas - elaboración propia

Vemos que el proyecto logra reducir el tiempo demandado para lectura de consumo de combustible de 112 (1,87 horas) a 30 minutos diarios (0,5 horas), además en la situación inicial los 3 puestos de la dedican esfuerzo en la tarea, mientras que en la situación propuesta intervienen solo 2 puestos del sector operaciones.

Traducimos estos tiempos a dinero, empleando los salarios horarios de los distintos puestos, que fueron comunicados por gerencia de planta en la entrevista correspondiente.



Concepto	Situación actual (USD)	Situación propuesta (USD)	Diferencia diaria (USD)
Tiempo operador de campo (Op)	7,52	2,82	-4,70
Tiempo jefe de turno (JT)	15,50	4,47	-11,03
Tiempo jefe de operaciones (JO)	7,30	-	-7,30
Total	30,33	7,29	-23,04
Ahorro mensual (USD)			691,07
Ahorro anual (USD)			8.407,96

Tabla 19 - Impacto económico de la reducción de carga administrativa en mediciones de variables operativas - elaboración

Se obtiene un ahorro económico de 8.408 USD anuales en mano de obra de sector operaciones. Este tiempo liberado puede ser volcado a tareas preventivas, proactivas o bien para colaborar con el sector mantenimiento de la planta.

El montaje de caudalímetros precisos en los principales puntos de consumo de combustible ayuda visualizar el indicador consumo específico y mejorar el uso de este recurso. Revisando los precios de referencia de los combustibles publicados en el sitio web de CAMMESA, tenemos lo siguiente.

Fecha de referencia	Gasoil (ARS/m3)	Gas natural (ARS/Dm3)	Tipo de cambio (ARS/USD)	Gasoil (USD/m3)	Gas natural (USD/Dm3)
7/3/2022	80.456,67	15.032,28	108,45	741,86	138,61

Tabla 20 - Precios de combustible - fuente: (CAMMESA, 2022)

Calculamos el promedio de consumos de combustibles en la planta en los últimos tres años y estimamos la mejora económica anual resultante para el caso de mejorar 0,5% en los promedios.

Tipo de combustible	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Promedio
---------------------	----------	----------	----------	----------



Consumo de gas natural (Dm3)	119.025,17	117.423,00	38.187,42	91.545,20
Consumo de gasoil (m3)	562,50	2.923,28	9.908,60	4.464,79

Tabla 21 - Consumo anual de combustible de la generadora de energía - elaboración propia

Tipo de combustible	Volumen anual Ahorrado	Costo unitario (USD/volumen)	Ahorro anual (USD)
Consumo de gas natural	915,45	138,61	63.444,34
Consumo de gasoil	44,65	741,86	16.561,36
Total			80.005,69

Tabla 22 - Impacto económico del ahorro en consumo de combustible - elaboración propia

La inversión demandada para la generación de la base de datos centralizada y la implementación de las herramientas Business Intelligence libera tiempo de trabajo al puesto "jefe de turno" del sector operaciones.

Situación actual	Tarea y responsable	Tipo de dato	Tiempo Unitario (min)	Cant. rondas al día	Turno (hs)	Total (min)
	Jefe de turno - registro parte operativo en sistema COG	Medido	108,00	1	8	108,00
	Jefe de turno - registro datos en Excel	Medido	-	1	8	-
	Jefe de turno - registro papel lecturas horarias	Estimado	-	1	8	-
	Jefe operaciones - calculo estimado de consumo de combustibles	Estimado	-	1	8	-
	Operador - registro papel caudales	Medido	-	1	8	-



Total		108,00		108,00
-------	--	--------	--	--------

Situación propuesta	Tarea y responsable	Tipo de dato	Tiempo Unitario (min)	Cant. rondas al día	Turno (hs)	Total (min)
	Jefe de turno - registro parte operativo en sistema COG	Medido	32,40	1	8	32,40
	Jefe de turno - registro datos en Excel	Medido	-	1	8	-
	Jefe de turno - registro papel lecturas horarias	Estimado	-	1	8	-
	Jefe operaciones - calculo estimado de consumo de combustibles	Estimado	-	1	8	-
	Operador - registro papel caudales	Medido	-	1	8	-
	Total		32,40			32,40

Tabla 23 - Disminución de carga administrativa en procesamientos de datos y preparación de reportes - elaboración propia

Vemos que el proyecto logra reducir el tiempo demandado para la comunicación de datos al cliente de 108 (1,80 horas) a 32 minutos diarios (0,52 horas). Traducimos estos tiempos a dinero empleando los salarios horarios.

Concepto	Situación actual (USD)	Situación propuesta (USD)	Diferencia diaria (USD)
Tiempo jefe de turno (JT)	32,20	9,66	-22,54
Total	32,20	9,66	-22,54
Ahorro mensual (USD)			676,24
Ahorro anual (USD)			8.227,61

Tabla 24 - Impacto económico de la reducción de carga administrativa en procesamientos de datos y preparación de reportes - elaboración propia

La mejora se dividió en partes para analizarla, pero se debe abordar de manera global, dónde el resultado favorable de una parte surge como consecuencia de otra. El lector debe entender que, pese a que la mejora en la precisión del consumo de combustible originado por los sensores es el impacto más significativo, no podría aprovecharse sin la base de datos centralizada y las herramientas Business Intelligence.

Consolidamos todos los retornos en la tabla inferior.

Nº	Propuesta de mejora	Valor agregado (USD/año)
1	Colocación de sensores (caudalímetros) en los puntos de consumo. Mejora en tiempos administrativos.	8.407,96
2	Colocación de sensores (caudalímetros) en los puntos de consumo. Mejora en consumo de combustible.	80.005,69
3	Generación de base de datos centralizada y reportes en tiempo real. Comunicación entre base de datos generada y el sistema COG para carga automática. Mejora en tiempos administrativos.	8.227,61
Total		96.641,26

Tabla 25 -Impacto económico total - elaboración propia

10.1.3. Cálculo de TIR y VAN

Debajo se combina la inversión demandada con el valor generado para la empresa para cada una de las acciones. El valor generado se expresa en dólares, una traducción económica de los tiempos de mano de obra ahorrados y mejoras por precisión operativa.

Nº	Propuesta de mejora	Valor agregado (USD/año)	Inversión demanda (USD)
1+2	Colocación de sensores (caudalímetros) en los puntos de consumo. Mejora en tiempos administrativos. Mejora en consumo de combustible.	88.413,65	63.395,14



Nº	Propuesta de mejora	Valor agregado (USD/año)	Inversión demanda (USD)
3	Generación de base de datos centralizada y reportes en tiempo real. Comunicación entre base de datos generada y el sistema COG para carga automática. Mejora en tiempos administrativos.	8.227,61	5.700,00
Total		96.641,26	71.685,14

Tabla 26 - Inversión y valor agregado - elaboración propia

Debajo se calcula el TIR y VAN del proyecto, considerando una tasa de mercado del 5% y un horizonte de análisis de 5 años.

Flujo de fondos del proyecto, considerando horizonte de planificación de 5 años y periodos anuales	Años	0	1	2	3	4	5
	Ingresos	0	96.641	96.641	96.641	96.641	96.641
	Egresos	0	0	0	0	0	0
	Gastos no desembolsables	0	0	0	0	0	0
	Utilidad antes de impuestos	0	96.641	96.641	96.641	96.641	96.641
	Impuestos (supongo 35%)	0	33.824	33.824	33.824	33.824	33.824
	Utilidad después de impuestos	0	62.817	62.817	62.817	62.817	62.817
	Ajuste de gasto no desembolsable	0	0	0	0	0	0
	Inversiones	-71.685	0	0	0	0	1
	Flujo neto	-71.685	62.817	62.817	62.817	62.817	62.818
VAN							200.279,60
TIR							83%
ROI							26%

Tabla 27 - Indicadores económicos del proyecto - elaboración propia

El proyecto obtiene un TIR (tasa interna de retorno) superior a la que es factible obtener en el mercado y un VAN (valor actual neto) es positivo. Estos indicadores se mantienen al variar algunas condiciones del escenario, por lo que se puede inferir que se trata de un proyecto viable económicamente. El recupero de la inversión se consigue en el año posterior a la puesta en marcha y correcto funcionamiento del proyecto.

10.2. Impactos ambientales

Como resultado ambiental podemos mencionar los siguiente.

- Antes de la implementación del proyecto, como se expresó en la etapa diagnóstica, se utilizaban 11 hojas A4 por día en las tareas administrativas del sector operaciones. Con la implementación del proyecto no es necesario ocupar dichas hojas. Esto supone un ahorro de 8 resmas de papel A4 en el año (500 hojas por resma). Considerando que de un árbol se obtienen 16 resmas de papel blanco (8000 hojas), con el proyecto cada dos años se evita la tala de un árbol.
- El seguimiento detallado de los consumos de combustible constituye una herramienta para detectar pérdidas de combustible en las unidades productivas o las cañerías, permitiendo actuar tempranamente para disminuir las consecuencias.
- El trabajo realizado con los consumos de combustible durante el proyecto deja el know-how en planta necesario para poder extender el alcance hacia el seguimiento de los consumos de agua. El agua es una materia prima importante de la planta, un recurso legislado, que debe ser empleado debajo de límites establecidos por entes de control.

10.3. Impactos sociales

Además del aspecto económico, se consiguieron otros resultados.

- Mejorar la comunicación entre áreas.
- Reducir carga administrativa de puestos del área operaciones.
- Anticiparse a las fallas o errores de medición de sensores. Por ejemplo, mediciones de consumo cuando no existe despacho de energía eléctrica.
- Mejorar la precisión de las mediciones. Sumar mediciones en el muestro, homogenizar unidades, etc.

Adicionalmente, mencionamos como resultado que los avances en el proyecto han sido destacados como fortaleza en informe de auditorías externas de calidad.

Sistemas de Gestión



HALLAZGOS DE LA PRESENTE AUDITORÍA

Fortalezas

Situaciones y atributos del sistema de gestión destacables por su buen funcionamiento y su valor con respecto al desempeño general del sistema.

Norma(s) de referencia					Requisito de la norma	Redacción de la fortaleza
ISO 9001	ISO 14001	OHSAS	ISO 45001	Otra:		
X					9.1	Seguimiento, medición análisis y evaluación Se considera una clara fortaleza de la organización el reporte de desempeño desarrollado por la central Modesto Maranzana

Ilustración 43 - Extracto informe auditoría externa año 2020 – elaboración propia

HALLAZGOS DE LA PRESENTE AUDITORÍA

Fortaleza

La fortaleza (FO) es una situación o atributo del sistema de gestión destacable por su buen funcionamiento y su valor con respecto al desempeño general del sistema.

FO	Norma de referencia					Req. de la norma	Redacción del hallazgo
	IRAM-ISO 9001	IRAM-ISO 14001	OHSAS 18001	IRAM-ISO 45001	Otra:		
FO 2		X				6.2	Objetivos Se considera una fortaleza el proyecto en desarrollo de mejora de desempeño en el balance de agua (CT Rio Cuarto)
FO 3	X	X				9.2	Auditoría Interna Se considera una fortaleza el nivel de detalle los informes de la auditoría de calidad y ambiente (Rio Cuarto)

Ilustración 44 - Extracto informe auditoría externa año 2021 – elaboración propia

11. Sostenibilidad

11.1. Estandarización

Si bien lo realizado consiste en procesos automáticos que no dependen de las personas para funcionar, pueden existir fallas o complicaciones que deben ser resueltas por el personal. Durante el desarrollo del proyecto se trabaja en documentación de apoyo, que va a servir en el futuro para capacitar a las personas que no fueron parte del proceso de implementación, para poder resolver problemas y darle continuidad al proyecto en caso de que líder se aparte.



Para habilitar la mejora continua del sistema, está previsto la generación de canal de comunicación por problemas u oportunidades de mejora.

11.2. Escalabilidad

El presente proyecto es escalable a otras generadoras de energía eléctrica, de modo ágil cuándo las tecnologías instaladas sean las mismas que se encuentran Río Cuarto y con adecuaciones cuándo se trate de tecnologías distintas.

12. Conclusiones

Se concluye que es factible medir el grado de satisfacción del cliente externo CAMMESA empleando herramientas Business Intelligence. A partir del proyecto, se generó un tablero para medir la satisfacción del cliente que consiste en 9 indicadores, que emplean 16 datos variables en función del tiempo provenientes de diversas fuentes y otros datos fijos en sus cálculos, para evaluar diversos requisitos del cliente. A la fecha se han podido medir en automático 5 de los indicadores y el resto está en proceso de desarrollo. Considerando el promedio de estos 5 indicadores, el cliente posee un grado de satisfacción del cliente promedio del 77,5%. Esto configura una medición imparcial y rápida, que posibilita acciones preventivas o correctivas tempranas.

Durante la implementación del presente se logró detectar caudalímetros que estaban midiendo consumo de combustible cuándo no existía generación de energía, al analizar la situación se encontró que el instrumento estaba dañado y debía ser reemplazado. Antes del proyecto, esta situación pasaba desapercibida y se comunicaban datos incorrectos a distintas partes interesadas internas y externas.

Lo plasmado anteriormente constituye una acción correctiva rápida, pero también se lograron acciones preventivas durante la implementación, y



como ejemplo podemos citar la notificación ante desconexiones del canal de comunicación de respaldo con el cliente. La desconexión del enlace de comunicación genera un código de error en la base de datos del SOTR (Sistema Operación en Tiempo Real), el software Business Intelligence revisa cada minuto el registro de errores en la base, cuándo detecta la aparición de uno dispara notificaciones a los distintos responsables. Esto permite hacer gestiones preventivas para evitar fallas.

Se han mencionado algunos ejemplos para visualizar el beneficio de la adopción de las herramientas Business Intelligence. Estos pueden colaborar en la medición del grado de satisfacción del cliente, el proceso de toma de decisiones y el desempeño de la compañía. Sin embargo, sí bien la capa gráfica del software hace a la experiencia del usuario, durante la implementación del proyecto se pudo visualizar la importancia de la adquisición automática de los datos y la comunicación de estos hacia una base de datos. La capa de visualización por si misma no podría generar los beneficios mencionados. En el mercado se ofrece un amplio abanico de herramientas Business Intelligence, que pueden colaborar con las organizaciones. El costo ronda ente 7-14 USD/usuario/mes para las alternativas licencias, pero existen opciones gratuitas que mostraron un buen desempeño. La complejidad de la implementación estuvo en adquirir datos automáticamente (o comunicar las distintas fuentes de datos) al software. Se requiere de un conocimiento profundo de las fuentes de datos que se desean procesar, las redes de comunicación y personal idóneo. Luego es necesario tener una visión clara del reporte o tablero al cuál se desea llegar, para acortar los tiempos de la implementación.

Durante la ejecución del proyecto se indagó respecto de la medición de la satisfacción del cliente en el pasado, se encontró procedimientos que mencionan el tema, pero no se evidenció registros o cálculos del mismo en periodos anteriores a la ejecución del presente. El procedimiento hallado contempla la medición de algunos requisitos del cliente, y menciona que es responsabilidad gerencia realizar cálculo. Se encontró una inconsistencia entre el documento y práctica real, ya que en la entrevista con gerencia se comentó que el nivel de satisfacción del cliente no era empleado para la gestión.



Se pudieron identificar los requisitos del cliente al revisar los distintos procedimientos técnicos de CAMMESA y los contratos comerciales de los turbos grupos. En las entrevistas con el personal del área operaciones, los entrevistados hicieron foco sobre las variables operativas en miras de operar equipos de modo eficiente pero no se conectó expresamente con los requisitos del cliente. A posterior se consultó directamente respecto de los requisitos, y los jefes de turno brindaron ideas cercanas pero heterogéneas, ya que diversas personas aportaron su visión. Para responder a las preguntas de la entrevista, las personas no se apoyaron en documentación o registros, y en reiteradas ocasiones ponían como ejemplos experiencias pasadas (para saber esto hay caminar la planta, mencionó un jefe de turno). A partir de esto, se refleja una fuerte relación entre la experiencia del personal y las decisiones tomadas.

El objetivo de medir la satisfacción del cliente de modo automático, obligo a que muchos datos sean digitalizados y almacenados en una base de datos. Esto habilitó otras mejoras, fundamentalmente en lo que respecta en la comunicación de estos datos a los diversos interesados. Antes se dedicaban 112 minutos/diarios a trabajo administrativo para preparar la información y actualmente se dedican 30 minutos/diarios. El tiempo ahorrado ahora se destina a trabajo proactivo.

Cómo se mencionó anteriormente, en el alcance del proyecto está contemplado el desarrollo 9 indicadores, de los cuales 5 están terminados y los 4 restantes están en proceso, quedando trabajos pendientes. Para el desarrollo de estos indicadores, se debe generar un espacio adecuado para la carga digital de ciertos datos que actualmente son manuales. A modo de ejemplo, el ratio "confiabilidad de arranque" requiere tener en digital la cantidad de veces que CAMMESA solicitó el arranque de las unidades, pero en ocasiones este pedido se hace de modo telefónico, el dato no es digital y por ello no se puede integrar en tablero de comando directamente.

Los sistemas de gestión ampliaron el concepto de la "satisfacción del cliente" hacia la "satisfacción de las partes interesadas" en general, comprendiendo que es importante incluir en la gestión más actores. A futuro se desea incluir datos digitales respecto de los consumos de agua existentes en la planta y emisiones de NOx, para armar un tablero de comando similar



al que se detalló en el presente, automático, en miras de mejorar la gestión asociada al impacto ambiental de la central y buscando la satisfacción de la comunidad cercana a la empresa y la sociedad en general.

Para darle continuidad al proyecto, dándole independencia respecto del accionar del líder, se documentó todo el proceso de implementación y se capacitó a personal clave. Se generó un canal de comunicación por problemas u oportunidades de mejora que serán atendidos por este personal clave.

13. Bibliografía

- Arcor. (2017). *10 cosas que no sabías de la historia de Arcor*. Obtenido de Arcor: <https://www.arcor.com/ar/institucional/10-cosas-que-no-sabias-de-arcor>
- Artigas, J. (1 de octubre de 2021). *¿Datos ordenados?* Obtenido de https://twitter.com/joel_artigas/status/1443823771559862272
- CAMMESA. (2020). *Los Procedimientos*. Obtenido de <https://cammesaweb.cammesa.com/los-procedimientos/>
- CAMMESA. (marzo de 2022). *Precios de referencia de combustible*. Obtenido de https://portalweb.cammesa.com/memnet1/revistas/estacional/evolucion_Pref_Comb.html
- Gartner. (2022). *Reseñas y calificaciones de plataformas Business Intelligence*. Obtenido de <https://www.gartner.com/reviews/market/analytics-business-intelligence-platforms>
- Global Center for Digital Business Transformation. (2015). *Digital Vortex. How Digital Disruption Is Redefining Industries*.
- Grupo Albanesi. (2022). *Central Termoeléctrica Modesto Maranzana*. Obtenido de https://www.albanesi.com.ar/en_central_termica_m_maranzana.php
- IAPG, I. (2014). Aspectos técnicos, estratégicos y económicos del transporte y la distribución del gas. Buenos Aires.
- IRAM. (2022). *Certificaciones otorgadas*. Obtenido de <https://www.iram.org.ar/certificaciones-otorgadas/>
- La Nación. (Julio de 2020). *¿Cómo calcular el consumo energético?* Obtenido de <https://www.lanacion.com.ar/economia/como-calcular-consumo-energetico-nid2192382/>
- La Voz. (16 de Agosto de 2017). Inauguraron obras en la central eléctrica Maranzana, en Río Cuarto. *La voz*. Obtenido de <https://www.lavoz.com.ar/regionales/inauguraron-obras-en-la-central-electrica-maranzana-en-rio-cuarto/>
- La Voz. (16 de octubre de 2020). *¿Cuánto papel utilizas?* Obtenido de <https://www.lavoz.com.ar/espacio-de-marca/cuanto-papel->

14. Anexos

A.1. Diagrama UVE

Pensar	Pregunta central	Hacer
<p><u>Formas de estudios</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Entrevistas con personal interno. - Recolección de información de fuentes confiables y especializadas en la temática. - Entrevistas con proveedores de soluciones BI, obtención de presupuesto y versiones demo de lo cotizado. - Prueba de versiones demo y análisis de resultados. - Comparativa técnico económico de las diversas propuestas. - Generar indicadores claves y medir la mejora luego de la implementación del proyecto. <p><u>Teorías explicativas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - El fin de la gestión empresarial como la conocemos. Alan Murray. (2010). - Digital Vortex. How Digital Disruption Is Redefining Industries. Global Center for Digital Business Transformation. (2015). - Las neurociencias y la toma de decisiones. Chris Argyris. (2014). - Sistemas de información gerencial. Laudon, K. C. y Laudon, J. P. (2012). - Cuadro de Mando Integral. Kaplan, R., y Norton, D. (1996). <p><u>Conceptos/Palabras claves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Gestión del conocimiento - Toma de decisiones - Medición del desempeño (KPI - key performance indicator) - Fuentes de datos (data source) - Bases de datos (data base) 	<p>¿Cómo medir de modo objetivo y rápido el grado de satisfacción del cliente externo CAMMESA en una central térmica generadora de energía eléctrica instalada en Argentina en el año 2022?</p> <p>¿Cómo se midió la satisfacción del cliente en la central térmica en periodos anteriores?</p> <p>¿Cómo se toman las decisiones en la central térmica?</p> <p>¿Cuáles son las principales limitantes de implementar una herramienta Business Intelligence (BI) Open Source?</p>	<p><u>Aprendizaje</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Cambio en los paradigmas tradicionales de trabajo. - Resistencia al cambio. Cultura de seguir como veníamos. - IT no es una ventaja competitiva, pero si lo puede ser BI. - Proceso de toma de decisiones basado en la experiencia de las personas e intuición. - Medición deficiente del desempeño, que refleja buenos resultados y no habilita la posibilidad de mejorar. <p><u>Juicios</u></p> <p>¿Cómo sería el futuro de la empresa si no mide satisfacción del cliente? ¿y si no adopta las soluciones BI? ¿Qué costos trae aparejada el no mejorar en cuanto a la toma de decisiones?</p> <p><u>Organización de la información</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Registro escrito de entrevistas. - Tabla comparativa de las soluciones BI existentes en el mercado. - Cotizaciones por escrito de los proveedores consultados. - Registro escrito de los indicadores de desempeño y su evolución en el tiempo. <p><u>Metodología</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Búsqueda de bibliografía asociada a la pregunta central, entrevistas con proveedores, prueba de versiones demo, generación de tabla comparativa, entrevista con personal interno, medición de desempeño antes, implementación de herramienta BI, medición de desempeño después de la implementación.
<p><u>Problema de estudio</u></p> <p>Tablero de comando para medición automática de la satisfacción del cliente aplicando Business Intelligence en generadora de energía eléctrica</p>		

Tabla 28 - Diagrama UVE - elaboración propia

A.2. Comparativa entre forma de trabajo actual y propuesta

En la siguiente tabla se comparan detalladamente la situación de trabajo actual frente a la forma de trabajo propuesta.

Concepto	Situación actual	Situación propuesta
Relevamiento de datos y sensores	<p>Depende de la variable operativa en cuestión. A modo general podemos mencionar los siguientes casos:</p> <p>Variables que no se miden ya que no hay sensores asociados.</p> <p>Sensores analógicos sin comunicación de datos, cuya medición se realiza a partir de una lectura manual. Ejemplos son pilón y manómetro analógico.</p> <p>Sensores digitales sin comunicación de datos, cuya medición se realiza a partir de una lectura manual.</p> <p>Sensores digitales conectados a PLC, cuya lectura se realiza de modo automático.</p>	<p>Situación única. Colocación de sensores digitales sobre la variable operativa relevante, que realiza una lectura automática y comunica el dato a un PLC.</p>
Comunicación de los datos desde el sensor al servidor	<p>Por un lado, los datos relevados automáticamente se registran en servidores operativos.</p> <p>Por otro lado, los datos relevados manualmente se plasman en planillas Excel, que se almacenan en discos compartidos locales, a los que pueden acceder distintos usuarios. Es decir, se comunican al usuario sin pasar por el servidor operativo. Hay distintas planillas y lecturas de los sensores por áreas.</p>	<p>Todos los datos operativos relevantes serán comunicados de manera automática, ya sea por comunicación cableada o telemétrica a los servidores.</p>
Seguridad de los datos	<p>El dato transcrito manualmente a la planilla de registro puede no corresponder con la lectura</p>	<p>Datos inviolables. Los datos se cargan automáticamente en la base de datos y no pueden</p>



Concepto	Situación actual	Situación propuesta
	<p>del sensor. No hay auditoria de control. Además, las planillas Excel pueden ser editadas por distintos usuarios.</p>	<p>modificarse. Solo pueden ser consultados.</p>
Almacenamiento de datos en servidores	<p>Almacenamiento descentralizado. Por un lado, las planillas Excel completadas manualmente se guardan en un disco compartido, servidor local. Por otro lado, los datos operativos de los PLC se almacenan en el servidor SCADA. Por último, los datos comerciales se registran en el servidor SMEC. Es decir, existen 3 servidores posibles sin conexión entre ellos. Además, existen discos locales en el que un usuario particular puede registrar información sin compartirla.</p>	<p>Almacenamiento centralizado. Los datos operativos se seguirán almacenando en servidor SCADA, para no interrumpir el normal funcionamiento de dicha área. Se agregará más información de los nuevos sensores instalados. Los datos comerciales se seguirán almacenando en servidor SMEC, para no interrumpir el normal funcionamiento de dicha área. Se agregará un tercer servidor "reporteador", que copiará la información de los dos anteriores, para agrupar los datos y centralizarlos. No se hará uso de los discos locales de los usuarios.</p>
Monitoreo de datos	<p>Parte de las variables operativas relevantes son visualizadas en tiempo real en las pantallas de operaciones.</p>	<p>Todas las variables operativas relevantes podrán visualizarse en las pantallas de operaciones en tiempo real. Se podrán agregar pantallas asociadas a datos comerciales.</p>
Planillas de registro	<p>Existen numerosas planillas en formato Excel, que se completan para tener registro del estado de las variables operativas en un determinado momento. Los datos de las planillas tienen su origen según el sensor instalado, algunas lecturas son manuales y otras son automáticas.</p>	<p>El registro formal será la base de datos del servidor reporteador en formato SQL server. Con una frecuencia determinada, se emitirán reportes en formato Excel o PDF, con los mismos datos que se llenaban en la planilla Excel original. Esto tendrá como objetivo llevar los datos a</p>



Concepto	Situación actual	Situación propuesta
	Cuando no hay sensor y se precisa del dato, este se estima para la carga de registros.	un entorno más amigable para el usuario. Las planillas de registro cargadas manualmente se reducirán cuantiosamente.
Reportes de performance	Reportes reactivos. Se recolectan datos de diferentes áreas de la organización, a posterior de la sucesión de un cierto evento (cierre de mes), se le da un formato gráfico y se comunica a la dirección. No permite acciones correctivas en el momento. La publicación se realiza dentro de los 10 días hábiles de sucedido el evento, siempre y cuando se reúna la información necesaria.	Reportes en tiempo real. La información se tomará del servidor reporteador y con la ayuda de un software reporteador, se podrá consultar de modo online el estado de avance de un reporte. Permite tomar acciones correctivas sí el resultado parcial no es el deseado. Al suceder un cierto evento (cierre de mes) se publica el reporte sin demoras.
Carga de datos en COG	Los operadores traspasan datos de modo manual de las diferentes plataformas locales al sistema online COG (control operativo de generadoras). Esta acción se realiza con una frecuencia de 1 hora.	Se generará una función programable, que tomará los datos del servidor reporteador y completará el COG de modo automático.
Control	Existen actuadores instalados en planta que son accionados por los operadores ante un desvío detectado por los sensores. Control manual.	Los accionadores no se conectarán al servidor reporteados, por lo que el control seguirá siendo manual y responsabilidad de los operarios.
Auditoria de datos	No existe auditoria de datos. La misma persona que releva el dato, es quién lo plasma en una planilla y lo puede modificar para cumplir con los parámetros operativos.	Los datos se relevan de modo automático. Se puede cargar una validación de los datos por sistema. Además, la auditoría de los datos será realizada por el operario que antes realizaba la medición de modo esporádico

Tabla 29 - Comparativa de la forma de trabajo entre situación actual y situación propuesta con el proyecto - elaboración propia

A.3. Layout de planta y caudalímetros de combustible

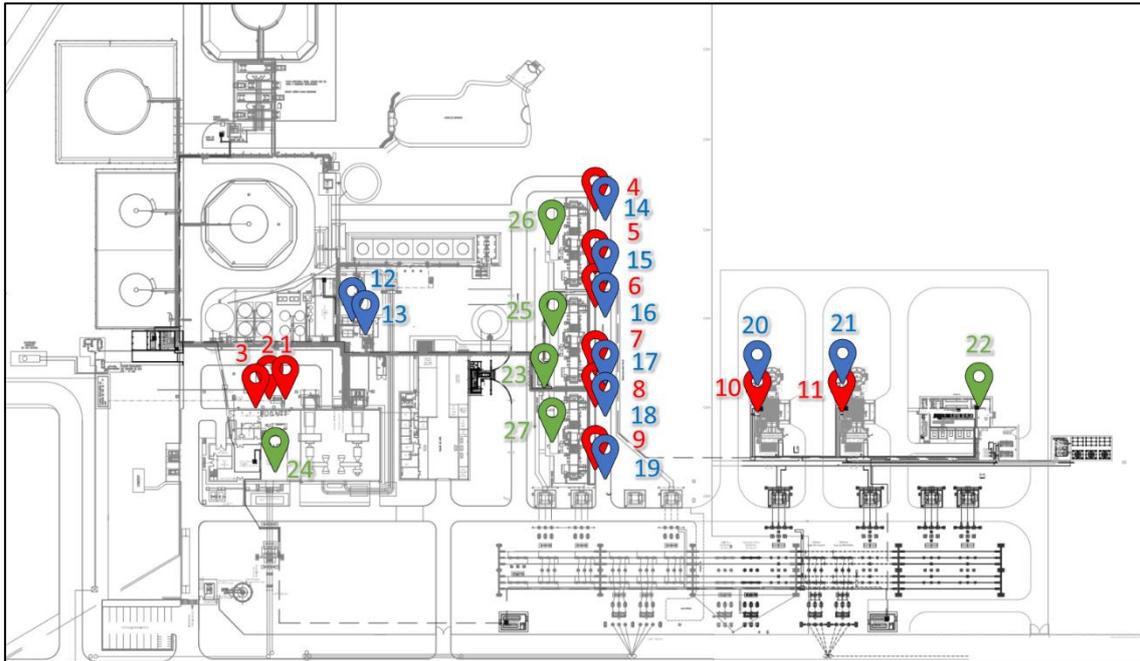


Ilustración 45 - Layout de planta y detalle de caudalímetros de combustible – fuente: (C.T. Modesto Maranzana, 2022)

ID	Tipo	Descripción	Marca	Modelo
1	Gas Natural	Caudalímetro Gas Natural TG1	Endress + Hauser	Promass F-300
2	Gas Natural	Caudalímetro Gas Natural TG2	Endress + Hauser	Promass F-300
3	Gas Natural	Caudalímetro Gas Natural Caldera Gonella	Fox Thermal	FT-1
4	Gas Natural	Caudalímetro Gas Natural TG5 LADO B	Micro Motion	F200S420CQBZEZZX
5	Gas Natural	Caudalímetro Gas Natural TG5 LADO A	Micro Motion	F200S420CQBZEZZX
6	Gas Natural	Caudalímetro Gas Natural TG3 LADO B	Micro Motion	F200S420CQBZEZZX
7	Gas Natural	Caudalímetro Gas Natural TG3 LADO A	Micro Motion	F200S420CQBZEZZX
8	Sensor	Caudalímetro Gas Natural TG4 LADO B	Micro Motion	F200S420CQBZEZZX
9	Sensor	Caudalímetro Gas Natural TG4 LADO A	Micro Motion	F200S420CQBZEZZX
10	Sensor	Caudalímetro Gas Natural TG6	Endress + Hauser	Promass F-80



ID	Tipo	Descripción	Marca	Modelo
11	Sensor	Caudalímetro Gas Natural TG7	Endress + Hauser	Promass F-80
12	Sensor	Caudalímetro Gasoil TG1	Micro Motion	R200S418NCAZSZZZZ
13	Sensor	Caudalímetro Gasoil TG2	Micro Motion	R200S418NCAZSZZZZ
14	Sensor	Caudalímetro Gasoil TG5 LADO B	Micro Motion	R100S130N1AUEZZZX
15	Sensor	Caudalímetro Gasoil TG5 LADO A	Micro Motion	R100S130N1AUEZZZX
16	Sensor	Caudalímetro Gasoil TG3 LADO B	Micro Motion	R100S130N1AUEZZZX
17	Sensor	Caudalímetro Gasoil TG3 LADO A	Micro Motion	R100S130N1AUEZZZX
18	Sensor	Caudalímetro Gasoil TG4 LADO B	Micro Motion	R100S130N1AUEZZZX
19	Sensor	Caudalímetro Gasoil TG4 LADO A	Micro Motion	R100S130N1AUEZZZX
20	Sensor	Caudalímetro Gasoil TG6	Micro Motion	F200S418CCAZSZZZZ
21	Sensor	Caudalímetro Gasoil TG7	Micro Motion	F200S418CCAZSZZZZ
22	Control	PLC -BOP SIEMENS - (propiedad generadora)	Siemens	S7-300
23	Control	PLC - BOP PWPS - - (propiedad generadora)	Siemens	S7-300
24	Control	PLC - Sala de control	Siemens	S7-400
25	Control	PLC TG3 - (propiedad fabricante)	Woodward	Micronet Plus
26	Control	PLC TG4 - (propiedad fabricante)	Woodward	Micronet Plus
27	Control	PLC TG5 - (propiedad fabricante)	Woodward	Micronet Plus

Tabla 30 - Listado de caudalímetros instalados en planta - elaboración propia



Ilustración 46 - Caudalímetros de gasoil instalados en las unidades TG1 y TG2 – fotografía extraída por el autor



Ilustración 47 - Caudalímetros de gasoil instalados en las unidades TG3, TG4 y TG5 – fotografía extraída por el autor



Ilustración 48 – Caudalímetros de gasoil instalados en las unidades TG6 y TG7 – fotografía extraída por el autor

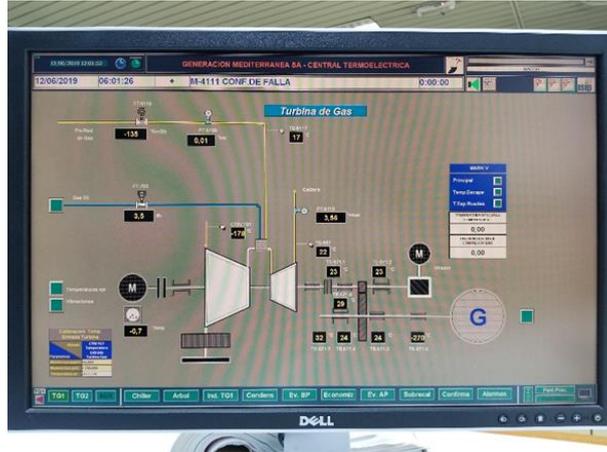


Ilustración 49 - Pantalla de scada dónde figuran caudalímetros instalados en TG1 y TG2 – fotografía extraída por el autor

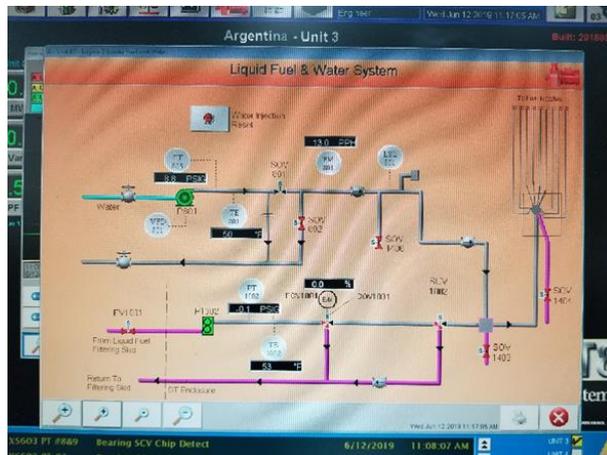


Ilustración 50 - Pantalla de scada dónde figuran caudalímetros instalados TG3, TG4 y TG5 – fotografía extraída por el autor

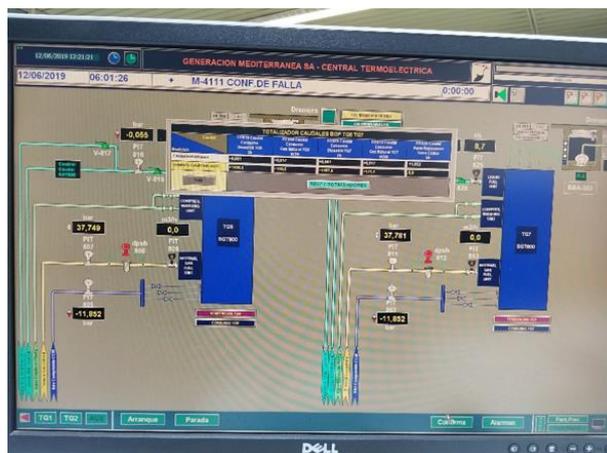


Ilustración 51 - Pantalla de scada dónde figuran caudalímetros instalados en TG6 y TG7 – fotografía extraída por el autor



Ilustración 52 – Caudalímetros de gas natural instalados en TG3, TG4 y TG5 – fotografía extraída por el autor



Ilustración 53 - Caudalímetros de gas natural instalados en TG6 y TG7 – fotografía extraída por el autor

A.4. Comunicación y registro de datos de unidades TG3, TG4 y TG5

En el esquema inferior se muestra el flujo creado para la obtención de datos de consumo de combustible de los turbos grupos 3, 4 y 5 cuyo fabricante es Pratt and Whitney. Estos equipos poseen un scada de control Citect Vijeo y plc Woodward, que poseen una importación de datos limitada.



Ilustración 54 - Diagrama de conexión a turbinas grupos 3, 4 y 5 – elaboración propia

El enlace realizado entre el scada y la base de datos es mediante OPC. El OPC (OLE for Process Control) es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos industriales, basado en una tecnología Microsoft, que ofrece una interfaz común para comunicación que permite que componentes de software individuales interactúen y compartan datos. La comunicación OPC se realiza a través de una arquitectura Cliente-servidor. El servidor OPC es la fuente de datos (como un dispositivo hardware a nivel de planta) y cualquier aplicación basada en OPC puede acceder a dicho servidor para leer/escribir cualquier variable que ofrezca el servidor. Es una solución abierta y flexible al clásico problema de los drivers propietarios. Prácticamente todos los mayores fabricantes de sistemas de control, instrumentación y de procesos han incluido OPC en sus productos (Wikipedia, 2019).



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1411	ENABLE_LOG	NSLOG	ENABLE_SCAN	CONSUMO						
1414	A_U03_A_FM801_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1419	A_U03_B_FM801_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1440	A_U03_U_WF3801_PW1_PV	NSLOG		CONSUMO						
1441	A_U03_A_FM1001_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1442	A_U03_B_FM1001_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1443	A_U03_A_FM1101_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1444	A_U03_B_FM1101_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1445	A_U04_A_FM801_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1446	A_U04_B_FM801_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1447	A_U04_U_WF3801_PW1_PV	NSLOG		CONSUMO						
1448	A_U04_A_FM1001_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1449	A_U04_B_FM1001_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1450	A_U04_A_FM1101_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1451	A_U04_B_FM1101_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1452	A_U05_A_FM801_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1453	A_U05_B_FM801_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1454	A_U05_U_WF3801_PW1_PV	NSLOG		CONSUMO						
1455	A_U05_A_FM1001_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1456	A_U05_B_FM1001_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1457	A_U05_A_FM1101_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1458	A_U05_B_FM1101_PPH_PV	NSLOG		CONSUMO						
1459	ENABLE_LOG	NSLOG	ENABLE_SCAN	PW1H						
1460	A_U03_A_TE010_TE_PV	NSLOG		PW1H						
1461	A_U03_B_TE010_TE_PV	NSLOG		PW1H						
1462	A_U04_A_TE010_TE_PV	NSLOG		PW1H						
1463	A_U04_B_TE010_TE_PV	NSLOG		PW1H						
1464	A_U05_A_TE010_TE_PV	NSLOG		PW1H						
1465	A_U05_B_TE010_TE_PV	NSLOG		PW1H						
1466										
1467										
1468										
1469										
1470										
1471										
1472										
1473										
1474										
1475										
1476										

Ilustración 55 - Selección de las variables en Gateway – elaboración propia

```
; Scan de registro de datos
; LOG PRAT(PH) - Registros Horarios
[SCAN_PRAT]
period=3600
scan_offset=0
initial_scan=0
table_name=PRAT
sectime=1
varchar_fields=0
date_time=1
live_days=360
cleanup_time=11:15
type=DUPP
srv_id=1
ignore_invalid=1

; Scan de registro de datos
; El periodo es 15 minutos
; Los registros son realizados cada 15 segundos
[SCAN_CONSUMO]
period = 15
scan_offset=0
initial_scan=0
table_name = consumo
sectime=1
varchar_fields=0
date_time=1
live_days=360
cleanup_time=11:15
type=DUPP
srv_id=1
ignore_invalid=1

; Scan de registro de datos
; El periodo es 15 minutos
; Los registros son realizados a los 5 segundos de finalizado el periodo
[SCAN_LOG15M]
period = 900
scan_offset=5
initial_scan=0
table_name = log15m
sectime=1
varchar_fields=0
date_time=1
live_days=360
cleanup_time=11:15
type=DUPP
srv_id=1
ignore_invalid=1

; Parametros generales de la tarea HSMHAIN
[HSMHAIN]
enable_menu=0

; Parametros generales de la tarea NSAPISRV
[NSAPISRV]
```

Ilustración 56 - Configuración del Gateway para registro de las variables – elaboración propia

The screenshot shows a Microsoft SQL Server Enterprise Manager interface. The main window displays a query execution window with the following SQL code:

```

SELECT TOP 1000 [FECHA]
, [T03_B_gas_total_m3/h]
, [T03_B_gas_total_m3/h]
, [T03_B_gasos1_total_l/h]
, [T03_B_gasos1_total_l/h]
, [T03_A_agua_total_l/h]
, [T03_A_agua_total_l/h]
, [T03_Energia_Mw/h]
, [T03_Energia_Mw/h]
, [T04_B_gas_total_m3/h]
, [T04_B_gas_total_m3/h]
, [T04_A_gasos1_total_l/h]
, [T04_A_gasos1_total_l/h]
, [T04_A_agua_total_l/h]
, [T04_A_agua_total_l/h]
, [T04_Energia_Mw/h]
, [T04_Energia_Mw/h]
, [T05_B_gas_total_m3/h]
, [T05_B_gas_total_m3/h]
, [T05_A_gasos1_total_l/h]
, [T05_A_gasos1_total_l/h]
, [T05_A_agua_total_l/h]
, [T05_A_agua_total_l/h]
, [T05_Energia_Mw/h]
FROM [nanoscada].[dbo].[pw_total_horario]

```

The results window shows a table with the following columns: FECHA, T03_B_gas_total_m3/h, T03_B_gasos1_total_l/h, T03_A_agua_total_l/h, T03_Energia_Mw/h, T04_B_gas_total_m3/h, T04_B_gasos1_total_l/h, T04_A_agua_total_l/h, T04_Energia_Mw/h, T05_B_gas_total_m3/h, T05_B_gasos1_total_l/h, T05_A_agua_total_l/h, T05_Energia_Mw/h. The data is sorted by FECHA in descending order.

FECHA	T03_B_gas_total_m3/h	T03_B_gasos1_total_l/h	T03_A_agua_total_l/h	T03_Energia_Mw/h	T04_B_gas_total_m3/h	T04_B_gasos1_total_l/h	T04_A_agua_total_l/h	T04_Energia_Mw/h	T05_B_gas_total_m3/h	T05_B_gasos1_total_l/h	T05_A_agua_total_l/h	T05_Energia_Mw/h
2021-11-03 09:00:00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-11-03 07:00:00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-11-04 06:00:00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-11-04 18:00:00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-11-01 09:00:00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-11-07 11:00:00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-11-02 08:00:00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-10-27 06:00:00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-11-13 13:00:00.000	0.00	0.00	0.00	198.25	0.00	0.00	0.00	6982.58	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-10-17 20:00:00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-11-11 18:00:00.000	0.00	0.00	0.00	745.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-10-29 01:00:00.000	7333.19	0.00	0.00	5164.65	0.00	26.26	0.00	7373.36	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-10-30 01:00:00.000	5784.48	0.00	0.00	3581.38	0.00	15.47	0.00	524.79	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-10-20 05:00:00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	NULL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-10-22 00:00:00.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2021-11-14 15:00:00.000	0.00	0.00	0.00	272.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ilustración 57 - Consulta de base de datos SQL con registro de datos – elaboración propia

A.5. Detalle de cálculo consumo de combustible

En la base de datos se registran datos de caudal de combustible instantáneo medidos por los caudalímetros. Los usuarios necesitan conocer cuánto combustible se consumió en una ventana de tiempo, por ejemplo, en una hora o en quince minutos. Para ello, se debe hacer un procesamiento de los datos, dónde a partir del dato instantáneo se calcula el totalizado.

Se tienen diferentes errores asociados a la medición:

- Error por la aproximación del consumo real por escalones. Principalmente, en arranques y paradas.
- Error por flujo inverso de combustible (valores negativos).
- Error por flujo nulo (cuando no está en funcionamiento, pero el caudalímetro lee las dilataciones del fluido dentro de la cañería).
- Error por cambio de unidades. Paso de caudal másico (kg/h) a caudal volumétrico (m³/h) siendo que la densidad en función de la temperatura y presión.

Se brindan detalles de este cálculo en los subtítulos siguientes.

Aproximación de la curva real mediante escalones

Los caudales instantáneos generan puntos en gráfico que tiene tiempo en el eje de las abscisas (horizontal) y caudal en el eje de las ordenadas (vertical). Sí se traza una curva que contenga todos los puntos, el área por debajo de la misma representa el volumen totalizado de combustible. Sí uno tuviese infinitos puntos podría conseguir la curva real de consumo, pero esto no es factible en la práctica ya que las mediciones que realiza un sensor son finitas. Se definió aproximar el consumo de combustible real mediante una curva de escalones o barras. Cada escalón posee un ancho o duración de tiempo de 15 segundos. Esa es la frecuencia de muestreo que tiene seteada la lógica de adquisición y registro de datos. En 1 minuto tenemos 4 escalones. La altura del escalón la determina la medición que hace el caudalímetro

instalado en proceso. Se considera que ese valor (altura) se mantiene durante la duración del escalón. El área del escalón determina el consumo de combustible del periodo parcial y la sumatoria de los consumos parcial hace el consumo total.

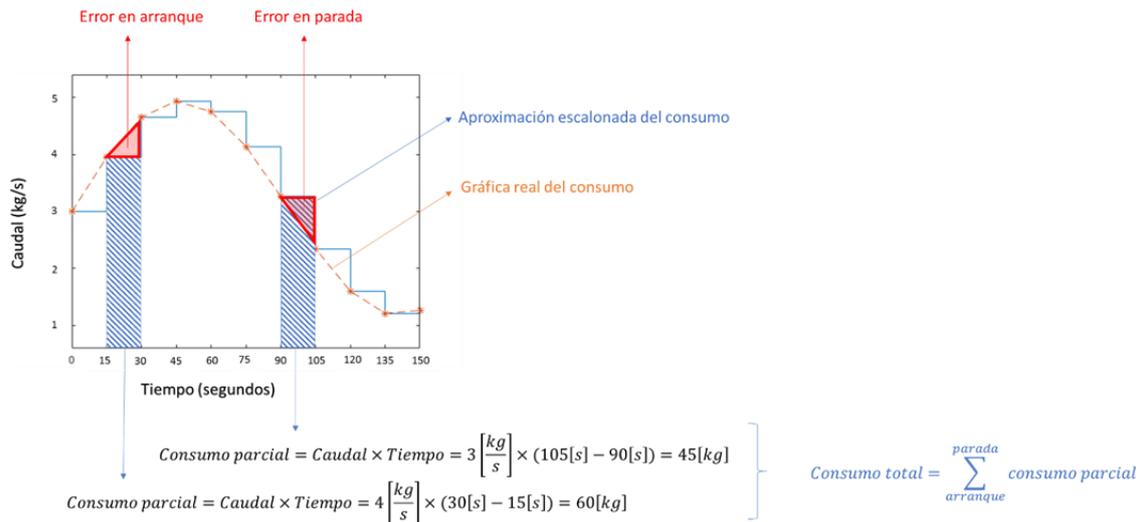


Ilustración 58 - Aproximación del consumo de combustible real – elaboración propia

Filtro de consumo

Los caudalímetros montados son del tipo máxicos, que tienen una gran precisión cuándo en la medición de caudal de combustible cuándo las turbinas están en marcha. Tiene una alta sensibilidad a los cambios de la variable a medir, que habilita un control exhaustivo los turbos grupos. Esta sensibilidad se vuelve una contra en momentos dónde cuándo los equipos están detenidos, ya que el instrumento mide dilataciones del flujo en el interior de la cañería, registrando algunas décimas o céntimas de consumo. Las personas conocen esta característica del instrumento y desestiman ese dato en el trabajo diario. Sin embargo, el automatismo generado integra ese valor y devuelvo consumo de combustible en momentos dónde no hubo generación de energía eléctrica.

A sí mismo, algunas cañerías y sistemas de control no están preparados para corregir ante el flujo inverso. Al cerrar válvulas o cambiar

las presiones el combustible puede circular en sentido reverso por el caudalímetro. Esto hace que el caudalímetro reste en la cuenta de totalizado.

Para compensar el error generado por flujo inverso o flujo nulo, se pone un filtro en la lógica de la base de datos para que no cuente valores inferiores a una cierta cantidad. Se determino un filtro del 10% del caudal cuándo el equipo se encuentra en marcha.



Ilustración 59 - Consumo de combustible con maquina detenida – elaboración propia

Conversión de unidades

El servidor OPC del scada dispone las variables en su formato de origen. Para el caso de los caudales se encuentran en la unidad del sistema imperial cuya abreviatura es PPH. Significa "pound per hour", es decir libra por hora y es una unidad de caudal másico. El caudal de combustible para los

motores generalmente se expresa usando esta unidad, ya que el caudal volumétrico de los gases o líquidos varía con la temperatura y la presión.

El cliente CAMMESA requiere declaraciones de consumos de combustible en unidades de caudal volumétrico (volumen por hora). A raíz de ello, se debe hacer un cambio de las unidades antes mencionadas recurriendo a la propiedad del fluido, "densidad". La densidad es función de la temperatura y de la presión.

$$1 \text{ libra} = 1 \text{ pound} = 0,453592428 \text{ kg}$$

$$\text{caudal masico} = 1 \frac{\text{libra}}{\text{hora}} = 1 \frac{\text{pound}}{\text{hour}} = 0,453592428 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Caudal volumétrico del gasoil (combustible líquido)

La densidad del gasoil que se consume en la planta se obtiene de los resultados de análisis de laboratorio. Algunos de ellos solicitados por el cliente CAMMESA de muestras sacadas en origen, otros realizados por la planta de muestras extraídas a pie de máquina. Debajo se muestran algunos informes de laboratorio.

Federico E. Lantos DOCTOR EN QUIMICA in-memoriam				Echeverría 3584 1430 - Buenos Aires Argentina	
Jutta C. de Lantos DOCTORA EN QUIMICA				TEL. 4551 - 2121 FAX 54 11 4551 - 2121	
Esteban Lantos INGENIERO QUIMICO		elantos@lantos.com.ar www.lantos.com.ar		10 de agosto de 2018	
SEÑORES: GENERACION MEDITERRANEA S.A. C. T. MODESTO MARAZANA Ruta Nac. Nº 8 , Km 607 RIO CUARTO - CÓRDOBA At.: Ing. Pablo Soñez					
CONTROL DE COMBUSTIBLES DIESEL					
Análisis N° : 2018-08-0125 Combustible : GAS OIL Identificación : TG6 SIEMENS - 07/08/18 Fecha de recepción : 07/08/18 (muestra extraída por el cliente) Fecha de realización de ensayos : 08/08/18 a 10/08/18	ESPECIFICACIÓN SIEMENS SGT-800				
PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS					
Aspecto - claro y brillante	ASTM D 4176-1	pasa	pasa		
Aspecto - libre de agua	ASTM D 4176-1	pasa	pasa		
Aspecto - libre de partículas	ASTM D 4176-1	pasa	pasa		
Aspecto - transparencia	ASTM D 4176-2	Nº 1	Nº 1		
Densidad a 15 °C	ASTM D 1298	g/ml	0,8358		
Color	ASTM D 1500		0,5		
FAME (Contenido Biodiesel)	IR	%	<0,1		
Destilación	ASTM D 86				

Ilustración 60 - Análisis de gasoil realizado por la empresa de combustible extraído de pie de máquina- fuente: (Lantos, 2018)



CERTIFICATE OF ANALYSIS N° BAI-1631

COMPANY : Cammesa
CLIENT ADDRESS : Av. E. Madero, Caba, 942 1, Argentina
ATTENTION OF : Juan Larrondo

REFERENCE NO. : V202101
VESSEL : Cielo Rosso
DESCRIPTION : Volumetric Composite Before Discharge
SAMPLE LABEL/ID : 1
LOCATION : VITCO Terminal - Zarate, Argentina
PRODUCT : GASOIL

MOVEMENT : Discharge
SAMPLING DATE : 26-May-2021 09:00
RECEIVED DATE : 26-May-2021 11:00
TESTED DATE : 26-May-2021
REPORT DATE : 26-May-2021
DRAWN BY : Camin Cargo

Method	Description of Test	Result / Unit	Minimum	Maximum
Description : COMPOSITE BT CIELO ROSSO				
@ D 1298	Density @ 15°C	0.8315 g/ml	0.8200	0.8650
D 4176 (1)	Appearance @ 15°C / 59°F	C8B	C8B	
D 4176 (1)	Free Water	Nil	Nil	
D 4176 (1)	Particulates	Non-Detect	Non-Detect	
D 4176 (2)	Haze Rating @ 20 °C	1 Rating		1
D 1500	ASTM Color	0.5		1.5
D 93A	Flash Point	67.0 °C	.55	
D 97	Pour Point	-15 °C		-6
D 445	Viscosity @ 40 °C	2.690 cSt	2.0	3.9
@ D 86	Distillation of Petroleum Products			

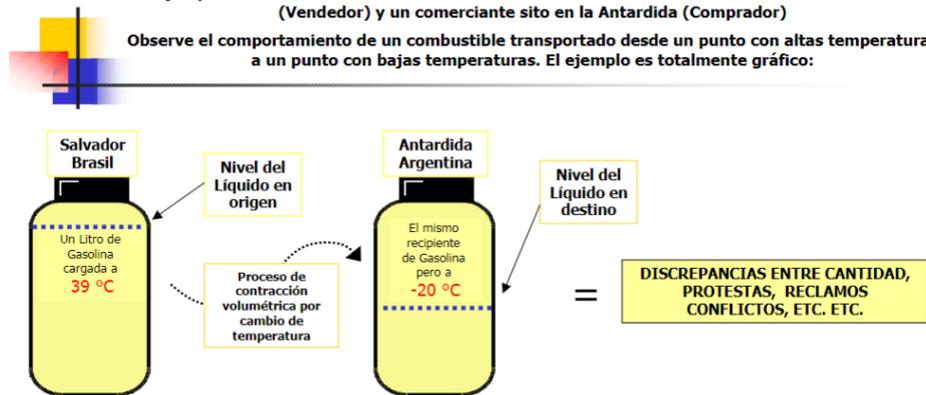
Ilustración 61 - Análisis de gasoil realizado por CAMMESA en depósito origen – fuente (Carmin Cargo Control, 2021)

La densidad del gasoil es sensible a los cambios de temperatura, por eso no existe un valor único y se adopta un promedio. Revise el ejemplo de la imagen inferior.

Contracción y Expansión Térmica

Ejemplo: Venta de un litro de Gasolina realizada entre un comerciante sito en Salvador Bahía (Vendedor) y un comerciante sito en la Antardida (Comprador)

Observe el comportamiento de un combustible transportado desde un punto con altas temperaturas a un punto con bajas temperaturas. El ejemplo es totalmente gráfico:



Los organismos internacionales relacionados con la comercialización de petróleo crudo y derivados, acordaron tomar una temperatura de comercialización (Estándar) Crear una tabla de FCV para su aplicación (6B, 54B) aplicar a los volúmenes naturales transferidos un factor de corrección tal que convierta estos volúmenes a volúmenes estándar o sea a 15°C . Las temperaturas estándar acordadas cambian de acuerdo a la legislación de cada país, en general se manejan los siguientes acuerdos. 15°C, 60°F y 20°C.

Ilustración 62 - Cambio de volumen de gasoil con la temperatura – elaboración propia

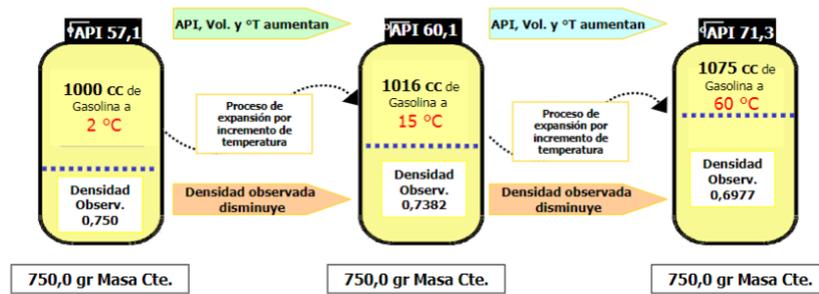


Ilustración 63 - Volumen de gasoil según norma empleada – elaboración propia

Argentina adopta el acuerdo a 15°C para las transacciones y mediciones de gasoil. Contractualmente se establece que la densidad debe encontrarse en el rango de 820 a 865 kg/m^3 . Además, se emplean los métodos ASTM D 1298 y ASTM D 4052 para determinarla.

Algunas consideraciones adicionales.

- La densidad cambia de acuerdo con la composición química del lote de combustible.
- Los resultados del análisis de laboratorio dependen del método que se siga para determinarla.

Se adopta el siguiente cálculo del coeficiente para conversión de unidades de caudal másico a caudal volumétrico para el gasoil.

$$\begin{aligned}
 \text{densidad del gasoil} &= \delta_{\text{gasoil}} = 840 \frac{kg}{m^3} = 0,84 \frac{kg}{lt} \text{ a } 15^\circ C \text{ y } 1atm \\
 \text{caudal volumetrico de gasoil} &= \frac{\text{caudal masico}}{\delta_{\text{gasoil}}} = \frac{0,4536 \frac{kg}{h}}{0,84 \frac{kg}{lt}} = 0,54 \frac{lt}{m^3}
 \end{aligned}$$

Caudal volumétrico del gas natural (combustible gaseoso)

Los gases son mucho más sensibles que los líquidos a variaciones de temperatura y presión. Existen diferentes estándares para referenciar las mediciones de densidad y volumen a condiciones de temperatura y presión

conocidos. Por ejemplo, un metro cúbico de aire a 0 °C de temperatura y una atmósfera de presión (1,01325 Bar), se denomina metro cúbico normal (Nm³) y un Nm³ de aire pesa 1,292 kg, en tanto que un metro cúbico estándar a 15 °C de aire pesa 1,225 kg. Argentina, a través de resoluciones del ENARGAS, adopta el estándar americano o condición estándar donde la unidad de volumen es el metro cúbico de gas a una temperatura de quince (15) grados Celsius (°C) y a una presión de 101,325 Kilopascales (kPa). Esto se suele expresar mediante la unidad "metros cúbicos estándar" o la abreviatura "sm³" (IAPG, 2014). Si no se aclara específicamente, los metros cúbicos de gas en el país son referenciados a la condición estándar.

El gas natural empleado en la planta pasa por un proceso cromatografía al inicio del gasoducto. Allí, se determinan las siguientes características del combustible:

- la densidad relativa al aire,
- el poder calorífico superior y
- composición química.

El cromatógrafo en propiedad de TGN (Transportadora de Gas del Norte) y realiza una medición diaria. Se realiza un promedio de las mediciones obtenidas para determinar la densidad relativa y el poder calorífico.

$$\text{densidad absoluta del gas natural} = \delta_{gas}^{absoluta} = \delta_{aire}^{absoluta} \times \delta_{gas}^{relativa}$$

$$\delta_{gas}^{absoluta} = 1,225 \frac{kg}{Sm^3} \times 0,6069 = 0,7435 \frac{kg}{Sm^3} \text{ a } 15^{\circ}C \text{ y } 1atm$$

$$\text{caudal volumetrico de gas natural} = \frac{\text{caudal masico}}{\delta_{gas}^{absoluta}} = \frac{0,4536 \frac{kg}{h}}{0,7435 \frac{kg}{Sm^3}} = 0,6101 \frac{lt}{m^3}$$

El volumen de gas entregado a los fines de la facturación y en conformidad con la Ley N° 24.076 – Marco Regulatorio de la Industria del Gas, será la cantidad de metros cúbicos en condiciones estándar multiplicada por el poder calorífico superior de gas entregado, expresado en Kilocalorías, y dividido por 9.300 (IAPG, 2014).



$$\text{poder calorifico superior gas natural} = PCS_{\text{gas natural}} = 9.349,2194 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}$$

$$\text{factor de correccion} = \frac{PCS_{\text{gas natural}}}{9300 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}} = \frac{9.349,2194 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}}{9.300 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}} = 1,0053$$

$$\text{caudal volumetrico gas natural corregido} = \text{caudal volumetrico gas} \times \text{factor de correccion}$$

$$\text{caudal volumetrico de gas natural corregido} = 0,6101 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \times 1,0053 = 0,6133 \frac{\text{lt}}{\text{m}^3}$$

Glosario

Blockchain

Blockchain o cadena de bloques, es una etiqueta que a través de una estructura de datos cuya información se agrupa en conjuntos (bloques) a los que se les añade metainformaciones relativas a otro bloque de la cadena anterior en una línea temporal para hacer un seguimiento seguro a través de grandes cálculos criptográficos. De esta forma, gracias a técnicas criptográficas, la información contenida en un bloque solo puede ser repudiada o editada modificando todos los bloques anteriores. Esta propiedad permite su aplicación en un entorno distribuido de manera que la estructura de datos blockchain puede ejercer de base de datos pública no relacional que contenga un histórico irrefutable de información., **32**

Business Intelligence, 73

Business Intelligence (abreviatura BI) o inteligencia empresarial, constituye un conjunto de estrategias, aplicaciones, datos, productos, tecnologías y arquitectura técnicas, que están enfocados a la administración y creación de conocimiento sobre el medio, a través del análisis de los datos existentes en una organización o empresa. El término inteligencia empresarial se refiere al uso de datos en una empresa para facilitar la toma de decisiones. Abarca la comprensión del funcionamiento actual de la empresa, bien como la anticipación de acontecimientos futuros, con el objetivo de ofrecer conocimientos para respaldar las decisiones empresariales., **1, 2, 3, 13, 17, 18, 24, 60, 69, 71, 72, 96, 98, 103, 104, 108**

CAMMESA

CAMMESA (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima) es una empresa creada en 1992 por decreto del Poder Ejecutivo, cuya función es operar el Sistema Argentino de

Interconexión, planificar las necesidades de capacidad de energía, coordinar de las operaciones de despacho y regular las transacciones económicas del mercado eléctrica mayorista., **2, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 22, 30, 36, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 49, 66, 69, 86, 95, 103, 105, 108, 123, 124**

Dashboard

Dashboard o panel en español, es una conjunto de indicadores, gráficos y tablas. Un tablero de comando se conforma de uno o varios dashboard., **73, 76**

ENARGAS

Es el Ente Nacional Regulador del Gas, organismo regulador responsable de dictar los reglamentos a los que deben ajustarse los sujetos de la ley 24.076, en lo referente a seguridad, protección ambiental, procedimientos técnicos y comerciales, calidad del servicio y gas natural comprimido (GNC), y de fiscalizar mediante inspecciones y auditorías, con el objeto de controlar la correcta prestación del servicio., **126**

ISO

ISO (Organización Internacional de Normalización), es una organización para la creación de estándares internacionales compuesta por diversas organizaciones nacionales de normalización. Es el mayor desarrollador mundial de estándares internacionales. Estos se desarrollan de modo voluntario y facilitan el comercio mundial. Se han establecido cerca de veinte mil estándares cubriendo desde productos manufacturados y tecnología a seguridad alimenticia, agricultura y sanidad. El uso de estándares facilita la creación de productos y servicios que sean seguros, fiables y de calidad., **14, 34, 66, 77**

KPI

KPI viene de la sigla en inglés para Key Performance Indicator, o sea, indicador clave de desempeño. Son aquellas métricas más relevantes para la estrategia de la organización, que determinan el éxito o no y el cumplimiento de objetivos., **108**

MEM

MEM (Mercado Eléctrico Mayorista), conforma las bases en que se fundamenta el funcionamiento del sector eléctrico, un sistema de precios y un administrador de dicho mercado (CAMMESA). El Mercado Eléctrico Mayorista es el punto donde convergen la oferta y la demanda. Se crea un Mercado a Término y un Mercado Spot para la compraventa de energía. Los Distribuidores pueden comprar la energía al mercado a un precio estabilizado que se actualiza trimestralmente. Los Generadores pueden vender energía al mercado a través de un precio Spot horario. La generación necesaria para satisfacer la demanda se determina en función del costo económico de operación del sistema eléctrico. Los precios Spot horarios se determinan marginalmente con el costo requerido para satisfacer la próxima unidad de demanda. El funcionamiento del MEM se sustenta en dos aspectos, **27, 41**

NOx

En química atmosférica , NOx es un término genérico para los óxidos de nitrógeno que son más relevantes para la contaminación del aire, a saber, el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂). Estos gases contribuyen a la formación de smog y lluvia ácida, además de afectar el ozono troposférico . Los gases NOx se producen normalmente a partir de la reacción entre el nitrógeno y el oxígeno durante la combustión de combustibles, como los hidrocarburo con aire, especialmente a altas temperaturas, como en los motores de automóviles. Los gases NOx también son producidos naturalmente por los rayos. El término NOx es una abreviatura química para las moléculas que contienen un átomo de nitrógeno y uno o más de oxígeno. Generalmente se pretende que incluya óxido nitroso (N₂O), que sí bien apenas juega un papel en la



contaminación del aire, puede tener un impacto significativo en la capa de ozono, y es un importante gas de efecto invernadero ., **30**

OED

OED (Organismo Encargado del Despacho). Es un sinónimo de CAMMESA., 91

OPC

El OPC (OLE for Process Control) es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos industriales, basado en una tecnología Microsoft, que ofrece una interfaz común para comunicación que permite que componentes de software individuales interactúen y compartan datos. La comunicación OPC se realiza a través de una arquitectura Cliente-servidor. El servidor OPC es la fuente de datos (como un dispositivo hardware a nivel de planta) y cualquier aplicación basada en OPC puede acceder a dicho servidor para leer/escribir cualquier variable que ofrezca el servidor. Es una solución abierta y flexible al clásico problema de los drivers propietarios. Prácticamente todos los mayores fabricantes de sistemas de control, instrumentación y de procesos han incluido OPC en sus productos., **87, 117, 122**

SADI

SADI (Sistema Argentino de Interconexión), es una red eléctrica conformada por tendidos de alta tensión que interconectan las distintas regiones de Argentina. Es la red que recolecta y transporta toda la energía eléctrica que se genera en el país. La longitud del SADI es de 20.296 kilómetros de distribución troncal, y 14.197 km de líneas de 500 kV., **12, 29**

TGN



TGN (Transportadora de Gas del Norte), es la empresa dedicada al transporte de gas natural al Centro-Oeste y Norte de la Argentina manteniendo más de 9.100 km de gasoductos, **126**

turbo grupo

Es un término empleado el sector eléctrico para hacer mención al conjunto o sistemas de equipos que genera energía eléctrica. Habitualmente, el termino incluye turbina de gas, reductor, generador y transformador., **29, 30, 32, 41, 58, 68, 69, 77, 78**

Turbo grupo

Es un término empleado el sector eléctrico para hacer mención al conjunto o sistemas de equipos que genera energía eléctrica. Habitualmente, el termino incluye turbina de gas, reductor, generador y transformador., **28**