



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“DISEÑO DE UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL MEDIANTE MICROSOFT EXCEL PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DEL PROCESO EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A.”

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

Autor:

Elizalde Pin Stalin Omar

Tutor:

Ing. Msc. Navas Olmedo Bladimiro

Hernán

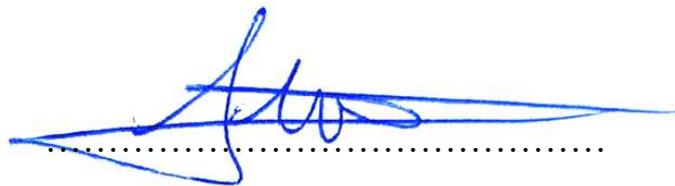
Latacunga-Ecuador

Septiembre 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **ELIZALDE PIN STALIN OMAR**, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “**DISEÑO DE UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL MEDIANTE MICROSOFT EXCEL PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DEL PROCESO EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A.**”, siendo el **Ingeniero Msc. BLADIMIRO HERNÁN NAVAS OLMEDO** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



Elizalde Pin Stalin Omar

C.I. 2100393103

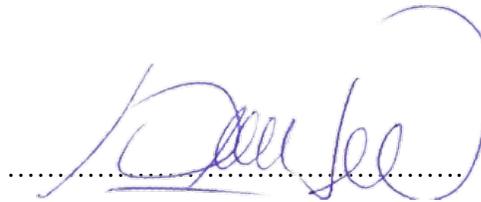
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL MEDIANTE MICROSOFT EXCEL PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DEL PROCESO EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A.”, de **ELIZALDE PIN STALIN OMAR**, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, septiembre, 2020

El Tutor



Ing. Msc. Bladimiro Hernán Navas Olmedo

C.C. 050069554-9

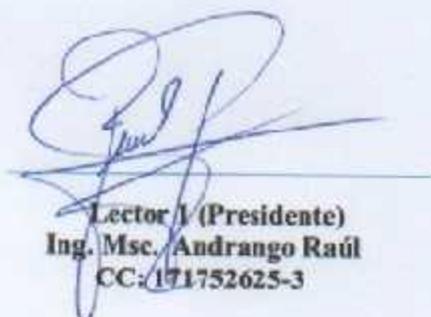
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: **ELIZALDE PIN STALIN OMAR** con el título de Proyecto de titulación: **"DISEÑO DE UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL MEDIANTE MICROSOFT EXCEL PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DEL PROCESO EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A."**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, septiembre 2020

Para constancia firman:


Lector 1 (Presidente)
Ing. Msc. Andrango Raúl
CC: 171752625-3

Lector 2
Ing. Msc. Espin Xavier
CC: 050226936-8

Lector 3
Ing. Tello Marcelo
CC: 050151855-9

AGRADECIMIENTO

A mi papá Wilman Elizalde, quién es un gran ejemplo para mí, su carácter y su manera de desempeñarse ante un problema junto con sus demás cualidades han sido un factor determinante en todo mi desarrollo académico y personal.

A mi mamá Edilma Pin, quién por medio de sus palabras reanimaba hasta el día más malo, por siempre estar ahí cuidándome a pesar de la distancia, tan solo con ser tú mamá muchas gracias.

A mi tutor el Ing. Msc Hernán Navas, por brindarme la confianza y apoyarme en este proceso, y a su vez por ser un buen docente gracias a su influencia y forma de enseñar encontré la parte de la carrera que me ha llamado la atención y de ahí nace este proyecto de titulación.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por ser una institución que me abrió las puertas a un mundo nuevo de aprendizaje y poder formarme tanto profesionalmente como personalmente.

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado a mis padres, debido que son ellos quienes siempre han estado en las buenas y malas, este logro va por ustedes.

Stalin

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xvii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1 Título del proyecto.....	1
1.2 Fecha de Inicio.....	1
1.3 Fecha de finalización.....	1
1.4 Lugar de ejecución.....	1
1.5 Unidad Académica que auspicia.....	1
1.6 Carrera que auspicia.....	1
1.7 Equipo de trabajo.....	1
1.8 Área de conocimiento.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	3
3.1 Beneficiarios Directos.....	3
3.2 Beneficiarios Indirectos.....	3
4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
4.1 Problema.....	5
5. OBJETIVOS.....	5
5.1 Objetivo General.....	5
5.2 Objetivos Específicos.....	5
6. ACTIVIDADES.....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
7.1 Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A.....	7
7.2 Planta CEDAL Latacunga.....	7
7.2.1 Fundición.....	7
7.2.2 Extrusión.....	8
7.2.3 Anodizado.....	8
7.2.4 Pintura electrostática.....	8
7.2.5 Empaque y despacho.....	8

7.2.6	Tratamiento de agua	8
7.2.7	Matricería	8
7.2.8	Mantenimiento	8
7.3	Proceso del área de Fundición.....	8
7.3.1	Recepción de Materiales	9
7.3.2	Aleaciones	9
7.3.2.1	Aleación 6063	10
7.3.2.2	Aleación 6061	10
7.3.2.3	Aleación 6005	10
7.3.3	Fusión de Materiales	11
7.3.3.1	Chatarra	11
7.3.3.2	Colada	11
7.3.3.3	Propiedades del magnesio en aleación	11
7.3.3.4	Propiedades del silicio en aleación.....	11
7.3.4	Análisis Espectrométrico.....	11
7.3.5	Escoria.....	12
7.3.6	Homogeneizado.....	12
7.3.7	Corte y revisión de billets.....	12
7.4	Qué es un cuadro de mando integral	12
7.4.1	Financiero.....	13
7.4.2	Cliente	14
7.4.3	Procesos internos del Negocio	14
7.4.4	Aprendizaje y Crecimiento.....	14
7.5	Para qué sirve un cuadro de mando integral.....	15
7.6	Dónde y cómo se puede desarrollar un cuadro de mando integral.....	15
7.6.1	Desarrollo de un cuadro de mando integral.....	15
7.7	Qué tipo de datos son necesarios para desarrollar un cuadro de mando integral	17
7.7.1	Datos	17
7.7.2	Información	17
7.7.3	Conocimiento	17
7.7.4	Indicadores	17
7.7.4.1	Indicadores Financieros.....	18
7.7.4.2	Indicadores de procesos	18
7.8	Con qué herramientas se puede diseñar un cuadro de mando integral.....	18
7.8.1	Business Intelligence.....	19
7.8.2	Microsoft Excel	20
7.8.3	Microsoft Power BI.....	20

7.9	Porqué es factible implementar un cuadro de mando integral en una empresa.....	20
8.	HIPÓTESIS.....	21
8.1	Variable Independiente	21
8.2	Variable Dependiente.....	21
9.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	21
9.1	Tipo de Investigación.....	21
9.1.1	Investigación Descriptiva.....	21
9.2	Método de investigación	21
9.2.1	Método Cuantitativo.....	21
9.3	Técnicas de Investigación	21
9.3.1	Técnica Bibliográfica	21
9.3.2	Técnica de Fichaje.....	22
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	22
10.1	Situación actual de la empresa	22
10.1.1	Fusión de materiales para la formación de lingotes.	23
10.1.2	Homogeneizado de lingotes	24
10.1.3	Control de calidad	25
10.1.4	Corte Sierra Loma	25
10.1.5	Indicadores productivos con más relevancia.....	25
10.1.5.1	Aprovechamiento	26
10.1.5.2	Calidad	26
10.1.5.2.1	Análisis espectrométrico	26
10.1.5.2.2	Análisis de temperatura.....	28
10.1.5.2.2.1	Temperatura de aire.....	28
10.1.5.2.2.2	Temperatura de masa	29
10.1.5.3	Recobrado.....	30
10.1.5.4	Porcentaje de Rechazo	31
10.1.5.5	Porcentaje de variación de costos OF.....	31
10.2	Destino estratégico	32
10.2.1	Análisis FODA.....	32
10.2.2	Planteamiento de objetivos estratégicos y operativos del cuadro de mando integral.....	32
10.3	Plan de acción en base al destino estratégico	33
10.4	Elaboración de base de datos en Excel.....	34
10.5	Análisis de datos en Excel.....	37
10.6	Diseño del Cuadro de Mando Integral	41
10.6.1	Dashboard en Excel.....	41
10.6.2	Dashboard en Power BI.....	42

10.6.3	Power BI y su herramienta de diseño para celulares	45
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	46
11.1.1	Impacto Técnico.....	46
12.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	46
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
13.1	Conclusiones	47
13.2	Recomendaciones.....	47
14.	BIBLIOGRAFÍA.....	48
15.	ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Beneficiarios Directos del Proyecto	3
Tabla 2 Beneficiarios Indirectos del Proyecto.....	3
Tabla 3 Objetivos, Actividades, Resultados y Métodos	6
Tabla 4 Aleaciones Habituales y Especiales del Aluminio	10
Tabla 5 Consumo de Materiales de Fundición	26
Tabla 6 Rango de Hierro, Silicio y Magnesio	27
Tabla 7 Resumen ubicación termocuplas.	28
Tabla 8 Reporte anual de escoria y viruta.	31
Tabla 9 Porcentaje de rechazo.	31
Tabla 10 Análisis FODA del área de Fundición.....	32
Tabla 11 Objetivos estratégicos y operativos del Cuadro de Mando Integral.....	32
Tabla 12 Presupuesto para la elaboración del proyecto.....	46
Tabla 13 Resumen de espectrométrico por elemento.....	51
Tabla 14 Indicadores de producción.....	51
Tabla 15 Porcentaje de rechazo de fundición.....	51
Tabla 16 Datos producción.....	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Logotipo institucional de CEDAL S.A.....	7
Ilustración 2	Equipo completo para proceso de colada continua horizontal.....	11
Ilustración 3	Visión y Estrategia del Cuadro de Mando Integral.....	13
Ilustración 4	Uso del cuadro de mando integral cómo estrategia de gestión.....	15
Ilustración 5	Cuadro de mando integral cómo estructura o marco estratégico para la acción	16
Ilustración 6	Arquitectura de una aplicación de Inteligencia de negocios (BI).....	19
Ilustración 7	Partes del proceso de colada continua	23
Ilustración 8	Sierra de Corte	23
Ilustración 9	Separación de lingotes por platinas.....	24
Ilustración 10	Diagrama de homogeneizado de temperatura de masa ideal.....	24
Ilustración 11	Probeta patrón usada para calibrar el espectrómetro	27
Ilustración 12	Visualización de datos a través del software del espectrómetro.....	27
Ilustración 13	Ubicación de termocuplas según las zonas del horno de homogeneizado.....	28
Ilustración 14	Diagrama de temperatura de aire.	29
Ilustración 15	Ubicación de billet para prueba de temperatura.	29
Ilustración 16	Ubicación termocuplas en el billet de prueba.....	30
Ilustración 17	Diagrama de temperatura de masa.....	30
Ilustración 18	Mapa estratégico Causa-Efecto del Cuadro de Mando Integral	33
Ilustración 19	Diseño general de base de datos	34
Ilustración 20	Agrupación de datos	35
Ilustración 21	Orden y Subgrupos en la base de datos	35
Ilustración 22	Datos por turno y por día	36
Ilustración 23	Datos de control de temperatura	36
Ilustración 24	Abrir Power Query.....	37
Ilustración 25	Editor de Power Query	38
Ilustración 26	Insertar Tablas Dinámicas.....	38
Ilustración 27	Análisis y vínculos entre tablas dinámicas.	39
Ilustración 28	Análisis Espectrométrico	40
Ilustración 29	Agrupación de Análisis de datos.....	40
Ilustración 30	Sub agrupación de Análisis de datos	41
Ilustración 31	Dashboard en Excel	41
Ilustración 32	Extracción de datos de Excel a Power BI.....	42

Ilustración 33 Power Query en Power BI	42
Ilustración 34 Insertar gráficas a Power BI.....	43
Ilustración 35 Ampliación de Gráfica y su respectiva tabla de datos	44
Ilustración 36 Dashboard en Power BI	44
Ilustración 37 Ingreso de gráficos para el diseño del Dashboard para el celular.....	45
Ilustración 38 Diseño del Dashboard para el celular	45
Ilustración 39 Macro Actualizar libro de Excel.....	50
Ilustración 40 Macro Activar filtro	50
Ilustración 41 Activar Dashboard en Excel	51
Ilustración 42 Pestaña de visualización de tablas en Power BI	51
Ilustración 43 Insertar una nueva medida rápida	51
Ilustración 44 Columna de número para realizar cálculos.....	51
Ilustración 45 Agregar columnas calculadas	51
Ilustración 47 Dashboard Celular	51
Ilustración 46 Dashboard computador	51

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Variación de Costos.....	31
--	----

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: “DISEÑO DE UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL MEDIANTE MICROSOFT EXCEL PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DEL PROCESO EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A.”

Autor: Elizalde Stalin

RESUMEN

En el presente proyecto se muestra el diseño de un cuadro de mando integral el cual consiste en optimizar el análisis y visualización de datos para una mejor toma de decisiones en el área de Fundición en la empresa CEDAL S.A., para ello primero se tuvo que determinar la situación actual de la empresa haciendo referencia a su proceso y sub procesos existentes, logrando de esta forma diferenciar los indicadores de producción con los cuales se controla el proceso, en base a estos indicadores se plantea un análisis FODA para conocer las ventajas y desventajas tanto internas como externas del manejo de datos del proceso siendo esta la manera para poder crear objetivos operativos y estratégicos que serán la meta a mejorar por medio de un plan de acción, el cual se determina por un diagrama causa-efecto. El cuadro de mando integral cuenta con un diseño de una base de datos en Excel donde se recopila todos los datos que influyen en el proceso, los cuales pasan a ser extraídos por medio de tablas dinámicas para ser analizados de forma individual según requiera cada indicador del proceso, una vez procesados y calculados los datos pasan a un Dashboard diseñado en Power BI en el cual se puede interactuar de forma dinámica con las gráficas, gracias a la funciones de Power BI se puede diseñar una aplicación para celulares brindando de esta forma un plus agregado, debido que por este medio se puede observar cómo va el estado del proceso donde quiera que se encuentre el supervisor o gerente, transformando de esta manera al cuadro de mando integral en una herramienta potencial al momento de tomar decisiones que puedan mejorar el rendimiento del proceso.

Palabras Clave: Dashboard, Power BI

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: "DESIGN OF A COMPREHENSIVE CONTROL PANEL USING MICROSOFT EXCEL TO OPTIMIZE THE PERFORMANCE OF THE PROCESS IN THE SMELTING AREA OF THE ECUADORIAN CORPORATION OF ALUMINUM CEDAL S.A.

Author: Elizalde Stalin

ABSTRACT

The present project shows the design of a balanced scorecard which consists of optimizing the analysis and visualization of data for better decision making in the melting area of the company CEDAL S.A, to do this, first the current situation of the company had to be determined, referring to its existing process and sub processes, thus achieving a differentiation of the production indicators with which the process is controlled. Based on these indicators, a SWOT analysis is proposed to know the advantages and disadvantages of both internal and external data process management, being this the way to create operational and strategic objectives that will be the goal to improve by means of an action plan, which is determined by a cause-effect diagram. The balanced scorecard has a database designed in Excel where all the data that influence the process is collected, which are extracted through dynamic tables to be analyzed individually as required by each process indicator, once processed and calculated the data goes to a Dashboard designed in Power BI in which you can interact dynamically with the graphics, thanks to the Power BI functions, an application can be designed for cell phones, thus providing an added bonus, because by this means it is possible to observe how the state of the process is going wherever the supervisor or manager is, thus transforming the balanced scorecard into a potential tool when making decisions that can improve the process performance .

Keywords: Dashboard, Power BI



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL** de la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS: ELIZALDE PIN STALIN OMAR**, cuyo título versa: **“DISEÑO DE UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL MEDIANTE MICROSOFT EXCEL PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DEL PROCESO EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A.”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estime conveniente.

Latacunga, septiembre del 2020

Atentamente,

MSe. Diana Karina Taipe Vergara.

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS

C.C.1720080934



CENTRO
DE IDIOMAS

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Título del proyecto

DISEÑO DE UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL MEDIANTE MICROSOFT EXCEL PARA OPTIMIZAR EL RENDIMIENTO DEL PROCESO EN EL ÁREA DE FUNDICIÓN DE LA CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A.

1.2 Fecha de Inicio

Mayo 2020

1.3 Fecha de finalización

Septiembre 2020

1.4 Lugar de ejecución

Av. Unidad Nacional y Manuelita Sáenz, parroquia Ignacio Flores, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, Zona 3, Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A.

1.5 Unidad Académica que auspicia

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

1.6 Carrera que auspicia

Ingeniería Industrial

1.7 Equipo de trabajo

Tutor:

- Ing. Msc. Navas Olmedo Bladimiro Hernán
- **Correo:** hernan.navas@utc.edu.ec

Autor:

- Elizalde Pin Stalin Omar
- **Correo:** stalin.elizalde3103@utc.edu.ec

1.8 Área de conocimiento

Este proyecto se relaciona de acuerdo con los campos de la ciencias y tecnologías de la UNESCO:

- Tecnología Industrial
- Procesos Industriales

Plan Nacional de Buen Vivir, de acuerdo con el:

- Eje 2. Sistema Económico Sostenible al Servicio de la Sociedad y el Ambiente.

- Objetivo 5. Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sustentable de manera redistributiva y solidaria.

Líneas de Investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se relaciona con la cuarta línea

- Procesos Industriales

Líneas de Investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, se relaciona con la primera línea

- Procesos Productivos

Sub línea de la Carrera de Ingeniería Industrial:

- Aplicación de tecnologías alternativas para el mejoramiento de la producción.

2. JUSTIFICACIÓN

Toda empresa debe llevar un control de sus movimientos y para ello usan indicadores donde se determine los diferentes datos que se producen en el proceso, la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A. cuenta con una plantilla de Microsoft Excel muy ambigua, por ende, se ha tomado en consideración las nuevas herramientas implementadas y vinculadas a Excel como lo es Power BI, Power Query, las cuales facilitan el manejo de datos a mínima y gran escala para que sean visualizados de forma inmediata.

Para tener un buen control del proceso se determinará los KPI'S con más relevancia donde se analizará las posibles causas de un problema y a su vez su plan de acción para que estos sean resueltos, estos datos van a ser mostrados en tiempo real a través de un cuadro de mando integral y para ello se realizará una base de datos, donde se podrá actualizar los indicadores predeterminados, luego ser programados a una interfaz que permita visualizar y generar informes, es por ello que será creada a través de Power BI, generando de esta forma datos estadísticos como tablas y gráficos dinámicos, en los cuales se podrá medir la eficiencia de las técnicas usadas en el proceso permitiendo al personal operativo y administrativo del área de fundición de CEDAL planificar mejoras, evaluar alternativas y actuar ante cualquier cambio que pueda optimizar el proceso productivo, volviendo de esta forma al Cuadro de Mando Integral un sistema potencial para detectar falencias en la producción a través de los diferentes indicadores del

proceso a los cuales se les dará alternativas de solución con la finalidad de adecuar y acelerar el manejo de datos productivos.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1 Beneficiarios Directos

El presente proyecto muestra como beneficiarios directos a todas las personas que forman parte del área de fundición de la empresa CEDAL S.A. siendo un total de 16 personas, puesto que con el cuadro de mando integral podrán tener un mejor control de su proceso y de esta forma actuar con rapidez antes cualquier inconveniente.

Tabla 1 Beneficiarios Directos del Proyecto

Puestos de trabajo	Cantidad	Sexo
Jefe de Fundición	1	Hombre
Asistente de Fundición	1	Hombre
Supervisores	4	Hombre
Especialistas	3	Hombre
Operador de sierra	3	Hombre
Montacarguista	3	Hombre
Operador Compactadora	1	Hombre
TOTAL	16	

Elaborado por: Elizalde Stalin (2020)

3.2 Beneficiarios Indirectos

Las demás áreas de CEDAL siendo un total de 196 personas son beneficiarios dado que mejorando la producción de lingotes de aluminio que es la parte primordial de toda la empresa se aceleran los demás procesos en las otras áreas y se reduce los rechazos de producción.

Tabla 2 Beneficiarios Indirectos del Proyecto

Hombres	Mujeres	TOTAL
191	5	196

Elaborado por: Elizalde Stalin (2020)

4. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Como es de conocimiento general toda empresa busca la mejora continua en sus procesos para tener un aumento en su productividad e ir creciendo en el mercado mediante un buen uso de sus recursos.

La Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A. cuenta con un área de Fundición de aluminio, la cual es el punto de partida de todo el proceso que se realiza en la empresa para llegar a los productos finales que ofertan en el mercado, en esta área existe un proceso continuo donde se trabaja con diferentes tipo de aleaciones entre las más comunes están: 6063, 6005(semi-estructural) y 6061(estructural), donde se realiza diferentes subprocesos con la finalidad de conseguir una aleación óptima que al formar los lingotes no llegue a tener problemas de dureza, grietas o maleabilidad que afecte en los procesos de las demás áreas cumpliendo de esta manera con el pedido acorde a lo requerido por el cliente, para que todo salga como es debido el personal del área hace un seguimiento continuo en cada estación de trabajo, como lo es el análisis espectro métrico, control de materia prima, consumo de magnesio y zinc, porcentaje de rechazo, producción bruta y neta, etc. obteniendo así datos que son anotados en una hoja de control las cuales al final de cada turno son transcritas a un libro de Excel por parte del supervisor siendo esta una forma de medir el rendimiento y eficiencia mensual.

La empresa tiene reuniones semanales con todas las áreas donde se presentan los altos mandos (Gerentes) y mandos medios (Supervisores) en cada una de estas reuniones se trata de coordinar una buena planificación de producción y a su vez buscar alternativas de mejora para los diferentes problemas que se pueden presentar en cada subproceso de la empresa.

El área de fundición cuenta con un problema como lo es la tardanza en actualización y procesamiento de información, esto se debe a dos razones el primero y más importante es que se cuenta con una matriz de Excel muy antigua donde se muestran ciertos indicadores del proceso, pero no es eficiente debido que toda esta información no está analizada y debe ser extraída para ser trabajada en otro libro de Excel cada vez que se quiera conocer el estado actual del proceso, por otro lado existe la razón humana donde se puede mencionar que los datos en algunas ocasiones no son ingresados a tiempo para tener una matriz actual y solo tener que extraer los datos, lo cual retrasa la verificación de cómo se va desarrollando el proceso buscando posibles errores que se puedan ocasionar y poder plantear un plan de acción a tiempo, tener este tipo de inconvenientes al momento de asistir a las reuniones que se tiene en conjunto con las demás áreas de la

empresa donde se debe plantear el estado actual de cada área para verificar el cumplimiento de los objetivos planteados por la empresa hacia el cliente es perjudicial para el área de fundición debido que baja su eficiencia y rendimiento, siendo ahí donde inicia el proceso la entrega del pedido sería retrasada o la empresa deberá comprar lingotes a organizaciones externas para la continuación del proceso y perder dinero por el material que fue rechazado en el área de fundición, tomando en cuenta estos aspectos nace el proyecto de diseñar un cuadro de mando integral el cual permitirá analizar la información en tiempo real con todas las estadísticas necesarias en base a los indicadores con mayor influencia en el proceso con la finalidad de optimizar la toma de decisiones en el área y también brindarle el plus de poder visualizar los datos de forma dinámica incluso desde el celular lo cual facilitará el intercambio de información en las diversas reuniones que se realizan, siendo esta la manera de tener una herramienta que contribuye a la mejora continua del proceso cumpliendo con los objetivos propuestos de la empresa.

4.1 Problema

Manejo y procesamiento de datos por separado en libros de Excel antiguos, ralentizan la toma de decisiones para el proceso en el área de fundición.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Diseñar un cuadro de mando integral mediante Microsoft Excel para la optimización del rendimiento del proceso en el área de fundición de la corporación ecuatoriana de aluminio CEDAL S.A.

5.2 Objetivos Específicos

- Diferenciar los indicadores con más influencia en el proceso para tener conocimiento de la situación actual del área de fundición.
- Determinar los análisis de producción en base a los indicadores que procesarán los datos que estos provean para que sean ingresado en el cuadro de mando integral.
- Elaborar un cuadro de mando integral que provea una información bien analizada para una mejor toma de decisiones direccionada al proceso.

6. ACTIVIDADES

Tabla 3 Objetivos, Actividades, Resultados y Métodos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Diferenciar los indicadores con más influencia en el proceso para tener conocimiento de la situación actual del área de fundición.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de los históricos de producción. • Determinación de los KPI'S más consistentes en el proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de materia prima, porcentaje de rechazo. • KPI'S con mayor influencia en el proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte del consumo anual de producción. • Reporte de producción, calidad, chatarra.
Determinar los análisis de producción en base a los indicadores que procesarán los datos que estos provean para que sean ingresados en el cuadro de mando integral.	<ul style="list-style-type: none"> • Definición del destino estratégico • Elaboración de un plan de acción en base al destino estratégico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Causa-efecto en cada KPI y sus variables. • Plan de acción a implementar en el cuadro de mando integral. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis causa-efecto. • Investigación Científica.
Elaborar un cuadro de mando integral que provea una información bien analizada para una mejor toma de decisiones direccionada al proceso.	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de una base de datos. • Análisis de datos. • Extracción de datos para el análisis estadístico ya determinado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Datos recopilados en un mismo formato. • Datos ordenados, y trabajados en tablas dinámicas. • Datos visuales entendibles y resumidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Matriz en Microsoft Excel. • Power Query, Power Pivot. • Interfaz de Power BI.

Elaborado por: Elizalde Stalin

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1 Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A.

En 1974 se construyó la Corporación Ecuatoriana de Aluminio S.A. CEDAL, empresa cuyo capital ecuatoriano, con el propósito de fabricar y comercializar extrusiones de aluminio para el mercado nacional e internacional. Inicia sus actividades productivas en el año 1976, enfocados al mercado interno con extrusiones de aluminio para uso arquitectónico. (CEDAL, 2020, pág. 1)

Ilustración 1 Logotipo institucional de CEDAL S.A



Fuente: Página principal de la Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A. Latacunga, Disponible en <http://cedal.com.ec/producción.html>.

CEDAL es una empresa ampliamente reconocida en el mercado nacional e internacional por la calidad de sus productos, la confiabilidad e integridad de la empresa. Día a día contribuimos al desarrollo de la industria en el Ecuador y la generación de puestos de trabajo directos y subsidiarios que complementan la creación de nuevas fuentes de empleo. (CEDAL, 2020, pág. 5)

7.2 Planta CEDAL Latacunga

La Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL S.A, cuenta con una fábrica de producción ubicada en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, la cual consta con un horno de operación continua de doble cámara, dos líneas de extrusión, una línea de anodizado, una sala de matricería, un área de pintura electrostática horizontal, una planta de tratamiento de agua, un área de empaque y departamento de mantenimiento las cuales se detallan a continuación:

7.2.1 Fundición

CEDAL inaugura en abril del 2009 una planta de fundición de billets de aluminio, que permite utilizar chatarra de aluminio propia y la existente en el mercado ecuatoriano debido que el aluminio es un material eco amigable y 100% reciclable. (CEDAL, 2020, pág. 3)

7.2.2 Extrusión

El proceso de extrusión parte de la deformación plástica del aluminio a una temperatura entre 480°C y 550°C que por compresión es forzado a pasar a través de la abertura de una matriz, que tiene un diseño específico, que dará la forma designada al perfil de aluminio. (CEDAL, 2020, pág. 4)

7.2.3 Anodizado

Se somete al perfil a un proceso electrolítico de forma controlada para que este adquiera una capa recubierta de óxido de aluminio.

7.2.4 Pintura electrostática

Se deposita sobre el perfil pintura el polvo que posteriormente es trasladado a un horno de curado logrando una pintura uniforme.

7.2.5 Empaque y despacho

Se empaqueta la perfilería en funda de polietileno, con el fin de evitar que los perfiles sean dañados con el transporte. (CEDAL, 2020, pág. 5)

7.2.6 Tratamiento de agua

La empresa cuenta con su propia planta de tratamiento de agua con la cual ahorra dinero y hace un uso eficiente del agua siendo de igual forma una empresa comprometida con el medio ambiente.

7.2.7 Matricería

Se ocupan de limpiar y mantener los moldes por el que será comprimido el perfil acorde al requerimiento del cliente.

7.2.8 Mantenimiento

Área donde se lleva herramientas o máquinas en mal estado al igual que su personal se encuentra ubicada por toda la empresa supervisando el óptimo funcionamiento de la maquinaria.

7.3 Proceso del área de Fundición

El Aluminio es uno de los metales más utilizados en el mundo hoy en día. Una vez que se completa su extracción, puede ser utilizado para varias aplicaciones. Lo que lo hace aún más valioso es que es 100% reciclable. (ELECTROHEAT, 2017, pág. 1)

Gracias a la fundición de aluminio se fabrican aquellas piezas de difícil construcción, y con la medida exacta demandada, todo esto en medio de una fase exhaustiva de producción. (TECHNOSOFT, 2019, pág. 1)

El proceso de fundición de colada continua horizontal con equipo tipo Hertwich es aplicable para convertir chatarra de aluminio en billets o lingotes de aleación según sea su clase, sin embargo, cabe recalcar que Hertwich diseñó este tipo de equipo para el proceso remelting. Pocas empresas poseen la capacidad para incluir en su equipo este tipo de equipo sea esto debido a la complejidad y singularidad del mismo, ya que se requiere meticulosos procedimientos manejados de forma confidencial por cada empresa; no obstante, la formación del billet de aluminio de manera horizontal representa un gran reto, por lo cual es necesario un control continuo de los principales elementos que constituyen la aleación en cada turno de producción. (VACA, 2017, pág. 2)

7.3.1 Recepción de Materiales

Para la fabricación de perfiles de aluminio CEDAL importa lingotes de aluminio 6063, 6061, 6005 para aplicaciones arquitectónicas y estructurales. (CEDAL, 2020, pág. 1)

De la misma forma importa materia prima como lo es aluminio para ser fusionado en el horno con los demás aleantes como: silicio, magnesio y chatarra que se agrega a la colada.

La empresa registra todas sus entradas y salidas en un sistema ERP, el sistema ERP incluye múltiples niveles, cada nivel realiza un papel distinto, cada nivel puede abarcar el uso de varios servidores, por lo que consta con su propio hardware. (VELOZ, 2015, pág. 30)

Todo el material o herramienta para utilizar en el área pasa por una transacción por medio del ERP donde luego de ello se debe retirar en bodega central a través de los códigos generados por el mismo software debido que este programa ayuda en la gestión de inventarios.

7.3.2 Aleaciones

El aluminio puro es relativamente débil, por ello se han desarrollado aleaciones con diversos metales como el cobre, magnesio, manganeso, zinc, por lo general, en combinaciones de dos o más de estos elementos junto con hierro y silicio, obteniéndose una infinidad de aleaciones para una gran variedad de aplicaciones incluso con características superiores al acero. (MIPSA, 2020, pág. 1)

Tabla 4 Aleaciones Habituales y Especiales del Aluminio

Aleaciones	Habituales	Especiales
Aluminio puro	AL-1050	AL1080A, AL1200
Aluminio – cobre	AL-2011, AL- 2030	AL-2007, AL-2014, AL-2017, AL-2024
Aluminio – magnesio	AL-5083, AL-5754	AL-5005A, AL-5050, AL- 5052, AL-5056A, AL-5086, AL-5154A, AL-5251
Aluminio – magnesio - silicio	AL-6063, AL-6082	AL-6005A, AL-6012, AL6060, AL-6061, AL-6101, AL-6262, AL-X6262
Aluminio – zinc	AL-7075	AL-7022, AL-7020
Aluminio – manganeso		AL-3003, AL-3004

Elaborado por: Elizalde Stalin

Fuente: San metal S.A Disponible en: <http://sanmetal.es/productos/metales/aluminio/2>

7.3.2.1 Aleación 6063

Para obtener una aleación 6063 que es usada para perfiles arquitectónicos, se debe establecer el origen de la materia prima y la cantidad que será utilizada, en porcentaje de peso la aleación AA6063, la materia prima se constituye en un 40% de aluminio primario, 31% de chatarra negra, 28% de chatarra blanca, y el resto corresponde a magnesio 0.547%, silicio 0.496%, hierro 0.208% entre otros. (NAVAS, 2017, pág. 17)

7.3.2.2 Aleación 6061

Una aleación 6061 es clasificado de forma estructural de alta resistencia en la cual se encuentra presentes aleantes como el magnesio, silicio, y el cobre.

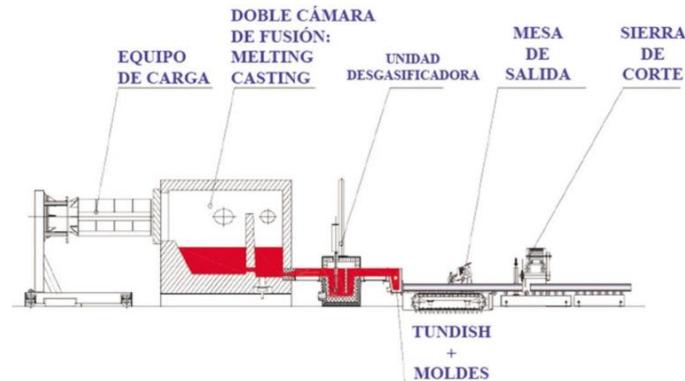
7.3.2.3 Aleación 6005

La aleación 6005 es de tipo estructural, donde los niveles de magnesio y silicio se elevan para conseguir una mayor dureza del material.

7.3.3 Fusión de Materiales

En esta parte del proceso se ingresa aluminio primario junto con chatarra al horno al igual que se agrega magnesio, silicio y en el canal denominado Tundish.

Ilustración 2 Equipo completo para proceso de colada continua horizontal



Fuente: Scielo en la Revista científica y Tecnológica Ingenius, Disponible en http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-860X2017000200042

7.3.3.1 Chatarra

La chatarra ingresa por el equipo de carga para unirse en la cámara de fusión con los otros componentes, dependiendo del tipo de aleación se escoge la chatarra negra o chatarra blanca que posee un alto índice de aluminio.

7.3.3.2 Colada

Este aspecto se produce al fusionar los componentes en el horno de doble cámara entre una temperatura de 400°C a 500°C donde el aluminio se encuentra en su estado líquido el cual se traslada por un canal denominado Tundish y pasa por la unidad desgasificadora donde se añade tior a la colada.

7.3.3.3 Propiedades del magnesio en aleación

Para el material el magnesio incrementa su resistencia a la corrosión, ductilidad y conductividad térmica. También mejora su respuesta al proceso de anodizado. (VACA, 2017, pág. 3)

7.3.3.4 Propiedades del silicio en aleación

El silicio es un elemento que le otorga dureza al material, debido a su alta solubilidad en el aluminio es agregado en la colada en pequeños trozos para mezclarse con los demás elementos.

7.3.4 Análisis Espectrométrico

En la empresa se usa el análisis espectrométrico por chispa la cual se usa para materiales metálicos en muestras sólidas, es por ello que se toma una muestra de la colada que pasa por el canal Tundish para poder ser analizada con el espectrómetro.

Ya que las condiciones que producen la emisión por arco no son controladas cuantitativamente, el análisis de los elementos es cualitativo. Hoy día, las fuentes de chispa con descarga controladas bajo una atmósfera de argón permiten que este método pueda ser considerado eminentemente cuantitativo, y su uso está muy extendido en los laboratorios de control de producción de fundiciones y acerías. (ESPÍN, 2017, pág. 7)

7.3.5 Escoria

La escoria del aluminio es uno de los principales residuos que resultan del proceso de fusión de aluminio y se produce debido a la reacción química que ocurre entre el metal líquido y la atmósfera. En general este residuo representa más del 4% de la producción total de aluminio primario y 20% de la producción secundaria. (GÓMEZ, 2018, pág. 2)

7.3.6 Homogeneizado

Con respecto al proceso de homogeneizado, es un proceso térmico donde podemos poner en manifiesto que involucra el calentamiento de lingotes o billets con el objetivo de elevar la temperatura donde la aleación forme una solución homogénea con el aluminio. Es importante mencionar que está constituido por 3 etapas necesarias. (HINOJOSA, 2018, pág. 16)

7.3.7 Corte y revisión de billets

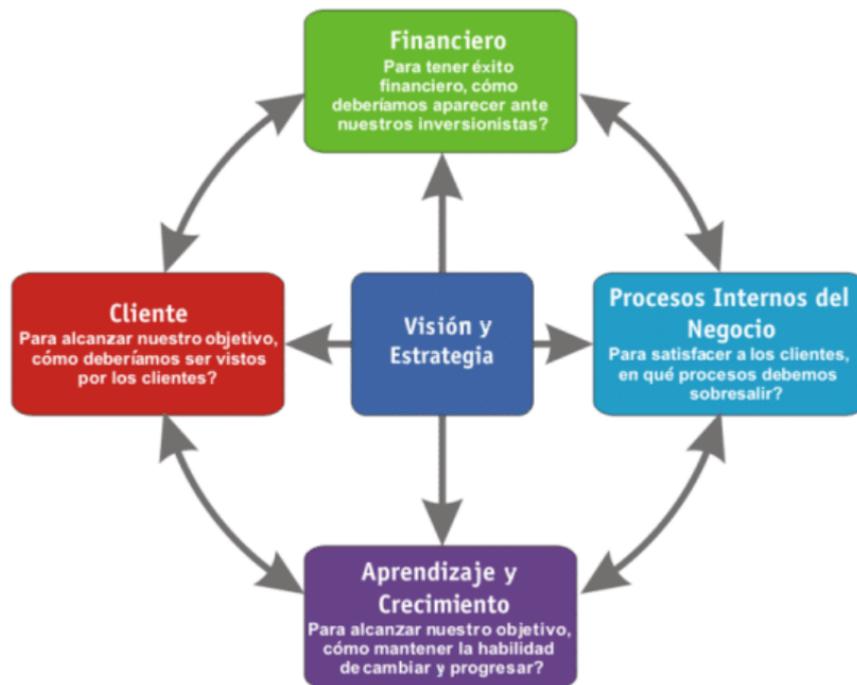
Una vez que el billet atravesó el proceso de homogeneizado es inspeccionado por el departamento de calidad donde se determina los lingotes que se irán a la planta en Durán y los lingotes que irán al área de extrusión, si el caso de los lingotes es ir al área de extrusión estos son trasladados a una máquina denominada sierra loma, con la cual se procede a cortar en parte de 20, 22, 24, 26 pulgadas acorde al pedido que se realice desde extrusión.

7.4 Qué es un cuadro de mando integral

El Cuadro de Mando Integral (CMI) traduce la estrategia y la misión de una organización en un amplio conjunto de medidas de actuación, que proporciona la estructura necesaria para un sistema de gestión y medición. En la situación actual, donde el grado de incertidumbre es elevado, la información de gestión debe tener la capacidad de generar información de carácter predictivo, para enfrentar el actual reto estratégico al que se enfrentan las empresas, que consiste en adaptarse a un mundo nuevo, global y competitivo; sin embargo, aún muchas organizaciones no utilizan de forma generalizada el CMI, sólo existiendo intentos aislados de su implementación. (VEGA, 2015, pág. 3)

El Cuadro de Mando Integral surge de la necesidad de ofrecer a los directivos una visión completa del rendimiento de una empresa bajo dos premisas, primero un único indicador (el beneficio) no puede plasmar la complejidad del rendimiento ni servir para conducir hacia su consecución y segundo el exceso de medidas es ineficiente, distrae y satura. De esta forma, y sabiendo que toda organización tiene un número limitado de factores en los que conseguir unos resultados satisfactorios, asegurará un funcionamiento competitivo y exitoso. (VÁZQUEZ, 2016, pág. 3)

Ilustración 3 Visión y Estrategia del Cuadro de Mando Integral



Fuente: GestioPolis: ¿Qué es el balance scorecard y para qué sirve?, Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/que-es-el-balanced-scorecard-y-para-que-sirve/>

El CMI está conformado por los siguientes criterios: financieros, clientes, procesos internos y aprendizajes. Entre los principales beneficios de esta herramienta se menciona algunos de ellos, tales como la flexibilidad que tiene para ajustarse al alcance de la misión y visión institucional, el desarrollo de la satisfacción y de la productividad del personal, el fortalecimiento y el mejoramiento de los procesos internos en los diferentes departamentos y con ello el crecimiento de la cartera de clientes. (PERALTA, 2019, pág. 6)

7.4.1 Financiero

En este aspecto se lleva un enfoque en base a los indicadores financieros, los cuales muestran la coexistencia de tres objetivos genéricos: incremento y diversificación

de ingresos, reducción de costes y/o mejora de la productividad y utilización de los activos y/o estrategias de inversión. Los objetivos financieros han centrado la atención del ápice estratégico, fundamentalmente del sector empresarial con énfasis en los ingresos, las utilidades y los costos asociados. El análisis económico-financiero pone a disposición del equipo directivo los instrumentos necesarios para comprobar continuamente el pulso de la empresa. Esto le permite, implementar programas correctivos tan pronto se presenten síntomas de problemas futuros. (VALDÉZ, 2015, pág. 3)

7.4.2 Cliente

Se enfoca a la parte más importante de una empresa: sus clientes. Se miden con ellos y las expectativas que tienen sobre los negocios. Persigue cubrir las necesidades de los compradores: precios, calidad del producto o servicio, tiempo, función, imagen y relación. Como indicadores de esta perspectiva se encuentran la satisfacción del cliente, las desviaciones en acuerdos de servicios, los reclamos resueltos del total de reclamos, la incorporación y la retención de clientes. (CHACÓN, 2017, pág. 4)

7.4.3 Procesos internos del Negocio

En esta perspectiva se identifica los procesos claves de la organización, en los cuales se debe trabajar para lograr que los productos o servicios se ajusten a las necesidades de los clientes, identificando los procesos orientados a cumplir la misión y estableciendo los objetivos específicos que garanticen esta satisfacción, en esta perspectiva se determina que aspectos son necesarios mejorar y cuales se deben mantener o potenciar, con el fin de lograr que los productos o servicios satisfagan las necesidades de los clientes. (RAMOS, 2015, pág. 5)

7.4.4 Aprendizaje y Crecimiento

Pretende adaptar los recursos humanos y materiales disponibles a las necesidades planteadas por las tres perspectivas restantes. Se refiere a tres categorías principales de variables: capacidades de los empleados; capacidades de los sistemas de información; y motivación, delegación de poder y coherencia de objetivos. Respecto a las capacidades de los empleados, se hace especial hincapié en su satisfacción (medida a través de encuestas que evalúen su grado de participación en las decisiones, si se sienten reconocidos en su trabajo, el acceso a información para desempeñar sus tareas, si se sienten apoyados por la dirección, etc.), su grado de retención y su productividad. (GUTIÉRREZ, 2015, pág. 3)

7.5 Para qué sirve un cuadro de mando integral

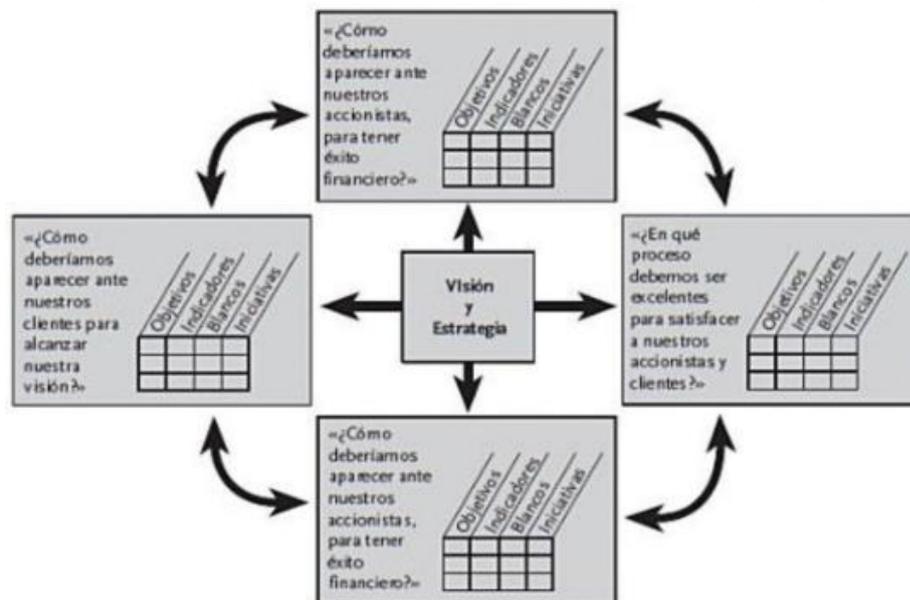
El proceso principal para la implantación de un cuadro de mando integral es la reflexión estratégica, el desarrollo de las perspectivas y la definición del mapa estratégico, Una vez establecidos los indicadores se pueden implementar en un sistema de Business Intelligence que facilite la captura de datos, su gestión, el análisis y la generación de informes, las herramientas de Business Intelligence están orientadas al usuario de negocio y proporcionan apoyo en la toma de decisiones a través del análisis de datos, los cuadros de mando y reporting. (PÁEZ, 2017, pág. 2)

7.6 Dónde y cómo se puede desarrollar un cuadro de mando integral

El uso y aplicación de un Cuadro de Mando Integral combinado con capacidades de planificación analítica de última generación es, no sólo posible, sino también aconsejable, para empresas medianas y pequeñas. Su efectividad no depende del tamaño de la compañía, por lo que, tanto las grandes organizaciones como las PYMES pueden aprovecharse de sus enormes beneficios. (ARCOS, 2017, pág. 2)

7.6.1 Desarrollo de un cuadro de mando integral

Ilustración 4 Uso del cuadro de mando integral cómo estrategia de gestión



Fuente: Google Book: Cuadro de mando Integral, Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=eboSAQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=balanced+scorecard&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiCr7bw9cXpAhWETd8KHcnOCw4Q6AEIKjAA#v=onepage&q=balanced%20scorecard&f=false>

Para empezar a construir un modelo de gestión basado en el cuadro de mando integral es importante analizar el entorno externo como interno de la empresa para verificar cómo ha evolucionado en los últimos años el sector siderúrgico y comercial a nivel nacional, con ellos se logra comprender como se encuentra la empresa frente

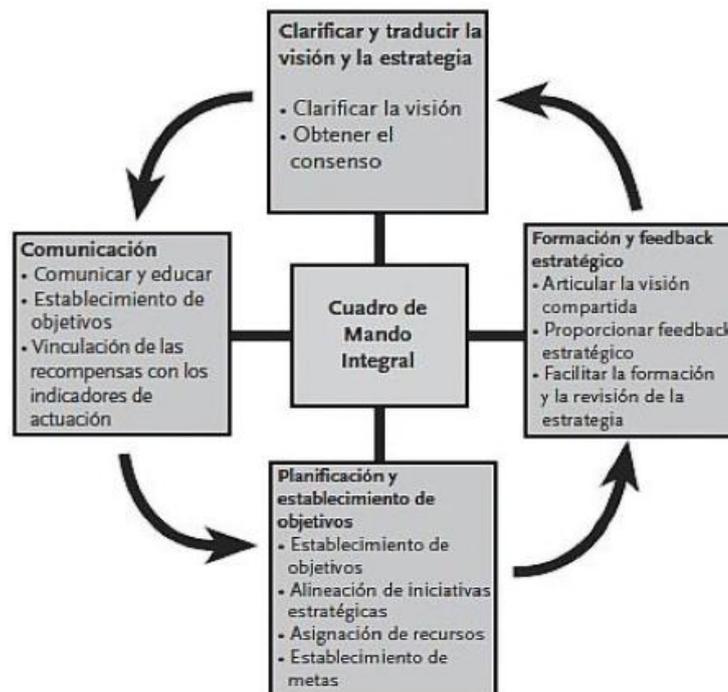
a la competencia, adicional es fundamental examinar la situación actual de la empresa, cómo está estructurada y los sistemas de control utilizados para evaluar el desempeño de la organización. (ZAMBRANO, 2015, pág. 18)

Según (KAPLAN, 2014, pág. 43) Las empresas innovadoras están utilizando el cuadro de mando como un sistema de gestión estratégica, para gestionar su estrategia a largo plazo, para ello están utilizando el enfoque de cuadro de mando para llevar a cabo procesos de gestión decisivos:

- Aclarar y traducir o transformar la visión y la estrategia.
- Comunicar y vincular los objetivos e indicadores estratégicos
- Planificar, establecer objetivos y alinear las iniciativas estratégicas.
- Aumentar el feedback y formación estratégica.

Una vez establecidos los objetivos de clientes y financieros, la organización identifica los objetivos y los indicadores para su proceso interno. Esta identificación representa una de las innovaciones y beneficios principales del enfoque del cuadro de mando integral. Los sistemas tradicionales de medición de actuación, incluso aquellos que utilizan muchos indicadores no financieros, se centran en la mejora del coste, calidad y tiempos de los ciclos de los procesos ya existentes.

Ilustración 5 Cuadro de mando integral cómo estructura o marco estratégico para la acción



Fuente: Google Book: Cuadro de mando Integral, Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=eboSAQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=balanced+scorecard&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiCr7bw9cXpAhWETd8KHcnOCw4Q6AEIKjAA#v=onepage&q=balance%20scorecard&f=false>

El cuadro de mando integral destaca aquellos procesos que son más decisivos e importantes para alcanzar una actuación realmente extraordinaria de cara a los clientes y accionistas. Es frecuente que esta identificación revele unos procesos internos completamente nuevos, en los que la organización debe ser excelente y, por lo tanto, sobresalir, a fin de que su estrategia tenga éxito. (KAPLAN, 2014, pág. 46)

7.7 Qué tipo de datos son necesarios para desarrollar un cuadro de mando integral

Toda empresa u organización al momento de realizar un proceso arroja datos que deben ser analizados siendo esta la forma de crear información relevante para el proceso donde pueda aplicar los conocimientos adquiridos durante el análisis de datos.

7.7.1 Datos

Son la mínima unidad semántica, se corresponde a elementos primarios de información que por sí solos son irrelevantes como apoyo a la toma de decisiones; también se puede ver como un conjunto discreto de valores que no dicen nada sobre el porqué de las cosas y no son orientados para la acción. Los datos pueden ser una colección de hechos almacenados en algún lugar físico como un papel, un dispositivo electrónico, o la mente de una persona. (HERNÁNDEZ, 2017, pág. 3)

7.7.2 Información

Se puede definir como un conjunto de datos procesados que tienen un propósito y que, por lo tanto, son de utilidad para quién debe tomar las decisiones al disminuir su incertidumbre. Por lo tanto, la información es la comunicación de conocimientos o inteligencia y es capaz de cambiar la forma en que el receptor percibe algo. (HERNÁNDEZ, 2017, pág. 4)

7.7.3 Conocimiento

Es una mezcla de experiencia, valores, información que sirve como marco para la incorporación de nuevas experiencias e información, además, es útil para la acción; se origina y aplica en la mente de los conocedores. En las organizaciones con frecuencia no solo se encuentra dentro de documentos o almacenes de datos, sino que también está en rutinas organizativas, procesos, prácticas y normas. (HERNÁNDEZ, 2017, pág. 4)

7.7.4 Indicadores

Los indicadores se diseñan según el propósito al que han de servir. Se pueden identificar dos estrategias diferentes: la estrategia de ventaja competitiva y la estrategia de la competencia. La de la ventaja competitiva considera los mercados,

los clientes y los competidores como elementos primarios de la producción de valor, mientras que la estrategia de la competencia se centra en las capacidades históricas generadas internamente, que tienen un horizonte a largo plazo. (JADEED, 2016, pág. 53)

7.7.4.1 Indicadores Financieros

Una vez que ya se ha definido la estrategia que adoptará la compañía concretando de qué modo se reforzarán las estrategias que se despliegan directamente bajo el paraguas de la perspectiva financiera los indicadores que se usen deberán medir el desempeño de las actividades y los procesos que, previamente establecidos, se hayan dispuesto a incrementar los beneficios, reducir los costes, aumentar la productividad, mejorar las relaciones con el cliente y optimizar los recursos ya disponibles en la compañía. (GARCÍA, 2017, pág. 2)

7.7.4.2 Indicadores de procesos

Según (PÉREZ, 2015, pág. 18) Los indicadores de gestión de procesos son expresiones cuantitativas de las variables que intervienen en un proceso y cualitativas de los atributos de los resultados de este que permiten analizar el desarrollo de la gestión y el cumplimiento de las metas respecto al objetivo trazado por la organización. Se aplican a las funciones operativas de la organización, se relacionan con el cumplimiento de su misión y objetivos sociales. Estos indicadores sirven para establecer el cumplimiento de las etapas o fases en cuanto a:

- Extensión de las etapas de los procesos de administración.
- Extensión de las etapas de planeación.
- Agilidad en la prestación de servicios o generación de productos que indica la celeridad en el ciclo administrativo.
- Aplicaciones tecnológicas y sus comparaciones evolutivas.

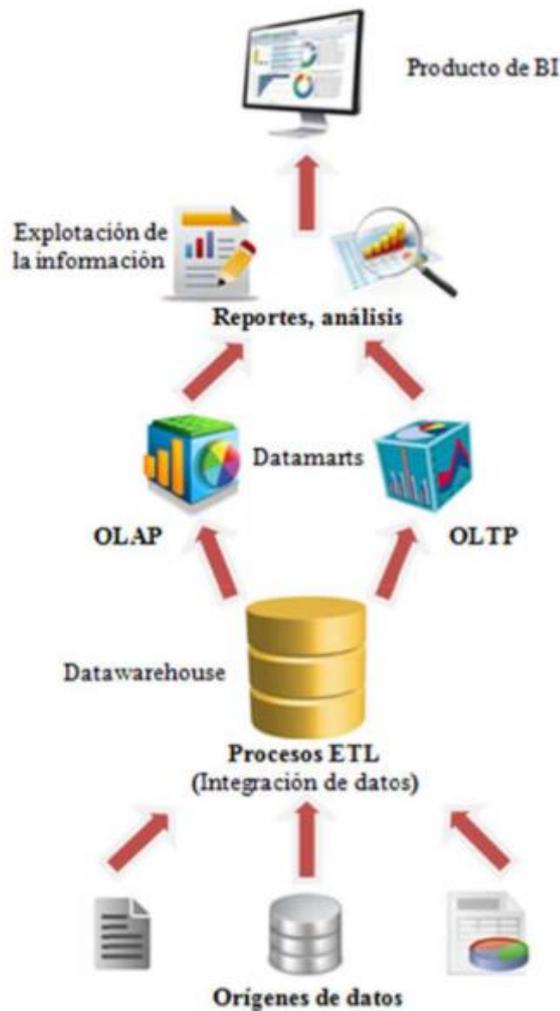
7.8 Con qué herramientas se puede diseñar un cuadro de mando integral

La plataforma tecnológica permite gestionar los diferentes cuadros de mando de las organizaciones en sus diferentes niveles, por lo que apoya el despliegue de la estrategia en las unidades de negocios, las posibilidades de interrelación del cuadro de mando con elementos de gestión de las iniciativas, indicadores y objetivos de la organización, hacen una ayuda indispensable para trabajar de forma optimizada y automatizada en la estrategia de una organización. (ESPINEL, 2015, pág. 4)

7.8.1 Business Intelligence

Es la habilidad para transformar los datos en información y la información en conocimiento, de forma que se pueda optimizar el proceso de toma de decisiones en los negocios, también se puede definir como el conjunto de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar y transformar datos de los sistemas transaccionales e información interna y externa desestructurada de la empresa en información estructurada para su explotación directa o para su análisis y conversión en conocimiento, dando así soporte a la toma de decisiones sobre el negocio. (HERNÁNDEZ, 2017, pág. 6)

Ilustración 6 Arquitectura de una aplicación de Inteligencia de negocios (BI)



Fuente: Revista TÍA: Arquitectura de Cuadro de mando Integral, Disponible en: <http://revistas.udistrial.edu.co/index.php/tia/article/view/8766/pdf>

El BI se apoya en un conjunto de herramientas que facilitan la extracción, la depuración, el análisis y el almacenamiento de los datos generados en una

organización, con la velocidad adecuada para generar conocimiento y apoyar la toma de decisiones de los directivos y los usuarios oportunos. (HERNÁNDEZ, 2017, pág. 7)

7.8.2 Microsoft Excel

Es un software que brinda soporte digital a las labores contables, financieras, organizativas, y de programación mediante hojas de cálculo a partir de una matriz virtualmente infinita de filas y columnas en las que puede introducirse y personalizar datos, entre su oferta de capacidades está la gestión de tablas, formatos y fórmulas matemáticas, así como funciones pre programadas como lo son los macros y fórmulas automáticas que permiten también su empleo con fines de algoritmos y programación con su correspondiente conversión a gráficos de diversa naturaleza. (RAFFINO, 2018, pág. 2)

7.8.3 Microsoft Power BI

Este es uno de los programas con tecnología Business Intelligence más robustos en el mercado, esta herramienta tiene la capacidad buscar fácilmente, transformar y tener acceso a datos dentro y fuera de la organización, desde cualquier lugar y en casi cualquier dispositivo. Además, se complementa muy bien con Microsoft Excel lo cual lo hace ideal para analizar e interactuar visualizando una cantidad masiva de datos a través de lenguaje natural y peticiones del tipo pregunta-respuesta de forma autónoma. (SOFTENG, 2016, pág. 1)

7.9 Porqué es factible implementar un cuadro de mando integral en una empresa

El sistema de medición de una organización afecta muchísimo al comportamiento de la gente, tanto del interior como del exterior de la organización. Si las empresas han de sobrevivir y prosperar en la competencia de la era de la información, han de utilizar sistemas de medición y gestión derivados de sus estrategias y capacidades. Desgraciadamente, muchas organizaciones adoptan estrategias con respecto a las relaciones con los clientes, las competencias centrales y las capacidades organizativas, mientras motivan y miden la actuación solo con indicadores financieros. El cuadro de mando integral conserva la medición financiera como un resumen crítico de la actuación gerencial, pero realiza un conjunto de mediciones más generales e integradas, que vinculan al cliente actual, los procesos internos los empleados y la actuación de los sistemas con el éxito financiero a largo plazo. (KAPLAN, 2014, pág. 50)

8. HIPÓTESIS

¿Qué indicadores a partir del proceso servirán para la optimización del rendimiento del proceso productivo mediante el diseño del cuadro de mando integral?

8.1 Variable Independiente

Optimización del rendimiento del proceso.

8.2 Variable Dependiente

Indicadores del proceso.

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Tipo de Investigación

En la presente investigación se utilizó lo siguiente:

9.1.1 Investigación Descriptiva

La investigación descriptiva permitió determinar la situación actual acerca del rendimiento del proceso, por medio de datos y antecedentes emitidos por la empresa, que permitieron encontrar las falencias por las que atraviesa el área de la empresa, en el lento procesamiento de datos lo cual reduce el tiempo de respuesta ante un posible problema en el proceso. El presente proyecto busca mejorar el rendimiento del área mediante un cuadro de mando integral que permita el fácil acceso al personal a cargo para una mejor toma de decisiones.

9.2 Método de investigación

9.2.1 Método Cuantitativo

Este método es utilizado al trabajar con históricos de los datos que se obtienen en el proceso de la planta de fundición de Cedal S.A. de esta manera se puede determinar los indicadores con mayor influencia durante la producción de lingotes de aluminio, siendo esta la herramienta principal para analizar las causas y efectos que existen en el proceso para brindarles una alternativa de solución mediante un cuadro de mando integral, el cual implica la mejor fluidez de datos para tener una respuesta rápida ante un problema.

9.3 Técnicas de Investigación

9.3.1 Técnica Bibliográfica

En esta técnica se reúne y selecciona la información de fuentes verificadas como lo son libros, revistas, artículos científicos, repositorios digitales y periódicos. La búsqueda de información empieza tomando en cuenta textos similares al tema que se va a realizar, siendo estos documentos la guía para una mejor contextualización y visión de lo necesario para el tema.

9.3.2 Técnica de Fichaje

El fichaje es una técnica utilizada especialmente por los investigadores, en donde se forman fichas que toman en cuenta los datos más importantes de un tema en base a varios textos bibliográficos, con el fin de reducir el tiempo de búsqueda al tener la información de forma resumida, claro está que todo dato que conste en dicha ficha tiene su ruta de búsqueda para poder ampliar la investigación si el investigador lo requiere. Mediante esta técnica se podrá registrar los datos de producción mediante fichas de chequeo que actualizarán continuamente el cuadro de mando integral.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1 Situación actual de la empresa

Es normal buscar la mejora continua en una empresa, y para ello primero se debe tener en cuenta que se debe mejorar y cuál es la forma más idónea para hacerlo, es por esta razón que se debe analizar la situación actual que se tiene en la organización y lo que puede llegar a realizar con una mejora en el proceso, determinando de esta manera si la mejora por medio de una técnica de optimización en el proceso será beneficiosa o no.

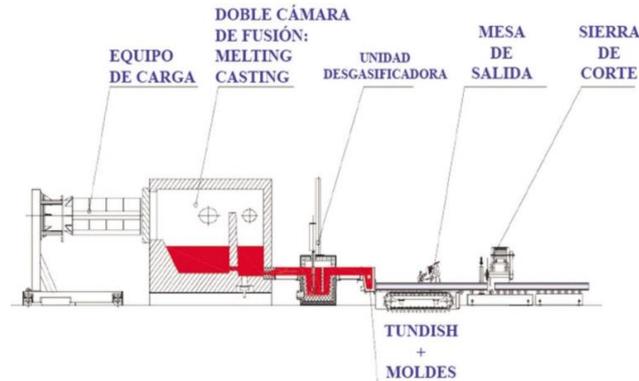
Al analizar la situación actual de la empresa se logra diferenciar los indicadores de producción con los que se controla el proceso y esto también se puede observar en sus costos de producción, se conoce que la empresa ha tenido costos de producción elevados, lo cual va acorde al porcentaje de consumo materia prima, chatarra, rechazo, escoria, entre otras que afectan directamente al proceso.

En la planta de CEDAL Latacunga, se inicia el proceso en el área de fundición la cual cuenta con varios subprocesos que deben ser analizados como lo es: la fusión de materiales para la formación de lingotes, el homogeneizado de lingotes, el control de calidad, y finalmente los lingotes llegan al área de trabajo conocido como sierra loma en donde se corta los lingotes según sea la orden de corte, se procede a realizar atados de 10 billets los cuales se almacenan y se transfieren luego a otra área o serán seleccionados y atados en grupos de 5 lingotes para ser enviados a la planta en Durán la cual no cuenta con un área de fundición.

10.1.1 Fusión de materiales para la formación de lingotes.

La fusión continua de materiales de forma horizontal es aplicable para convertir chatarra de aluminio en billets o lingotes de aleación según sea requerido.

Ilustración 7 Partes del proceso de colada continua



Fuente: Scielo en la Revista científica y Tecnológica Ingenius, Disponible en http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-860X2017000200042

El proceso inicia ubicando materia prima, chatarra, silicio, magnesio, en el equipo de carga para ser colocados en la cámara de fusión, todo este material se transforma a su estado líquido y a través de un canal pasa por la unidad desgasificadora donde se añade tior, la colada se encamina por el canal Tundish, hasta llegar a los moldes los cuales darán la forma al lingote, estos moldes están conectados a mangueras de agua y aceite para que toda la colada de estado líquido que sigue su curso por el molde se enfríe dando forma al lingote y continúen su proceso por la mesa de salida hasta llegar a la sierra de corte la cual se configura para cortar según la longitud que sea requiera, al finalizar el lingote estos son marcados por lotes para poder distinguirlos.

Ilustración 8 Sierra de Corte



Fuente: CEDAL (2020)

Los lingotes que ya están cortados son ubicados en un área determinada hasta completar la cantidad necesaria con la cual se pueda llevar a cabo el proceso de homogeneizado.

10.1.2 Homogeneizado de lingotes

El proceso de homogeneizado es un proceso térmico con la finalidad de eliminar tensiones propias del producto fundido.

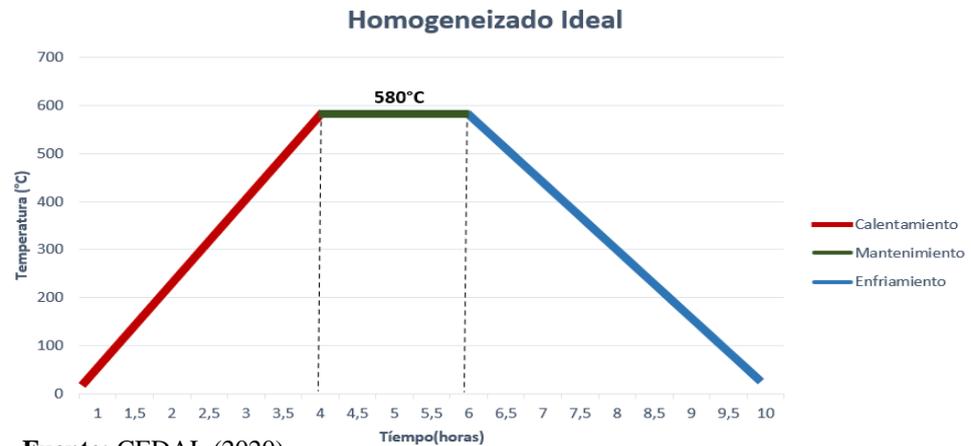
Ilustración 9 Separación de lingotes por platinas



Fuente: CEDAL (2020)

En la planta este proceso inicia con el traslado de lingotes al coche que va a ingresar al horno de homogeneizado, en esta parte son ordenados y separados de forma horizontal por pequeñas platinas de 14cm cada una, cuya finalidad es separar un lingote de otro para una mejor fluidez de aire caliente en total se montan 7 filas y 8 columnas de lingotes igualmente separadas por una base de hierro dando un total de 56 lingotes a ingresar al horno.

Ilustración 10 Diagrama de homogeneizado de temperatura de masa ideal.



Desde este punto cabe mencionar que en este proceso se maneja dos aspectos en relación a la temperatura las cuales son de aire y masa, es de aire cuando se refiere a la temperatura del horno y es de masa refiriéndose a la temperatura de los lingotes dentro del horno, dicho esto los lingotes ingresan al horno ya precalentado para iniciar con su proceso de homogeneizado en total el proceso tiene una duración de 10 horas y empieza por un proceso de calentamiento que dura 4 horas hasta que la temperatura de masa logre alcanzar los 580°C, seguidamente se debe mantener esta

temperatura por 2 horas aquí se pueda dar una tolerancia de $\pm 20^{\circ}\text{C}$, luego de ello se pasa por una etapa de enfriamiento que dura 4 horas en esta parte los lingotes salen del horno y son enfriados por ventiladores que se colocan alrededor del coche.

El control de masa de este proceso es llevado a través de termocuplas tipo K conectados directamente a un lingote que ingresa en la carga del coche.

10.1.3 Control de calidad

El área de calidad lleva un seguimiento en el antes y después de que los lingotes sean homogeneizados con la finalidad de conocer el proceso que va llevando la carga de lingotes en el coche y si este no cumple con el requerimiento será rechazado para que estos vuelvan a ser procesados, si estos cumplen con los requerimientos pasan a ser distribuidos a la siguiente estación de trabajo que se denomina como Sierra Loma o a su vez se determina una cierta cantidad de lingotes que serán trasladados a la planta en Durán.

10.1.4 Corte Sierra Loma

Esta es la última parte del proceso de fundición, y es donde llegan los lingotes que serán cortados acorde al pedido realizado por el área de extrusión para que el proceso continúe.

Toda la empresa se maneja a través de un software ERP, en el cual se registra todos los movimientos de entradas, salidas y costos en la planta ya sea tanto en Latacunga, Durán o Quito, se realiza los pedidos a otras áreas del material que se necesita o a su vez entregar un pedido, este software es una gran forma de llevar un control general de la empresa.

10.1.5 Indicadores productivos con más relevancia

Una vez realizada una breve explicación del proceso en el área de Fundición, se debe determinar los indicadores de producción con los que se manejan, y para ello se debe tomar en cuenta las partes donde se debe tener más cuidado en el proceso, los cuales son en la fusión de materiales en la cual se crean los lingotes que es la parte vital del proceso de fundición, por otro lado se encuentra el proceso de homogeneizado debido que se debe llevar un control adecuado de la temperatura caso contrario los lingotes tendrán grietas, o se sobrecalentaran y saldrán torcidos.

En el área de fundición se lleva control de los indicadores de producción que se refieren a Calidad, Aprovechamiento, Recobrado, porcentaje de rechazo, porcentaje de variación de costos.

10.1.5.1 Aprovechamiento

Dando apertura al aprovechamiento se conoce como todo insumo o material que es usado en el proceso, en esta parte consta lo que es la materia prima, como lo es el aluminio primario, silicio, magnesio, tabor, chatarra negra o blanca, que ingresan al horno para su proceso de fusión de materiales. Estos elementos son diariamente inventariados.

Tabla 5 Consumo de Materiales de Fundición

AÑO	Consumo aluminio primario(tn)	Consumo silicio(tn)	Consumo magnesio(tn)	Consumo Tibor(tn)	Consumo chatarra(tn)
2017	4378	20	31	14	12.753
2018	4541	20	28	13	11.808
2019	4051	15	26	14	10.399
Prom. Anual	4323	18	28	14	11.593
Prom. Mensual	360	2	2	1	966

Elaborado por: Stalin Elizalde (2020)

En la tabla N°5, se muestra los datos obtenidos del consumo de producción en base a los insumos que ingresan al horno realizados en los últimos 3 años.

10.1.5.2 Calidad

Cuando se habla de calidad se refiere a todo aspecto que compone el producto es por ello, que en este indicador se va a analizar los aspectos químicos(espectrometría), temperatura.

10.1.5.2.1 Análisis espectrométrico

Este análisis inicia tomando una muestra de la colada que pasa por el canal Tundish, y es llevada al torno para ser refrentado hasta que quede completamente lisa, de ahí es trasladada a un espectrómetro debidamente calibrado con la probeta patrón la cual tiene ya la medida exacta que debe tener una muestra ideal una vez calibrado se procede a chispear la muestra, la función del espectrómetro es analizar a través de una chispa todos los elementos que componen la muestra entre ellas se puede encontrar Fe, Al, Cu, Mg, Ni, Ti, entre otros, que forman las diferentes aleaciones, este proceso se lo realiza en un

tiempo predeterminado al ser un proceso continuo se debe tener un constante análisis de los cambios que pueden darse en la colada de aluminio.

Ilustración 11 Probeta patrón usada para calibrar el espectrómetro



Fuente: CEDAL (2020)

Este análisis tiene 2 partes, inicia con el análisis de probetas directamente de la colada, y la siguiente fase es el análisis de probetas cortadas del billet ya fundido que se encuentra sin homogeneizar, en este aspecto la probeta o también denominada mortadela es limpiada para quitar impurezas que puedan ser detectadas por el espectrómetro e igualmente con el espectrómetro calibrado se procede a chispear la mortadela tres veces para ver los datos que se reflejan dentro de un software y ver si se encuentra dentro del rango establecido, caso contrario se rechaza el material para que sea reprocesado, y a su vez se ordena corrige la composición de la colada para que no continúen saliendo más lingotes con estas características.

Ilustración 12 Visualización de datos a través del software del espectrómetro.

	Al %	Si %	Pb %	Cu %	Mn %	Mg %	Zn %	Cr %	Ni %	Ti %
Ave	98,7	0,496	0,189	0,013	0,010	0,508	0,009	0,006	0,004	0,012
1	98,7	0,486	0,191	0,013	0,010	0,505	0,008	0,006	0,004	0,013
2	98,7	0,504	0,188	0,013	0,010	0,511	0,009	0,006	0,004	0,011
3	98,7	0,499	0,187	0,013	0,010	0,507	0,009	0,006	0,004	0,012

Fuente: CEDAL (2020)

Como ya se mencionó los datos que se visualizan en el software como se muestra en la ilustración 12 deben estar dentro de un rango preestablecido, en el cual se toma en cuenta el nivel de aluminio, silicio y magnesio que son los componentes que más influyen en el billet.

Tabla 6 Rango de Hierro, Silicio y Magnesio

COMPONENTE	LÍMITE INFERIOR(LI)	LÍMITE SUPERIOR(LS)
Hierro	0.15	0.20
Silicio	0.42	0.46
Magnesio	0.48	0.50

Fuente: CEDAL (2020)

10.1.5.2.2 Análisis de temperatura

El análisis de temperatura se realiza semanalmente, la temperatura para los billets al momento de ser homogeneizados se divide en dos partes: aire y masa.

10.1.5.2.2.1 Temperatura de aire

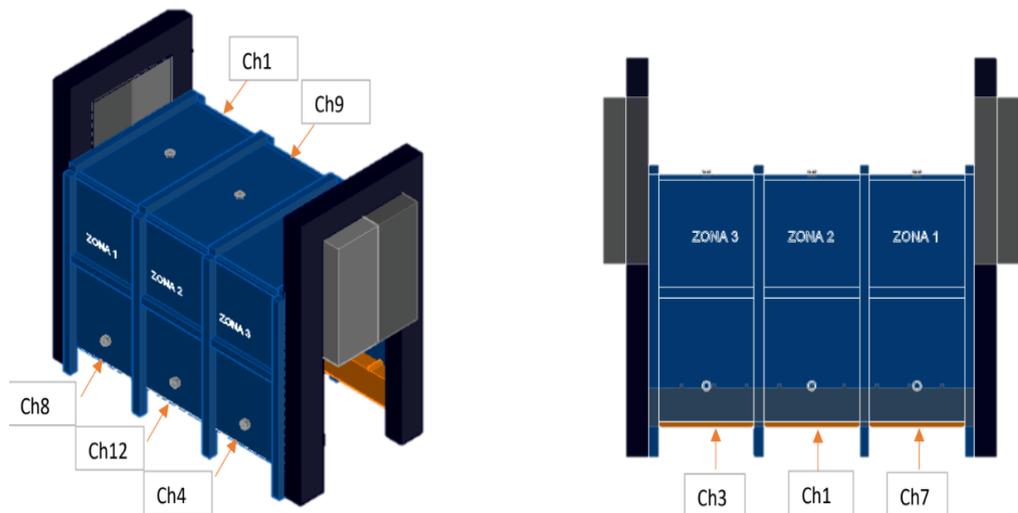
Tabla 7 Resumen ubicación termocuplas.

RESUMEN UBICACIÓN TERMOCUPLAS			
ZONAS	TERMOCUPLAS DE AIRE		
	LADO IZQUIERDO	LADO DERECHO	SUPERIOR
1	CH8	CH7	CH1
2	CH12	CH11	CH9
3	CH4	CH3	CH5

Fuente: CEDAL (2020)

Describiendo la tabla 7 al hablar de temperatura de aire hace referencia a la temperatura interna del horno que está conformado por tres zonas, cada zona cuenta con 3 termocuplas de aire tipo K, estas se encuentran ubicadas una a cada lado y una en la parte superior, teniendo un total de 9 termocuplas de aire.

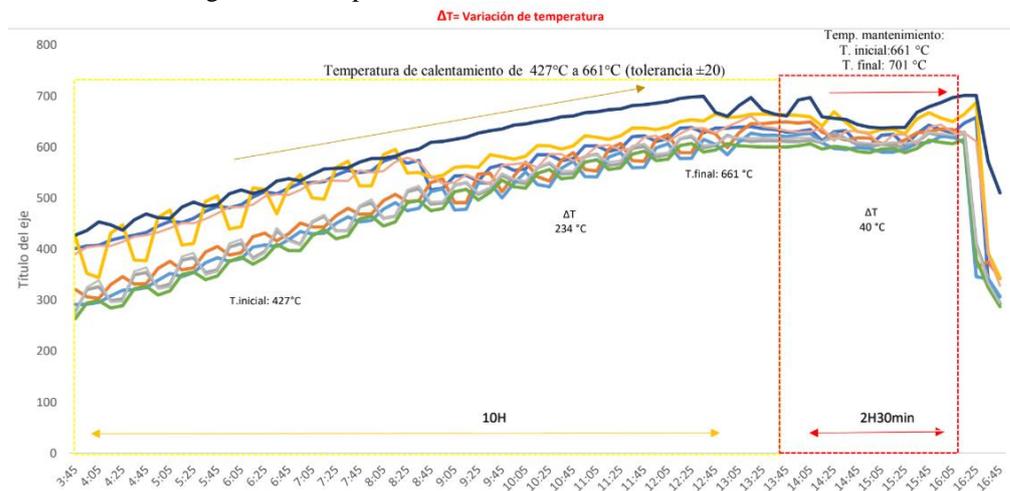
Ilustración 13 Ubicación de termocuplas según las zonas del horno de homogeneizado.



Fuente: CEDAL (2020)

El proceso de homogeneizado respecto a la temperatura de aire es muy similar a la temperatura de masa, aquí se inicia desde cero calentando el horno para que los lingotes luego de un tiempo puedan ingresar y empezar con el proceso, hasta que la temperatura de masa alcance los 580°C la temperatura de aire seguirá en aumento y luego se procede a mantener esa temperatura para que la temperatura de masa igual se mantenga, una forma de hacerlo es apagar los quemadores del horno e irlos encendiendo si la temperatura empieza a bajar muy rápido, para ello se lleva un control, donde se muestra las curvas de temperatura dentro del horno.

Ilustración 14 Diagrama de temperatura de aire.

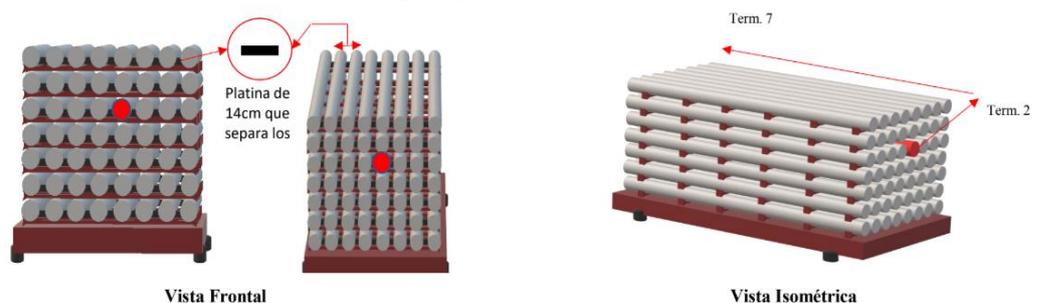


Fuente: CEDAL (2020)

10.1.5.2.2.2 Temperatura de masa

La toma de temperatura de masa se procede a realizar cargando el coche con 8 billets por fila separados por una platina de 14 cm de longitud que ayudarán ajustar los billets a una cierta distancia para que exista un mejor flujo de calor al momento de ingresar al horno.

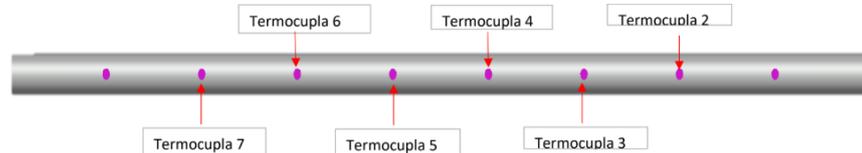
Ilustración 15 Ubicación de billet para prueba de temperatura.



Fuente: CEDAL (2020)

Como se muestra en la ilustración 15 para la prueba de temperatura se coloca un billet en la quinta fila y cuarta columna contando de derecha a izquierda, en cual se conecta 6 termocuplas tipo K

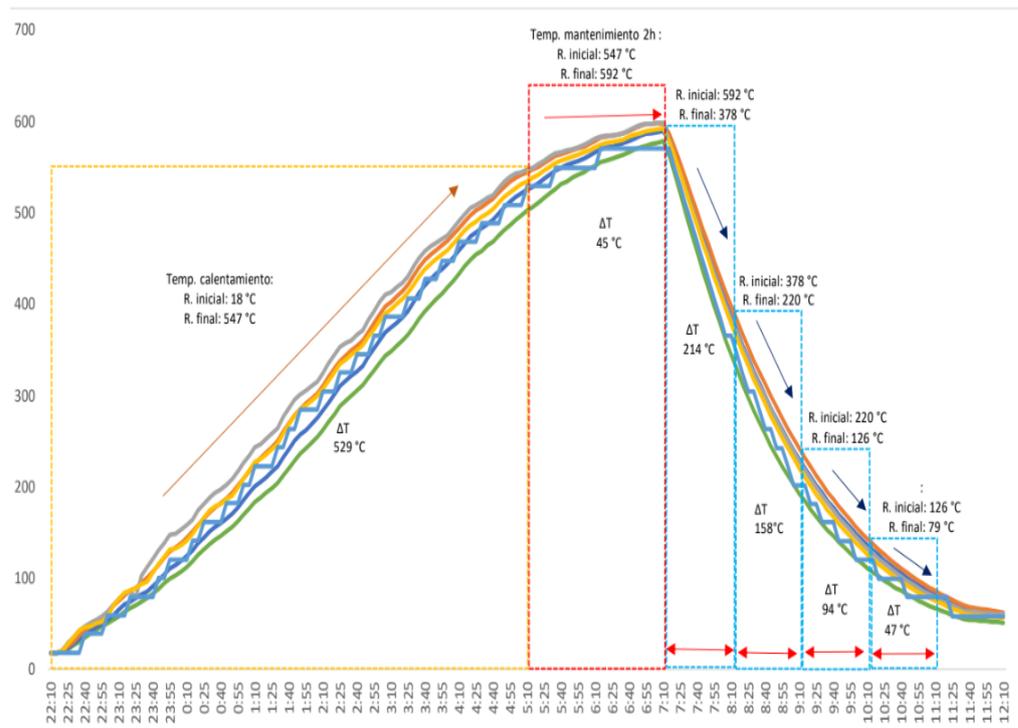
Ilustración 16 Ubicación termocuplas en el billet de prueba



Fuente: CEDAL (2020)

A través de estas termocuplas de igual manera se puede ir controlando por medio de su respectiva curva de temperatura, la cual debe asemejarse al diagrama de homogeneizado ideal mostrado en la ilustración 10.

Ilustración 17 Diagrama de temperatura de masa



Fuente: CEDAL (2020)

10.1.5.3 Recobrado

Cómo ya se conoce el recobrado hace referencia al reproceso de los desechos de aluminio, por ende, se ha tomado en cuenta le generación de escoria y viruta que se generan en el proceso, que vuelven a ser parte del proceso, pero ya en un diferente lote de producción.

Tabla 8 Reporte anual de escoria y viruta.

AÑO	Generación de escoria(tn)	Generación de viruta(tn)
2017	576	79
2018	604	70
2019	608	72
Prom. Anual	596	74
Prom. Mensual	50	6

Fuente: CEDAL (2020)

10.1.5.4 Porcentaje de Rechazo

En este aspecto se toma en cuenta los rechazos que existen por parte del área de Calidad y a su vez por los análisis realizados por los especialistas del área de fundición, es por ello que los rechazos se dividen en 2 partes las cuales son: Rechazos sin Homogeneizar y Rechazos Homogeneizados.

Tabla 9 Porcentaje de rechazo.

% Rechazo sin Homogeneizar		% Rechazo Homogeneizado	
Consumo	1.113.321	Consumo	1.113.321
Rechazo sin H.	48.103	Rechazo H.	16.364
% de rechazo	5%	% de rechazo	2%
TOTAL		7%	

Fuente: CEDAL (2020)

10.1.5.5 Porcentaje de variación de costos OF

En el porcentaje de variación de costos OF, se toma en cuenta el tiempo, costo de mano de obra, costo de máquina, y la variación que existe en base a la chatarra. Actualmente se tiene un porcentaje de -2,36 % de variación de costos OF, este cálculo se lo hace con datos diarios y usa la siguiente fórmula.

Ecuación 1 Variación de Costos

$$\% \text{variación costos OF} = \frac{(\sum \text{Costos} * \text{Variación chatarra})}{\sum \text{Variación chatarra}} * 100$$

Fuente: (Castro, 2013)

$$\% \text{variación costos OF} = \frac{-55.851,13}{2.330.510,95} * 100$$

$$\% \text{variación costos OF} = -2.36\%$$

10.2 Destino estratégico

Un cuadro de mando de integral toma en cuenta 4 aspectos fundamentales las cuales son la parte Financiera, Cliente, Procesos internos, Aprendizaje y Conocimiento. Para poder relacionarlos se debe hacer un plan estratégico y de esta forma direccionar el proceso hacia una meta fija.

10.2.1 Análisis FODA

Una vez establecida la situación actual de la empresa, se procede a tomar en cuenta los puntos fuertes y débiles del control computarizado del área de Fundición, al igual que se toma en cuenta la coordinación entre la parte administrativa y operativa de fundición.

Tabla 10 Análisis FODA del área de Fundición

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Cultura Organizacional. • Puestos de trabajo bien definidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a extracción de datos durante el proceso.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología poco actualizada. • Distintos formatos para registro de los indicadores del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mala toma de decisiones por retraso de información. • Aumento de rechazo en la producción de lingotes y su homogeneizado.

Fuente: Autor

10.2.2 Planteamiento de objetivos estratégicos y operativos del cuadro de mando integral

Ya determinado el análisis FODA, se procede a plantear objetivos que serán la guía para un plan estratégico, para ello se debe establecer objetivos estratégicos los cuales tendrán como punto principal reforzar las debilidades de la empresa, igualmente de esta forma se debe plantear objetivos operativos los cuales son los que ayudarán a que el objetivo estratégico sea llevado a cabo.

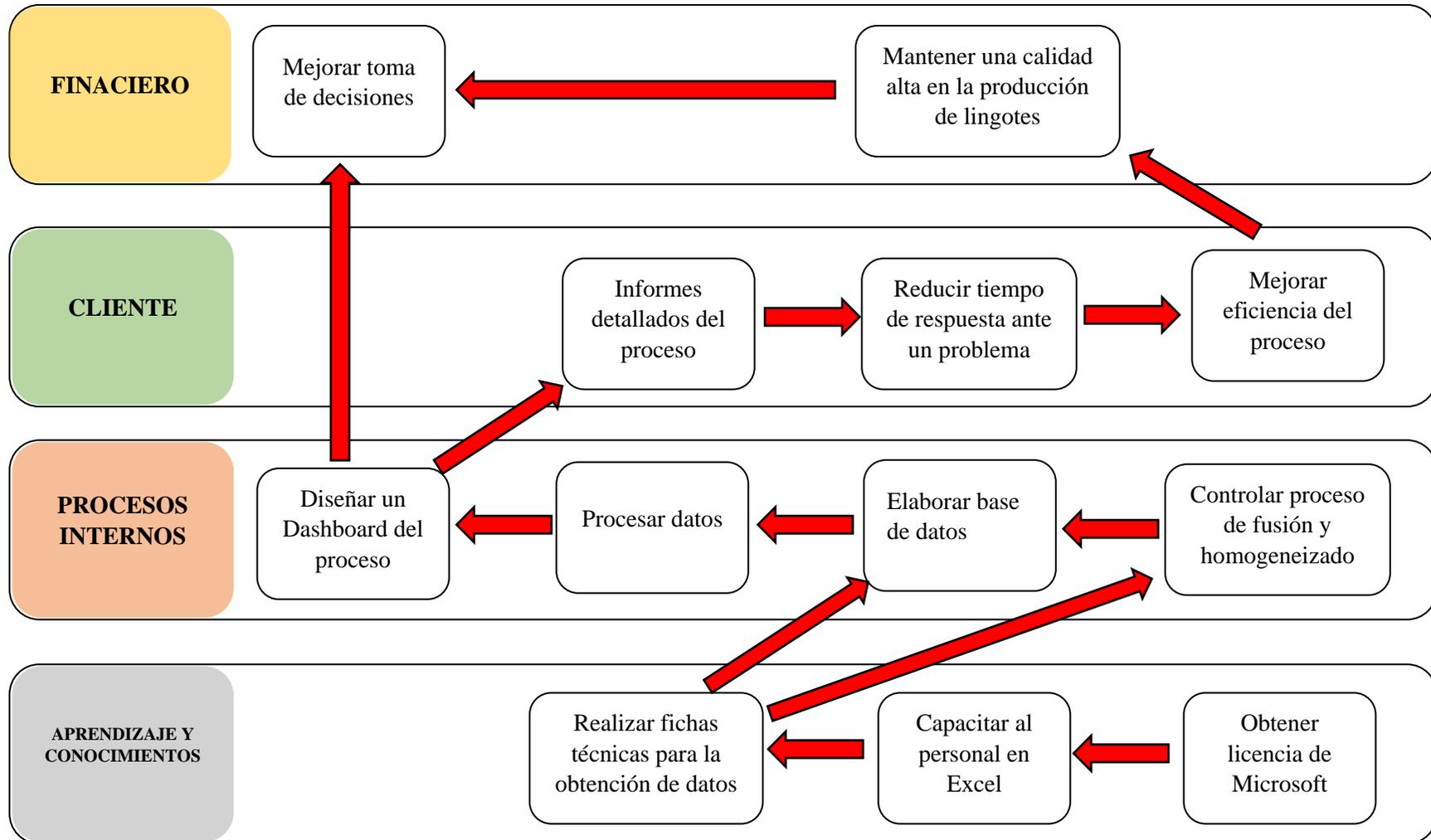
Tabla 11 Objetivos estratégicos y operativos del Cuadro de Mando Integral

OBJETIVOS	Financiero	Cliente	Procesos internos	Aprendizaje y conocimiento
ESTRATÉGICOS	Mejorar la toma de decisiones.	Aumentar la eficiencia del proceso	Optimizar la visualización de los datos del proceso de fusión y homogeneizado.	Capacitar al personal sobre la nueva base de datos.
OPERATIVOS	Mantener un alto índice de calidad.	Reducir tiempo de respuesta ante problema.	Controlar el proceso mediante fichas técnicas.	Controlar la eficiencia de los trabajadores.

Fuente: Autor

10.3 Plan de acción en base al destino estratégico

Ilustración 18 Mapa estratégico Causa-Efecto del Cuadro de Mando Integral



Fuente: Autor

Cómo se puede observar en la ilustración 18 se tiene un diagrama causa-efecto del cuadro de mando integral donde a su vez se muestra las actividades a realizar para la realización del diseño del cuadro de mando integral haciendo referencia a sus 4 enfoques principales, los cuales se leen de abajo hacia arriba, pero al momento de ser descritos se lo realiza de arriba hacia abajo, obteniendo de esta forma una secuencia por la que se explica a donde se quiere llegar, lo cual en este caso es la mejor toma de decisiones, mejorando los dos indicadores de producción más importantes que son: Fusión de materiales (datos de espectrometría) y homogeneizado(datos de temperatura: masa y aire).

10.4 Elaboración de base de datos en Excel

Para la elaboración de una base de datos se ha recopilado la información de todos los indicadores que han sido facilitados por la empresa estos datos pertenecen al mes de marzo del 2019.

Ilustración 19 Diseño general de base de datos

CORPORACIÓN ECUATORIANA DE ALUMINIO CEDAL S.A. ÁREA DE FUNDICIÓN										BASE DE DATOS DE LOS INDICADORES PRODUCTIVOS DE FUNDICIÓN			
										Balance de Masa	Número de cortes	Movimientos	ESPECTROMETRÍA
Mes	Día	Fecha	Turno	Hora	Supervisor	Especialista	Operador	N° Informe	S. Final	Fin	Diferencia Pt	Observación	
mar	viernes	1/3/2019	1	23:00	J.C.G	KC	JB	FU1001913	20.194	42.660	-		
mar	viernes	1/3/2019	1	0:00	J.C.G	KC	JB	FU1001913	19.098	42.661	-	Alto Fe-Si-Mg	
mar	viernes	1/3/2019	1	1:00	J.C.G	KC	JB	FU1001913	20.863	42.662	-		
mar	viernes	1/3/2019	1	2:00	J.C.G	KC	JB	FU1001913	21.509	42.663	-		
mar	viernes	1/3/2019	1	3:00	J.C.G	KC	JB	FU1001913	21.102	42.665	-		
mar	viernes	1/3/2019	1	4:00	J.C.G	KC	JB	FU1001913	20.991	42.666	-		
mar	viernes	1/3/2019	1	5:00	J.C.G	KC	JB	FU1001913	19.373	42.667	-		
mar	viernes	1/3/2019	1	6:00	J.C.G	KC	JB	FU1001913	18.369	42.669	-		
mar	viernes	1/3/2019	2	7:00	X	ICH	CHM	FU2001979	18.283	42.671	-		
mar	viernes	1/3/2019	2	8:00	X	ICH	CHM	FU2001979	18.845	42.672	-		

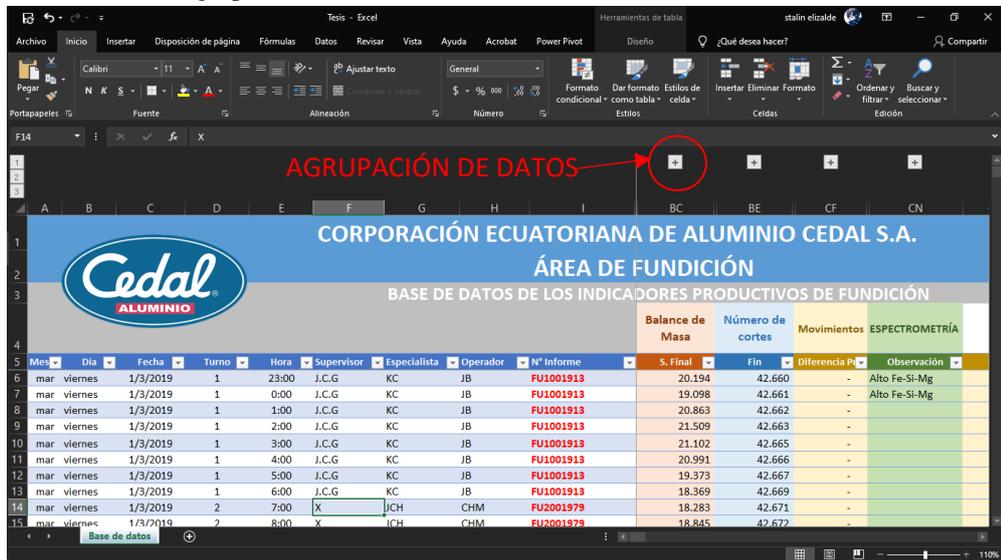
Fuente: Autor

En la ilustración 19. Se visualiza la base de datos general, en esta base de datos se encuentran todos los datos de los indicadores del proceso, esta base de datos está organizada en un mismo formato mediante una tabla que la vuelve automática por medio de fórmulas, lo que facilita el proceso de actualización de la base de datos y la exportación de datos a ser procesados para poder ser visualizados de forma resumida en un Dashboard.

La cantidad de datos en la base de datos es extensa, es por ello que se determinó la agrupación de los indicadores del proceso y a su vez asignarles un color distintivo con la finalidad de diferenciar a que indicador pertenece, Microsoft Excel al momento de

agrupar los datos muestra un pequeño cuadro con un signo más (+) como se muestra en la ilustración 20, donde se debe dar clic para abrir el grupo de datos y de esta misma forma se lo debe hacer para reagruparlos nuevamente.

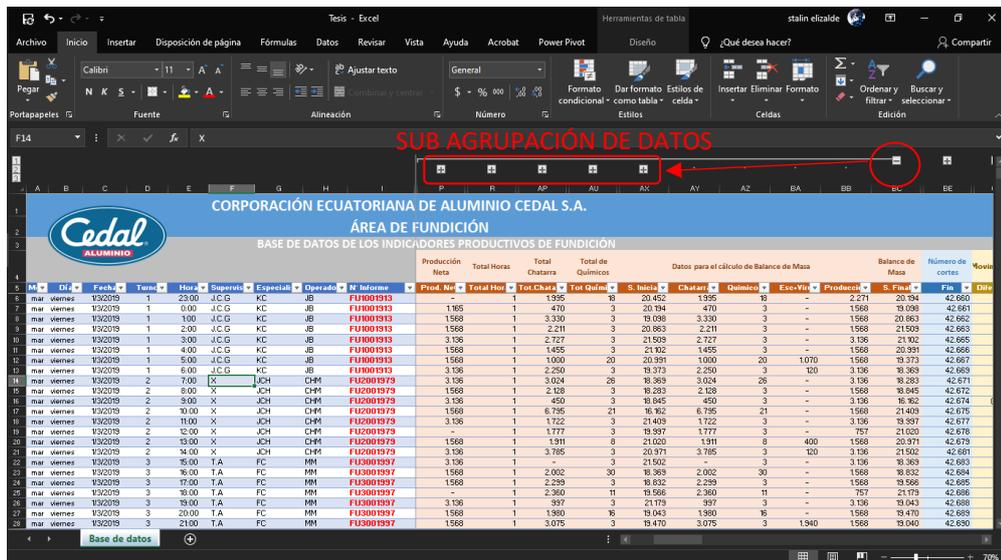
Ilustración 20 Agrupación de datos



Fuente: Autor

Existen sub agrupaciones dentro de la base de datos como se indica en la ilustración 21. Estos como están dentro de un grupo que pertenece a un mismo indicador seguirá con el mismo color del grupo.

Ilustración 21 Orden y Subgrupos en la base de datos



Fuente: Autor

En esta base de datos se puede encontrar la información por horas, pero también se debe tener en cuenta los 3 turnos que existen y lo que se logra en el transcurso del día.

En la ilustración 22. Se muestra en la base de datos información por día y por turno, los cuales simplemente la recopilación de los datos que han sido obtenidos por horas,

y a su vez el aumento de datos que se actualizan por medio de los supervisores a cargo en su respectivo turno, y estos datos se suman de igual forma para ser convertidos a datos diarios.

Ilustración 22 Datos por turno y por día

Mes	Día	Fecha	Turno	Hora	Supervisor	Especialista	Operador	N° Informe	MARCADO TEÓRICO	Diferencia	Observación	Costo estimado mano de obra	Costo real mano de obra	Costo estimado máquina	Costo real máquina	Valor
mar	viernes	1/3/2019	1	0:00	J.C.G	KC	JB	FU1001913	-	-	-	106,35	106,35	301,45	301,45	2.269,41
mar	viernes	1/3/2019	2	9:00	X	JCH	CHM	FU2001979	352.058	(21.740)	-	106,35	106,35	301,45	301,45	652,48
mar	viernes	1/3/2019	3	16:00	T.A	FC	MM	FU3001997	-	-	-	106,35	106,35	301,45	301,45	314,01
mar	sábado	2/3/2019	1	0:00	J.C.G	KC	JB	FU1001914	-	-	-	106,35	106,35	301,45	301,45	489,36
mar	sábado	2/3/2019	2	9:00	X	FC	CHM	FU2001980	338.975	(8.659)	-	106,35	106,35	301,45	301,45	489,36
mar	sábado	2/3/2019	3	16:00	T.A	FC	MM	FU3002000	-	-	-	106,35	106,35	301,45	301,45	3.070,73
mar	domingo	3/3/2019	1	0:00	J.C.G	KC	JB	FU1001916	-	-	-	106,35	106,35	301,45	301,45	-191,67
mar	domingo	3/3/2019	2	9:00	-	-	-	Descanso	332.935	(2.619)	-	106,35	106,35	301,45	301,45	-
mar	domingo	3/3/2019	3	16:00	-	-	-	Descanso	-	-	-	106,35	106,35	301,45	301,45	-
mar	lunes	4/3/2019	1	0:00	-	-	-	Descanso	-	-	-	106,35	106,35	301,45	301,45	-
mar	lunes	4/3/2019	2	9:00	-	-	-	Descanso	322.065	219	-	106,35	106,35	301,45	301,45	-
mar	lunes	4/3/2019	3	16:00	J.C.G	KC	CHM	FU3001998	-	-	-	106,35	106,35	301,45	301,45	-9,44
mar	martes	5/3/2019	1	0:00	T.A	FC	MM	FU1001915	-	-	-	106,35	106,35	301,45	301,45	146,81
mar	martes	5/3/2019	2	9:00	X	JCH	JB	FU2001981	300.990	210	-	106,35	106,35	301,45	301,45	640,25
mar	martes	5/3/2019	3	16:00	J.C.G	KC	CHM	FU3001999	-	-	-	106,35	106,35	301,45	301,45	489,36

Fuente: Autor

En esta base de datos se puso por separado los datos de temperatura como se puede visualizar en la ilustración 23. debido que estos se actualizan cada 5 minutos cuando proceso de homogeneizado empieza y este proceso se lo realiza una vez por semana, entonces al ser datos por minutos podría afectar la visualización de los datos en nuestra base de datos general, de la misma forma que la base de datos general esta se encuentra agrupada por temperatura de masa y temperatura de aire.

Ilustración 23 Datos de control de temperatura

Fecha	Hora	Temperatura 7	Temperatura 7
11/3/2019	19:35:00	272	29
11/3/2019	19:40:00	267	50
11/3/2019	19:45:00	263	50
11/3/2019	19:50:00	317	50
11/3/2019	19:55:00	322	70
11/3/2019	20:00:00	323	70
11/3/2019	20:05:00	326	70
11/3/2019	20:10:00	279	70
11/3/2019	20:15:00	277	90
11/3/2019	20:20:00	279	90
11/3/2019	20:25:00	302	90
11/3/2019	20:30:00	338	111
11/3/2019	20:35:00	345	111
11/3/2019	20:40:00	349	111
11/3/2019	20:45:00	319	131
11/3/2019	20:50:00	309	131
11/3/2019	20:55:00	310	131
11/3/2019	21:00:00	314	131
11/3/2019	21:05:00	359	152

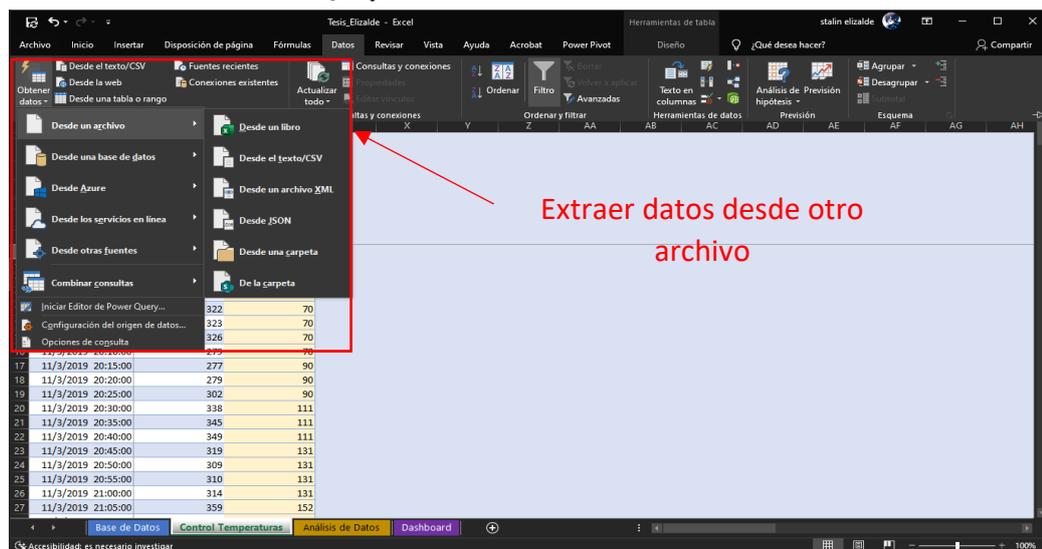
Fuente: Autor

10.5 Análisis de datos en Excel

Una vez culminada la base de datos, se procede a extraer la información para ser analizada, para ello primero se debe tener en cuenta la forma en la que se puede extraer información.

Si se quiere extraer la información a otro libro de Excel, se puede hacerlo por medio de Power Query la cual es un complemento de Excel para la inserción y extracción de datos al igual que es muy eficaz al momento de organizar y dar un mismo formato a datos que no estén parejos y dispersos, para abrir una Query se debe ir a la pestaña datos y dar clic en obtener datos, se va a desplegar una lista desde donde se puede obtener los datos según sea el requerimiento, en el caso de este proyecto la base de datos fue realizada en Excel por ende se debe escoger la opción desde un libro de Excel y buscar el archivo correspondiente.

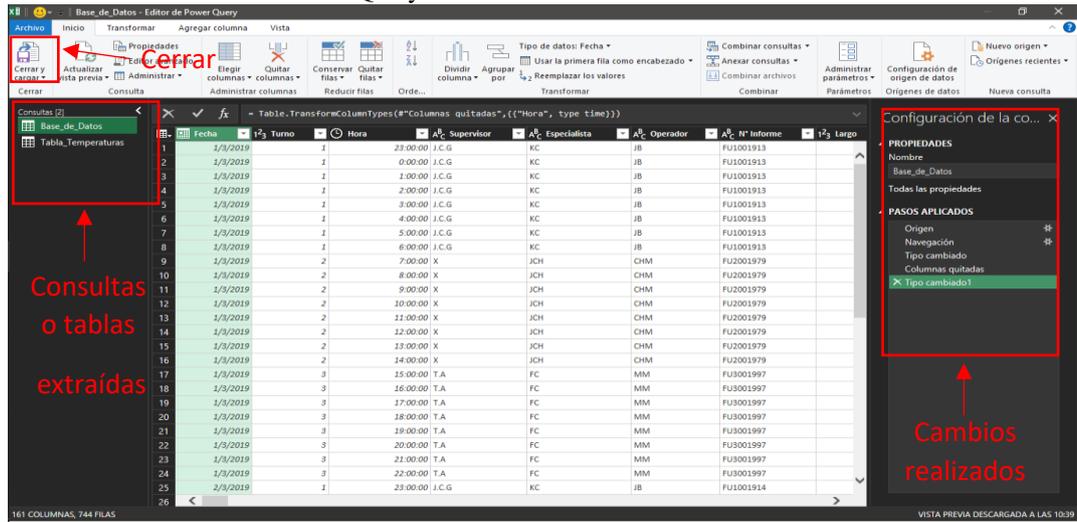
Ilustración 24 Abrir Power Query



Fuente: Autor

Una vez que realizado este proceso se abre una nueva ventana la cual es el editor de Power Query como se muestra en la ilustración 25, donde se puede visualizar en la parte izquierda las consultas o tablas que pertenecen a la base de datos, en la parte central se visualiza la tabla seleccionada donde se puede ir haciendo modificaciones o cálculos si se lo requiere, en la parte izquierda se muestra un cuadro donde se mostrará todos los cambios que se realicen a las tablas, al finalizar solo se da clic en guardar y cerrar y esos datos se cargan de forma automática en el nuevo libro de Excel donde ya se puede trabajar.

Ilustración 25 Editor de Power Query

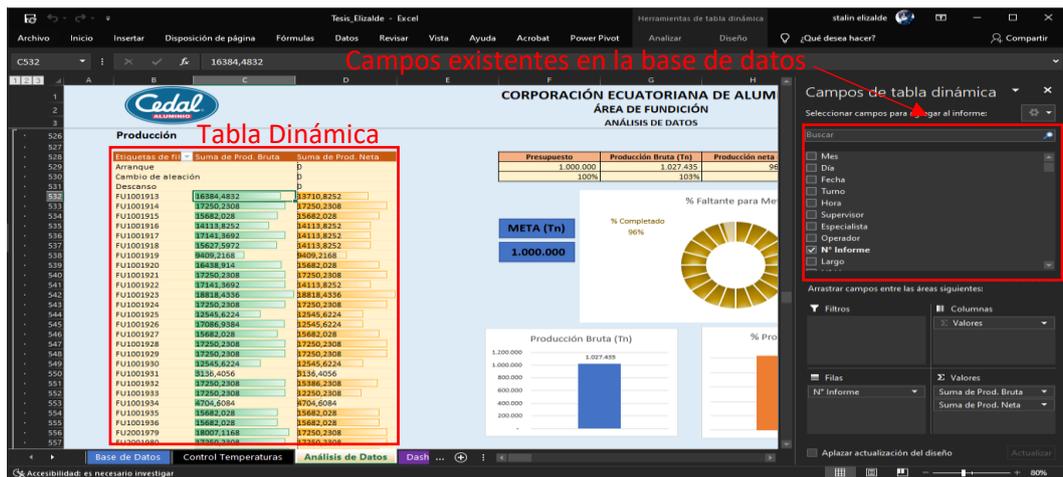


Fuente: Autor

Los datos también pueden ser trabajados en el mismo archivo de la base de datos y su forma de extraerlos es por medio de tablas dinámicas, y acorde al análisis que se requiere se extrae los datos.

En este caso como se muestra en la ilustración 26. Se creó una tabla dinámica con los datos de producción bruta y producción neta con la cual se puede hacer diferentes cálculos, como lo es el porcentaje de cumplimiento que se lleva por una orden de fabricación.

Ilustración 26 Insertar Tablas Dinámicas



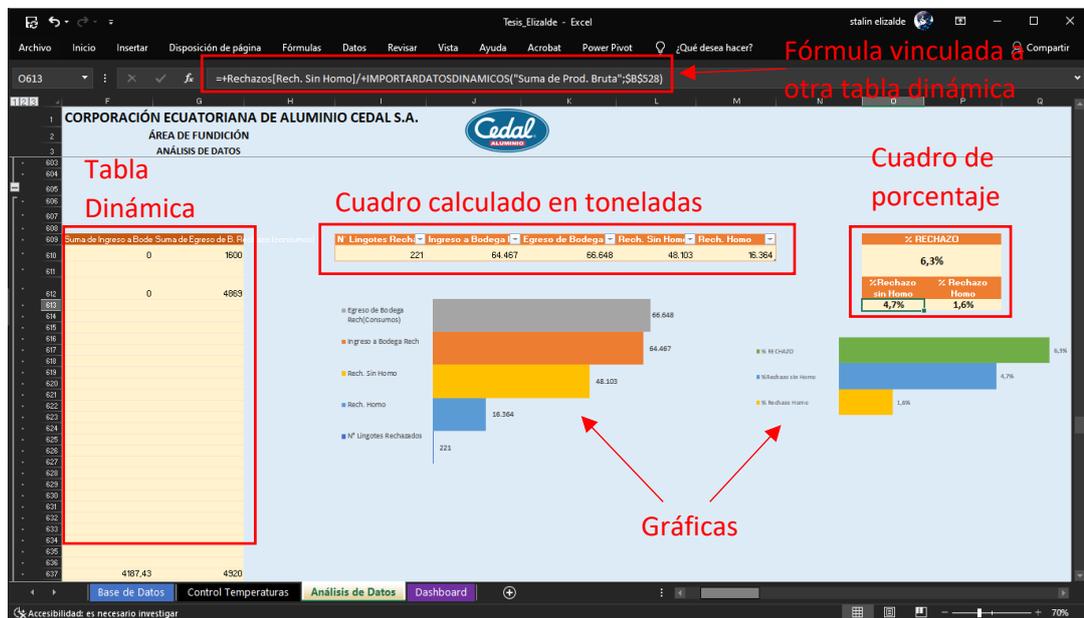
Fuente: Autor

Con las tablas dinámicas se puede filtrar datos, insertar segmentadores de datos que se pueden vincular a otras tablas dinámicas para que los datos se filtren según el segmentador, crear columnas calculadas, extraer datos a otras celdas para un mejor

procesamiento de datos, dar formato a las celdas e ir insertando gráficos dinámicos para una mejor visualización de los datos.

En la ilustración 27. Se puede observar el análisis de rechazos de fundición con su respectiva tabla dinámica, una tabla de resumen que extrae datos de la tabla dinámica y los calcula con los datos de la tabla dinámica de producción neta para obtener la cantidad de rechazos en toneladas, de la misma forma hay un cuadro de porcentaje de rechazos totales, porcentaje de rechazos sin homogeneizar y porcentaje de rechazos homogeneizados, esto se encuentra vinculado por medio de una fórmula a la tabla dinámica de producción neta para el respectivo cálculo del porcentaje de rechazos en fundición, estas tablas de resumen se muestra también por medio de gráficos dinámicos.

Ilustración 27 Análisis y vínculos entre tablas dinámicas.

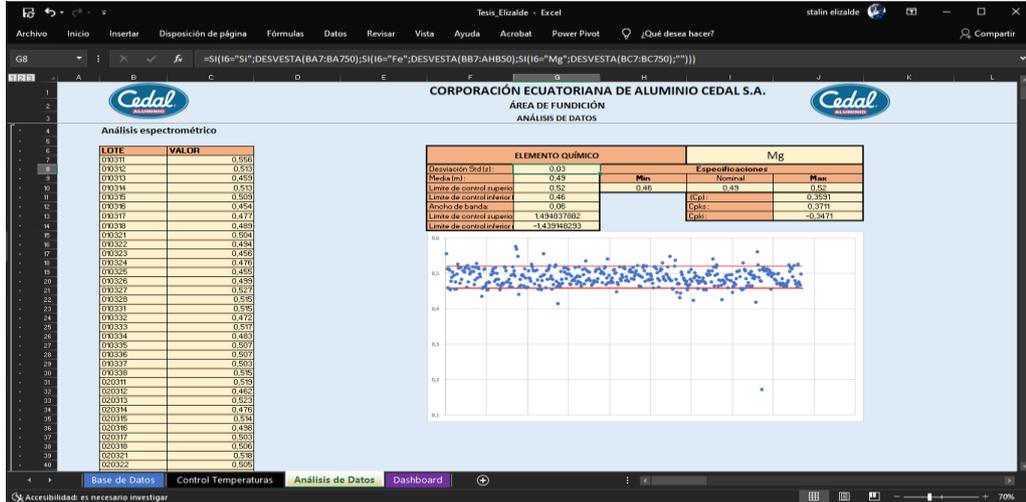


Fuente: Autor

Por medio de la ilustración 28. Se puede visualizar el análisis espectrométrico, este tipo de datos se visualizan mediante un gráfico de dispersión lo cual se dificulta un poco para extraerlos directamente de su respectiva tabla dinámica, por ende se creó un cuadro externo de datos en el cual se extrae los datos de la tabla dinámica y estos son los que se muestran en el gráfico, también fue añadido un cuadro de resumen en el cual se muestra la desviación estándar, la media, los rangos mínimos y máximos que debe cumplir cada elemento, siendo esta la forma de insertar en el mismo gráfico líneas de control para el límite superior y límite inferior, si los datos se encuentran dentro de estos límites el proceso es correcto y se debe permanecer en esos niveles de datos y si los datos se encuentran fuera de estos límites el proceso debe parar y corregir este error

acorde al elemento que se encuentra fuera de los límites porque esto afectará al proceso, por ende existirá más rechazo y reproceso de producción .

Ilustración 28 Análisis Espectrométrico



Fuente: Autor

Todos los análisis, primero han sido identificados y realizados cada uno con una tabla dinámica respectiva, cuadros de resumen si eran necesarios y gráficas para una mejor visualización, es por ello que al igual que en la base de datos estos análisis han sido agrupados como se puede ver en la ilustración 29.

Ilustración 29 Agrupación de Análisis de datos

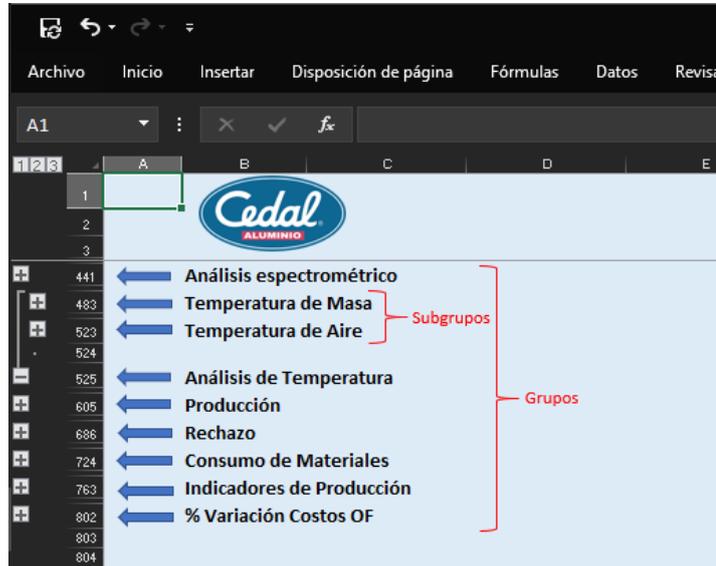


Fuente: Autor

Al igual que en la base de datos para brindar un mejor ordenamiento de información se cuenta con grupos y subgrupos de datos, como lo es el caso del análisis de temperatura

porque este análisis se separa en análisis de temperatura de masa y análisis de temperatura de aire.

Ilustración 30 Sub agrupación de Análisis de datos



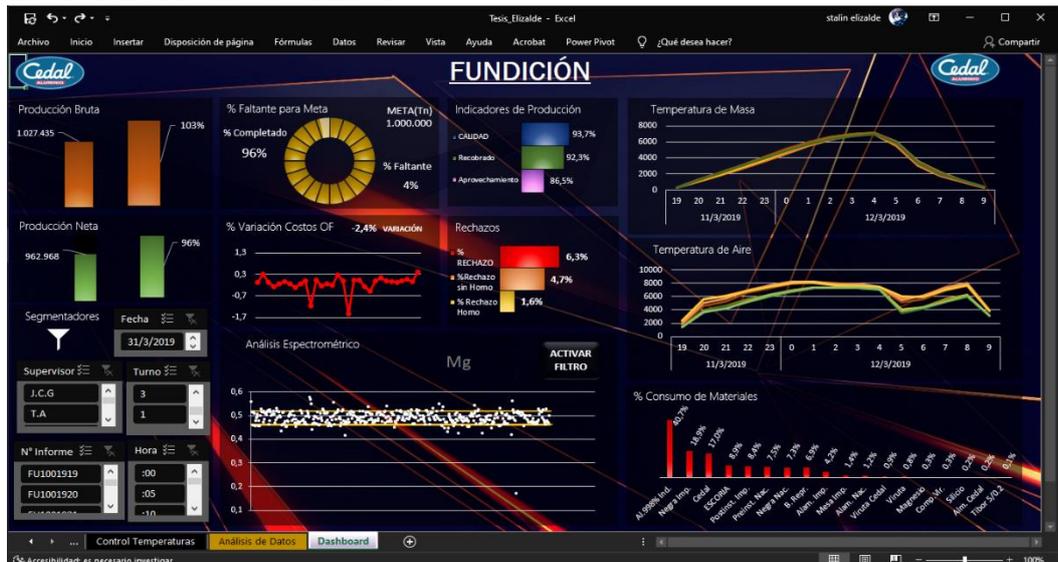
Fuente: Autor

10.6 Diseño del Cuadro de Mando Integral

Cuando la información de la base de datos ha sido procesada por medio de cálculos y fórmulas se debe armar un Dashboard donde se muestre en tiempo real y de forma resumida los resultados de los diferentes análisis realizados.

10.6.1 Dashboard en Excel

Ilustración 31 Dashboard en Excel



Fuente: Autor

En el presente proyecto se ha realizado un diseño del Dashboard en Excel, para ello se utiliza las gráficas del análisis de datos y fueron agregados segmentadores que se

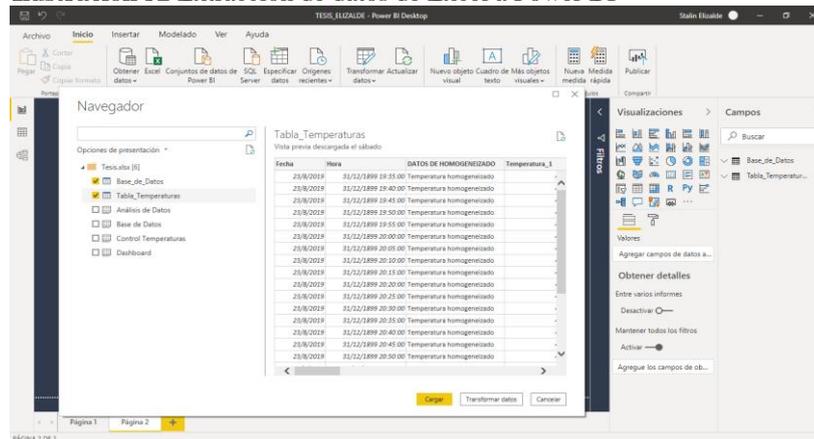
encuentran vinculados a todas las tablas dinámicas con la finalidad de brindarle al Dashboard filtros dinámicos, para mostrar la información acorde se requiera.

10.6.2 Dashboard en Power BI

Power BI es un programa que se complementa muy bien con Excel, pero tiene una gran diferencia cuando a gráficas se refiere debido que es mucho más dinámico al momento de representar datos volviéndolo una herramienta con mayor relevancia al momento de crear un Dashboard y es por ello que se le ha elegido para diseñar el Dashboard del cuadro de mando integral del presente proyecto.

Para poder extraer la información de la base de datos realizada en Excel se lo debe hacer por medio de Power Query, dando clic en obtener datos desde un archivo de Excel y seleccionar las tablas de la base de datos que son necesarias para la realización de gráficas.

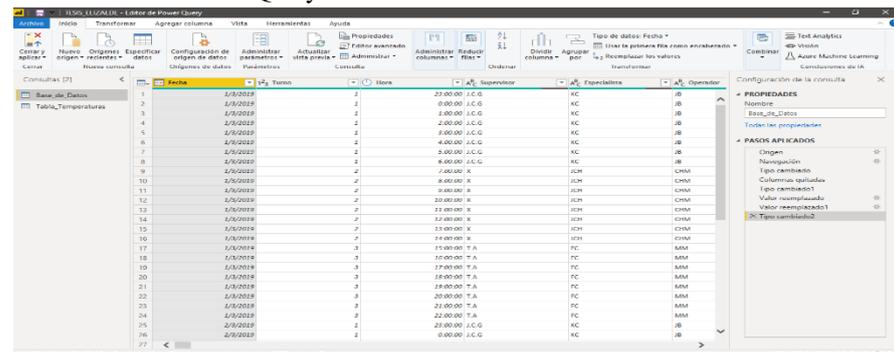
Ilustración 32 Extracción de datos de Excel a Power BI



Fuente: Autor

Cómo se muestra en la ilustración 32. Si los datos están bien organizados se da clic a cargar directamente, caso contrario se da clic a transformar datos, lo recomendable es dar clic a transformar datos debido que Power Query en algunos casos no reconoce como es debido el formato de las celdas y esto se debe actualizar de forma manual seleccionando las columnas y dar clic a reconocer tipo de datos y Power

Ilustración 33 Power Query en Power BI



Fuente: Autor

Query ya le brinda el formato correcto a cada columna de datos como se muestra en la ilustración 33 al final se da clic en cerrar y aplicar.

Una vez que los datos se carguen Power BI crea las consultas o datos de las tablas para ser seleccionados e insertados como gráficas, en caso que se necesite realizar un cálculo se debe insertar medidas rápidas con las cuales se puede realizar una suma, resta, división, porcentajes, etc. Estas medidas rápidas ya vienen predefinidas en el programa que vienen a ser como las fórmulas básicas en Excel, y al igual que Excel según el requerimiento el nivel de dificultad para ingresar fórmulas aumenta, para realizar cálculos más avanzados en Power BI se debe ingresar una nueva medida y la diferencia que existe con Excel es el lenguaje debido que Power BI maneja el lenguaje DAX, y de esta forma se ingresa columnas calculadas al sistema que igual se los puede adjuntar a los gráficos.

Ilustración 34 Insertar gráficas a Power BI

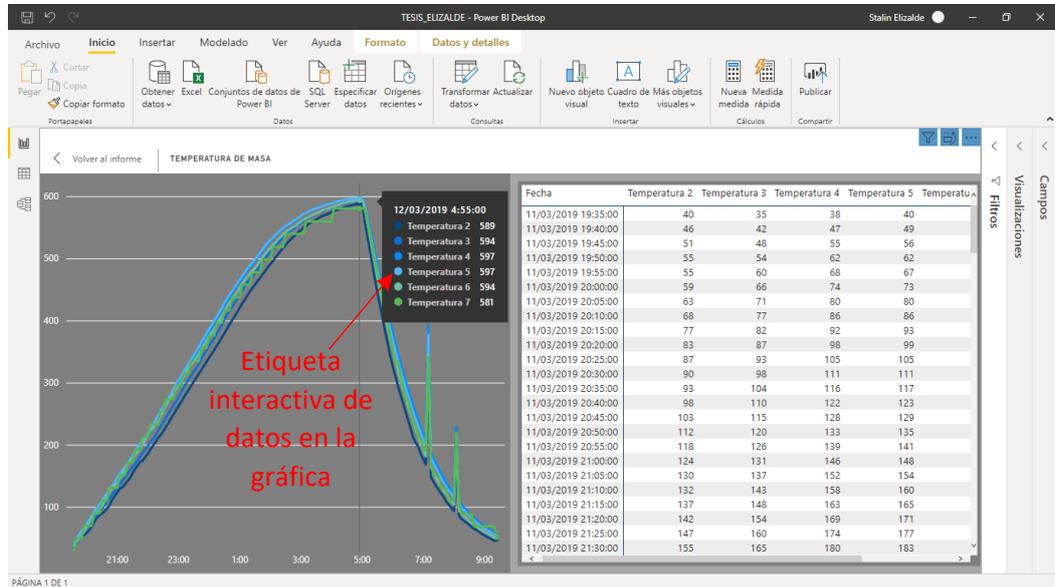
The screenshot shows the Power BI Desktop interface with a dashboard titled 'FUNDICIÓN'. The dashboard contains several visualizations: a bar chart showing '% de Rechazo' with categories 'Total', 'Rech.S.H', and 'Rech.H'; a line chart for '% variación de costos OF'; a scatter plot for 'Análisis Espectrométrico'; and a table for 'Eficiencia Supervisor'. The right-hand pane, 'Visualizaciones', is annotated with red boxes and arrows. One box highlights the 'Campos calculados' section, and another highlights the 'Columnas calculadas' section. Red text annotations include: 'Insertar nueva medida' pointing to the 'Nueva Medida medida rápida' button in the ribbon; 'Columna calculada' pointing to the 'Campos calculados' section; 'Gráfica' pointing to the bar chart; 'Seleccionar tipo de gráfico' pointing to the chart type selection icons; 'Datos seleccionados para la gráfica' pointing to the data fields in the 'Visualizaciones' pane; and 'Columnas de la Base de datos' pointing to the data source fields in the 'Visualizaciones' pane.

Fuente: Autor

Una de las ventajas en Power BI es que en los gráficos se muestra etiquetas con los datos según se vaya pasando por encima el cursor del mouse y estos gráficos se pueden ampliar mediante un botón el cual te lleva a una sección que incluye una tabla con los datos que fue realizada la gráfica cómo se muestra en la ilustración 35, si esta tabla no aparece se debe dar clic en visualizar tabla y esta aparece de forma inmediata, de esta misma forma otra ventaja es que para las gráficas ya no son necesarios los segmentadores, debido que estos al tan solo dar clic en un dato de cualquier gráfica, esta se filtra de forma automática en conjunto con las demás

gráficas que se encuentren en el Dashboard, es cierto que el programa cuenta con filtros pero estos son más avanzados y se usan para realizar un análisis más

Ilustración 35 Ampliación de Gráfica y su respectiva tabla de datos

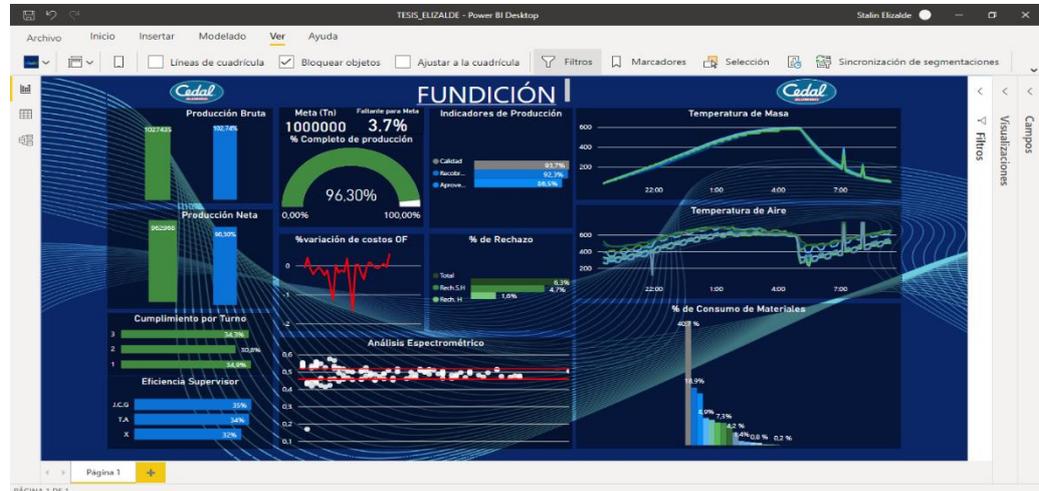


Fuente: Autor

minucioso de los datos.

Una vez ingresadas todas las gráficas se le debe otorgar un formato al Dashboard para que sea más presentable, el programa cuenta con temas predefinidos que se pueden ocupar o se pueden ir personalizando según se necesite, una vez que se finaliza todas las gráficas con su diseño respectivo se obtiene un Dashboard dinámico con filtros desde sus propias gráficas las cuales muestran por medio de una etiqueta su valores y si se quiere más información, se amplía la gráfica y se inserta la tabla de resumen y poder visualizar de forma individual cada aspecto del proceso, como se puede observar en la figura 36.

Ilustración 36 Dashboard en Power BI

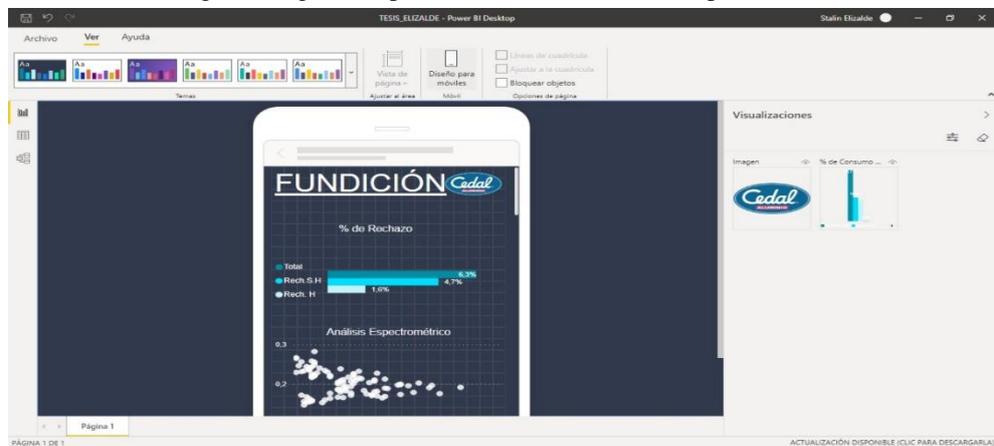


Fuente: Autor

10.6.3 Power BI y su herramienta de diseño para celulares

Power BI cuenta con una función particular a diferencia de Excel y esta es la facilidad para poder visualizar un Dashboard desde el celular, al iniciar esta función aparecerá algo parecido a la pantalla de un celular, y a la derecha en una opción llamada visualización aparecen todas las gráficas y textos que constan en el Dashboard, y lo que se debe hacer es ir agregando y ordenando las gráficas a la pantalla que se muestra en el programa, dándole de esta manera un diseño de visualización para el celular, lo cual facilita el control del proceso fuera o dentro de la empresa.

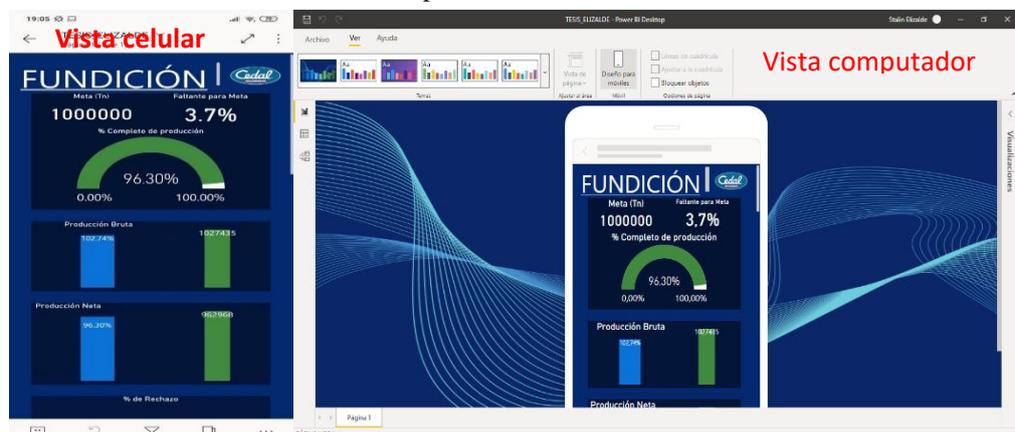
Ilustración 37 Ingreso de gráficos para el diseño del Dashboard para el celular



Fuente: Autor

Al culminar el ingreso de gráficos y dado el formato correspondiente en el apartado para celulares, se debe salir del mismo y guardar por completo el archivo de Power BI, seguido de ello en la pestaña inicio del programa se da clic a publicar y se lo guarda en la cuenta registrada de Power BI, luego por medio de la app que se puede descargar desde Play store se ingresa a la cuenta de Power BI y aparecerá ya el diseño con el cual se puede interactuar de la misma forma que en el computador

Ilustración 38 Diseño del Dashboard para el celular



Fuente: Autor

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.1.1 Impacto Técnico

El cuadro de mando integral aumenta la eficiencia al momento de tomar decisiones en el área de fundición, mediante el software Microsoft Excel se ha diseñado una base de datos en la que se puede recopilar los datos que hacen referencia a los indicadores productivos del área de fundición, a partir de esta base de datos se extraerá la información por medio de complementos de Excel (Power Query), para sus respectivos análisis y de forma resumida ser mostrada en un Dashboard que será entendible para el personal operativo y administrativo del área de fundición, consiguiendo de esta manera una herramienta potencial que tendrá datos bien organizados mejorando el tiempo para generar informes, tener acceso de forma visual en tiempo real de los indicadores de fundición y se podrá actualizar o renovar de una sencilla manera.

12. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Para la elaboración de este proyecto la empresa solo debe realizar una inversión en lo que es licencia corporativa de Microsoft, lo cual se puede comprar mediante internet o directamente desde Microsoft, los demás datos son gastos menores, siendo así un proyecto de bajo costo que facilitará el manejo de datos de la empresa.

Tabla 12 Presupuesto para la elaboración del proyecto

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO					
	RECURSO	Cantidad	Unidad	V. Unitario	V. Total
Equipos y software	Computador	1	Unid	\$900	\$900
	Internet	300	Horas	\$0.50	\$150
	Flash Memory	1	Unid	\$9	\$9
	Mouse	1	Unid	\$8	\$8
	Microsoft office 365	1	Año	\$250	\$250
	Celular	1	Unid	\$250	\$250
Útiles de oficina	Impresiones	100	Hojas	\$0.10	\$10
	Copias	300	Hojas	\$0.05	\$15
	Empastado	3	Unid	\$9	\$18
TOTAL					\$1610

Fuente: Autor

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones

- Se diferenciaron los indicadores que existen en el proceso, en la actualidad son 5 indicadores con los cuales se controla el proceso: calidad, aprovechamiento, recobrado, % de rechazo, % de variación costos, se pudo notar que dentro de estos indicadores se realiza de forma separada el control de temperatura al momento de homogeneizar los billets, teniendo de esta forma un retraso al instante de analizar los datos por poseer información separada y en distintos formatos.
- Se determinó que los análisis que tienen una mayor relevancia en el proceso son: el análisis espectrométrico realizado durante y después de la fusión de materiales, el análisis de temperatura para homogeneizar los billets de aluminio, para lo cual por medio de un diagrama causa-efecto se determinó el plan de acción a realizar que brinda los pasos a seguir para conseguir un diseño óptimo del cuadro de mando integral.
- Se elaboró un Dashboard en Power BI extrayendo los datos calculados de la base de datos de Excel, con la finalidad de evitar la programación DAX que maneja Power BI, en este Dashboard constan todos los indicadores del proceso de fundición y se puede interactuar con estos datos acorde se requiera, para un mayor alcance del control del proceso se aumentó un diseño para celulares que facilita la visualización de datos fuera y dentro de la empresa.

13.2 Recomendaciones

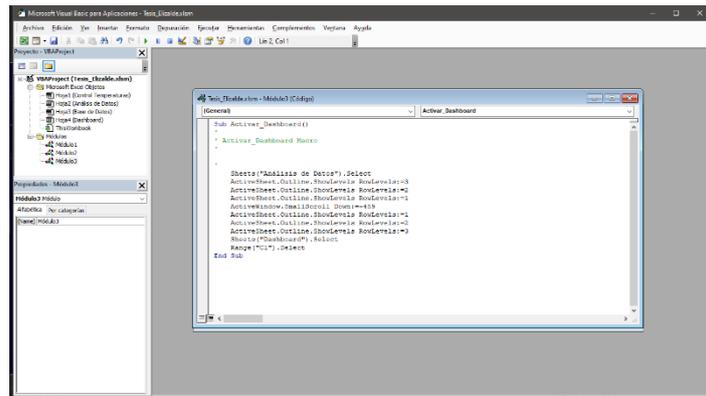
- Efectuar una capacitación al personal donde se aumente el nivel de manejo de Microsoft Excel para un mejor desempeño laboral al momento de ingresar y procesar datos.
- Mantener siempre el formato de la información para que la base de datos sea actualizada sin ningún problema y se pueda proceder de forma inmediata a un nuevo análisis del proceso.
- Al tener un diseño para celulares debe ser usada según las normas de la empresa para evitar cualquier accidente.

14. BIBLIOGRAFÍA

- ARCOS, D. (22 de Mayo de 2017). *Cuadro de Mando Integral (CMI): todo lo que debes saber*. Obtenido de Logicalis:
<https://blog.es.logicalis.com/analytics/cuadro-de-mando-integral-todo-lo-que-debes-saber>
- CEDAL. (16 de Febrero de 2020). *Despacho*. Obtenido de Producción:
<http://www.cedal.com.ec/index.php/es/produccion.html>
- CEDAL. (16 de Febrero de 2020). *Extrusión*. Obtenido de Producción:
<http://www.cedal.com.ec/index.php/es/produccion.html>
- CEDAL. (23 de abril de 2020). *Materia prima*. Obtenido de Producción:
<http://www.cedal.com.ec/index.php/es/produccion.html>
- CEDAL. (8 de Febrero de 2020). *Quiénes somos*. Obtenido de Cedal Aluminio:
<http://www.cedal.com.ec/index.php/es/quienes-somos.html>
- CHACÓN, R. (12 de Diciembre de 2017). La auditoría de gestión y la perspectiva financiera del Cuadro de Mando Integral. *Cofín Habana*, 13. Recuperado el 22 de Mayo de 2020, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2073-60612017000200001&script=sci_arttext&tlng=en
- ELECTROHEAT. (13 de Julio de 2017). *Horno de fusión por inducción para aluminio*. Obtenido de electroheatinduction:
<https://electroheatinduction.com.mx/horno-de-fusion-por-induccion-para-aluminio/>
- ESPÍN. (8 de Agosto de 2017). *Efecto del tiempo en el proceso de homogenizado en la extruibilidad del aluminio 6063 en la empresa Cedal*. Obtenido de Repositorio Digital: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/26235>
- ESPINEL, A. (15 de Agosto de 2015). *Cuadro de Mando Integral: herramientas de apoyo*. Obtenido de Isotools: <https://www.isotools.org/2015/08/15/cuadro-de-mando-integral-herramientas-de-apoyo/>
- GARCÍA, L. (23 de Mayo de 2017). *Los principales indicadores financieros para el cuadro de mando*. Obtenido de Logicalis:
<https://blog.es.logicalis.com/analytics/los-principales-indicadores-financieros-para-el-cuadro-de-mando>
- GÓMEZ, A. V. (15 de Agosto de 2018). Relación entre el tamaño de partícula y el contenido de las fases cristalinas presentes en una escoria de aluminio. *DYNA*, 7. doi:<https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.74252>
- GUTIÉRREZ, C. (22 de Mayo de 2015). El cuadro de mando integral como instrumento de gestión en la nutrición clínica. *Nutrición Hospitalaria*, 8. doi:<http://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.9123>.
- HERNÁNDEZ, G. (5 de Noviembre de 2017). Arquitectura de software para la construcción de un sistema de cuadro de mando integral como herramienta de

- inteligencia de negocios. *Revista TÍA*, 9. Recuperado el 23 de Mayo de 2020, de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/8766>
- HINOJOSA. (3 de Febrero de 2018). *Análisis de las propiedades mecánicas de la aleación aluminio AA6063 en el proceso de homogenizado en la Empresa Cedal S.A.* Obtenido de Repositorio Digital: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4503>
- JADEED, A. (2016). *El cuadro de mando integral y sus efectos a la rentabilidad*. Obtenido de Universidad de Oviedo: http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/40762/1/TD_AliJadeed.pdf
- KAPLAN, R. S. (2014). *El Cuadro de Mando Integral* (Tercera ed.). España: EDICIONES GESTION 2000.
- MIPSA. (24 de Enero de 2020). *Clasificación del Aluminio*. Obtenido de Metales Industriales de Puebla: <https://www.mipsa.com.mx/dotnetnuke/Sabias-que/Clasificacion-de-aluminio>
- NAVAS, B. H. (24 de Mayo de 2017). *Incremento de la productividad en proceso de extrusión de perfiles de aluminio con billets de aleación experimental 6063*. Obtenido de Ingeniería Industrial: <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337453922001.pdf>
- PÁEZ, F. (14 de Octubre de 2017). *Cuadro de mando Integral*. Obtenido de cmigestión: <https://cmigestion.es/cuadro-de-mando-integral/>
- PERALTA, R. (28 de Mayo de 2019). Cuadro de mando integral, enfoque estratégico al proceso administrativo y educativo. *Revista Visionario Digital*, 25. doi:<http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/VisionarioDigital/article/view/627/1514>
- PÉREZ, F. (2015). *Indicadores de gestión basados en la metodología del cuadro de mando integral para la Cadena de Negocios Totalhome de la ciudad de Riobamba*. Obtenido de Repositorio Digital: http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/40762/1/TD_AliJadeed.pdf
- RAFFINO, M. (27 de Noviembre de 2018). *Concepto de excel*. Obtenido de Concepto de: <https://concepto.de/excel/>
- RAMOS, E. (14 de Agosto de 2015). *Administración estratégica: Aplicación del cuadro de mando integral (CMI) a una organización no gubernamental*. Obtenido de Depósito de Investigación Universidad de Sevilla: <https://hdl.handle.net/11441/78840>
- SOFTENG. (4 de Septiembre de 2016). *La nueva herramienta de Office 365 para trabajar con tus datos: Power BI*. Obtenido de SOFTENG: <https://www.softeng.es/es-es/blog/power-bi-la-nueva-herramienta-de-office-365-para-trabajar-con-datos-masivos.html>
- TECHNOSOFT. (3 de Marzo de 2019). *Qué es la fundición de aluminio*. Obtenido de Teglos: <https://teglos.com/2019/04/03/que-es-la-fundicion-de-aluminio/>

Ilustración 41 Activar Dashboard en Excel



Fuente: Autor

ANEXO 2

Tablas de análisis de datos en Excel

Tabla 13 Resumen de espectrométrico por elemento

ELEMENTO QUÍMICO		Mg		
Desviación Std (s) :	0,03	Especificaciones		
Media (m) :	0,49	Min	Nominal	Max
Límite de control superior (UCL) :	0,52	0,46	0,49	0,52
Límite de control inferior (LCL) :	0,46		(Cp) :	0,3591
Ancho de banda:	0,06		Cpks :	0,3711
Límite de control superior natural (UCLN) :	1,494837882		Cpki :	0,3471
Límite de control inferior natural (LCLN) :	1,439148293			

Fuente: Autor

Tabla 15 Porcentaje de rechazo de fundición

% RECHAZO	
6,3%	
%Rechazo sin Homo	% Rechazo Homo
4,7%	1,6%

Fuente: Autor

Tabla 14 Indicadores de producción

INDICADORES DE PRODUCCIÓN		
Calidad	Aprovechamiento	Recobrado
93,7%	86,5%	92,3%

Fuente: Autor

Tabla 16 Datos producción

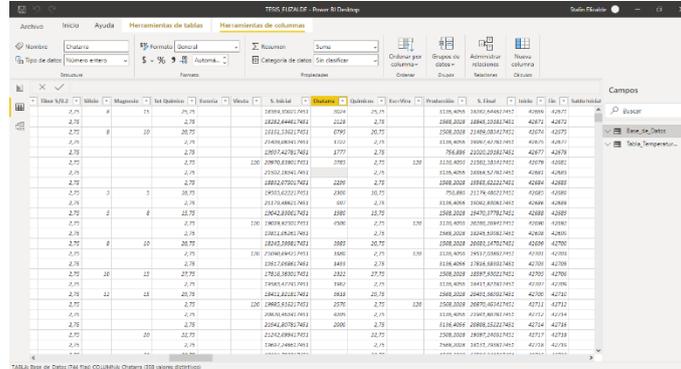
Presupuesto	Producción Bruta (Tn)	Producción neta (Tn)	Diferencia (Tn)
1.000.000	1.027.435	962.968	37.032
100%	103%	96%	4%

Fuente: Autor

ANEXO 3

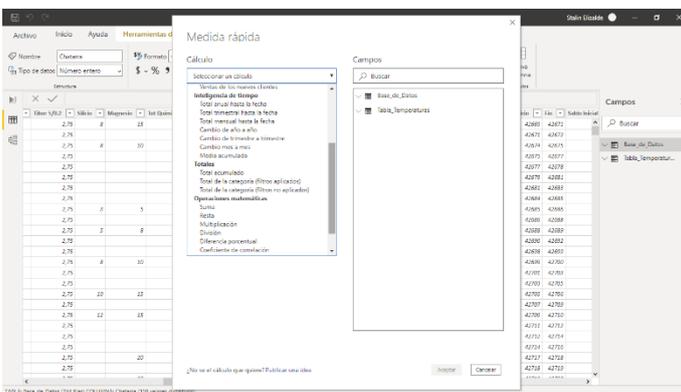
Cálculos en Power BI

Ilustración 42 Pestaña de visualización de tablas en Power BI



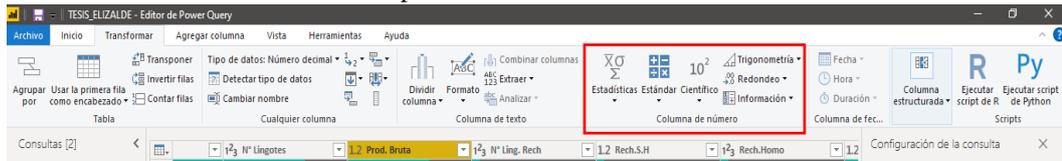
Fuente: Autor

Ilustración 43 Insertar una nueva medida rápida



Fuente: Autor

Ilustración 44 Columna de número para realizar cálculos



Fuente: Autor

Ilustración 45 Agregar columnas calculadas

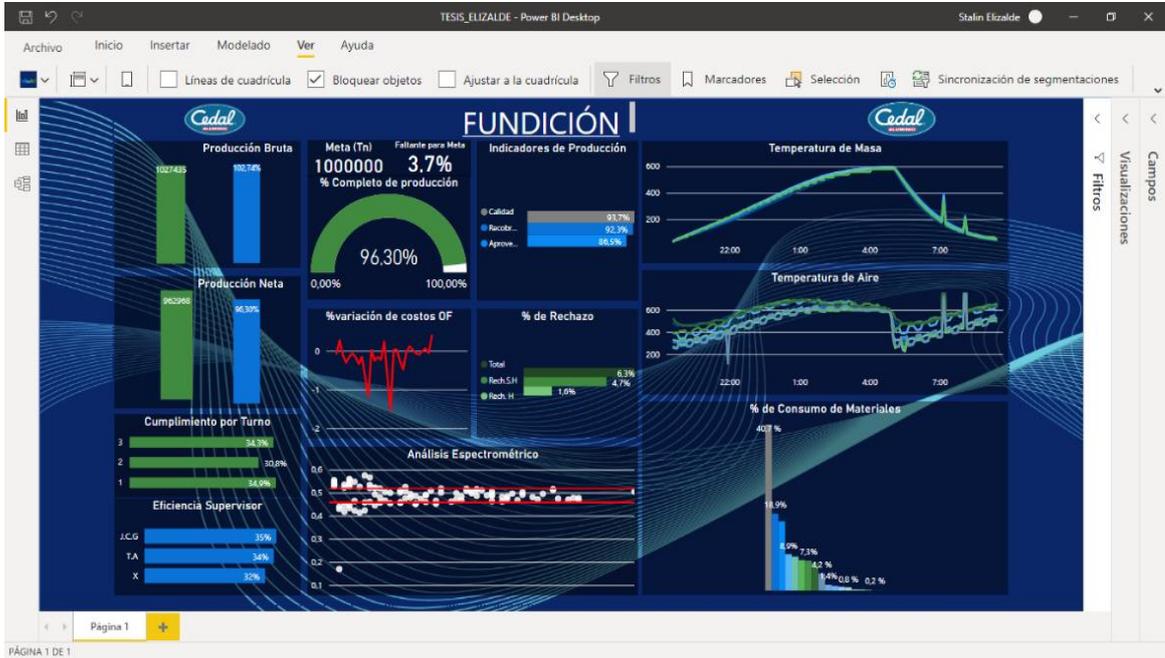


Fuente: Autor

ANEXO 4

Diseño Final Dashboard

Ilustración 47 Dashboard computador



Fuente: Autor

Ilustración 46 Dashboard Celular



Fuente: Autor