



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Facultad de Ciencias de la Electrónica.

“Visualización de Datos Logísticos con Power BI, para
la Interpretación de Inventarios Productivos en una
empresa automotriz”

Tesina

Que para obtener el grado de:

Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Automotrices.

Presenta: Pedro Jesús Correa Arellano.

Matrícula: 201908383.

Asesora: Mtra. Mercedes Lorena Martínez Serrano.

Asesor técnico: Ing. Milton Reyes Bañuelos.

Noviembre 2025



Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme la fortaleza, la salud y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mis padres, Mtra. Erica Aleida Arellano Ortega y Mtro. Alberto Correa Sánchez, por otorgarme la oportunidad de cursar una carrera universitaria, asumiendo con valentía los sacrificios que ello implicó. Gracias por ser mi guía en todos los aspectos de la vida, por sus consejos invaluable y por el amor incondicional que siempre me han brindado.

A toda mi familia, por su apoyo constante, por creer en mí y confiar en mis capacidades. Cada gesto, palabra y acción de ustedes ha sido fundamental para alcanzar esta meta.

A la M.A. Mercedes Lorena Martínez Serrano, quien no solo me orientó en la elaboración de este documento, sino que también ha sido pieza clave en mi formación académica y profesional. Gracias, maestra, por su dedicación, por compartir su conocimiento y por transmitirnos su pasión por la industria automotriz.

A Zurihelly Sánchez Campos, mi compañera y gran soporte emocional, por acompañarme en esta etapa, brindarme amor, comprensión y compañía de una manera única. Tu presencia ha sido esencial para superar cada desafío.

A mis amigos, quienes se convirtieron en una segunda familia. Gracias por cada momento compartido, por las risas, el apoyo en los momentos difíciles y por celebrar juntos cada logro.

Finalmente, a la memoria de Sra. María Guadalupe Ortega Bover, mi abuela, quien con cariño y dedicación contribuyó a mi formación personal. Espero que, desde donde estés, te sientas orgullosa del profesional en el que me estoy convirtiendo y del legado que dejaste en mí.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento por ser parte de este camino y por hacer posible la culminación de esta etapa tan importante en mi vida.

Contenido

Capítulo 1 Introducción	1
Industria automotriz: estructura, procesos clave y desafíos	4
Estructura	4
Procesos clave	6
Principales desafíos	9
Antecedentes de Power BI en la industria automotriz	11
¿Qué es Power BI?	13
Historia y evolución de Power BI	16
Principios de visualización de datos	17
Objetivos	19
Objetivo general.	19
Objetivos específicos.	19
Justificación	20
Contexto del problema	20
Relevancia del proyecto	20
Alcances	21
Limitaciones	22
Consideraciones éticas (Confidencialidad)	23
Capítulo 2 Metodología.....	23
Descripción del entorno	23
Solución planteada.....	26
Consideraciones a las limitaciones.	27
Diseño del proyecto	28
Herramientas utilizadas	39
Operaciones de Power Query.....	40
Capítulo 3 Desarrollo y aplicación	52
Extracción y preparación de los datos	56
Transformación de los datos.....	57

Carga y modelado	62
Explicación del Dashboard y su funcionamiento	66
Capítulo 4 Resultados y discusión	73
Análisis de los resultados	73
Criterios de evaluación	73
Comparación	74
Impacto en análisis y prevención de anomalías	74
Conclusiones	75
Glosario	76
Bibliografía	78

Ilustraciones

Ilustración 1-1 Estructura de la industria automotriz. [Diseño propio]	5
Ilustración 1-2 Pilares del Business Intelligence [Diseño propio]	14
Ilustración 2-1 Librerías de almacenamiento de datos [Diseño propio]	28
Ilustración-2-2 Página 1 Forecast vs Real [Diseño propio]	34
Ilustración 2-3 Materia prima [Diseño propio]	35
Ilustración 2-4 Material en proceso [Diseño propio]	36
Ilustración 2-5 Costo unitario [Diseño propio]	36
Ilustración 2-6 Stocks [Diseño propio]	37
Ilustración 2-7 Volumen [Diseño propio]	38
Ilustración 2-8 Costo de motores [Diseño propio]	38
Ilustración 2-9 Interfaz de Power Query [Diseño propio]	41
Ilustración 2-10 Distribución de la columna [Diseño propio]	42
Ilustración 2-11 Calidad de la columna [Diseño propio]	43
Ilustración 2-12 Perfil de la columna. [Diseño propio]	43
Ilustración 2-13 Activación de las estadísticas de las columnas [Diseño propio]	44
Ilustración 2-14 Operación "Quitar columnas" [Diseño propio]	45
Ilustración 2-15 Operación Elegir columnas. [Diseño propio]	45
Ilustración 2-16 Operación conservar filas [Diseño propio]	46
Ilustración 2-17 Operación quitar filas [Diseño propio]	46
Ilustración 2-18 Operación filtrar filas [Diseño propio]	46

Ilustración 2-19 Operación tipo de datos [Diseño propio]	47
Ilustración 2-20 Operación "Combinar consultas" [Diseño propio].....	47
Ilustración 2-21 Operación "Anexar consultas" [Diseño propio]	48
Ilustración 2-22 Operación "Especificar datos" [Diseño propio]	48
Ilustración 2-23 Operación "Agrupar por" [Diseño propio]	49
Ilustración 2-24 Operación "Detectar tipo de datos" [Diseño propio]	49
Ilustración 2-25 Operación "Anular dinamización de columnas" [Diseño propio].....	50
Ilustración 2-26 Operación "Agregar Columna Personalizada" [Diseño propio].....	50
Ilustración 2-27 Operación "Agregar Columna Condicional" [Diseño propio]	51
Ilustración 2-1 Diagrama de flujo del desarrollo del Dashboard [Diseño propio]	52
Ilustración 3-2 Error por tipo de datos [Diseño propio].....	60
Ilustración 3-3 Modelo de datos	62
Ilustración 3-4 Conexiones entre tablas	63
Ilustración 3-5 Modelo de datos estrella [https://trojanx.com/Hefesto/estrella.html]	64
Ilustración 3-6 Modelo de datos copo de nieve [https://www.nicepng.com/maxp/u2q8y3a9e6u2o0u2/]	65
Ilustración 3-7 Modelo de datos galaxia [https://www.geeksforgeeks.org/dbms/fact-constellation-in-data-warehouse-modelling/]	65
Ilustración 3-8 Modelo de datos del proyecto [Diseño propio].....	66
Ilustración 3-9 Página Forecast vs Real	67
Ilustración 3-10 Página Materia prima	68
Ilustración 3-11 Página Material en Proceso	69
Ilustración 3-12 Página Costo unitario.....	70
Ilustración 3-13 Página stocks	70
Ilustración 3-14 Página volumen vs stock	71
Ilustración 3-15 Página costo de motor	72

Tablas

Fundamentos de Business Intelligence (BI)	13
Tabla 2-1 "Maestra" [Diseño propio]	29
Tabla 2-2 "Componentes" [Diseño propio].....	30
Tabla -4 "Reporte General" [Diseño propio]	31
Tabla 2-5 "Costo por pieza" [Diseño propio].....	31
Tabla 2-6 "Costos" [Diseño propio]	32
Tabla 2-7 "Costo promedio" [Diseño propio]	32

Tabla 2-8 "Volumen" [Diseño propio].....	33
Tabla 2-9 "Forecast" [Diseño propio].....	33
Tablas elaboradas solo para ilustración.	

Capítulo 1 Introducción

El automóvil ha sido una importante herramienta para el ser humano, en principio desarrollada solo con el propósito de transportar personas u objetos de un punto A hacia un punto B, sin embargo, factores como la necesidad de un transporte más rápido y eficiente, la expansión urbana, la demanda comercial y logística, así como objetivos estratégicos y militares han propiciado que el automóvil fuese evolucionando de manera tal que, aunque su principal cometido sigue siendo el transporte, ahora trae consigo valores agregados como la seguridad, el confort, el entretenimiento y la comunicación hacia el exterior e inclusive las sensaciones y experiencias que brinda conducir un automóvil.

Por su parte, la industria automotriz resulta de suma importancia, no solo por ser la que manufactura los automóviles, también por su impacto ambiental, económico, tecnológico y social.

Impactos ambientales.

La industria automotriz supone un gran impacto ambiental ya que está directamente relacionada con el sector de transporte tanto público como privado y de carga. En México aproximadamente el 25% de los gases de efecto invernadero son producidos por el sector del transporte. De este sector existe un subsector, el del transporte motorizado individual que representa un 16.2% de estos gases de efecto invernadero.

Si bien la industria automotriz no puede controlar la forma y cantidad de uso que se les da a las unidades producidas después de comercializarse, si puede y ha colaborado con diseños y desarrollos de productos que emitan menos cantidad de gases de efecto invernadero contribuyendo así a la disminución de la emisión de estos gases.

Sin embargo, las emisiones de gases de efecto invernadero no son el único impacto ambiental relacionado con la industria automotriz, existen procesos que son necesarios para la fabricación de autos que también generan un impacto ambiental significativo, por ejemplo:

La extracción de materias primas: la explotación de la minería para extraer las materias primas necesarias para la producción de automóviles (aluminio, acero, cobalto, litio, etc.). Si

bien la minería por si sola es una industria como tal, la industria automotriz es un gran consumidor de la producción de la minería, aproximadamente el 14% de la producción mundial de cobre es destinada para el cableado de motores y componentes eléctricos. En el caso del litio y el cobalto se destina entre un 60% a 70% de la producción y en el caso del hierro y el aluminio, aunque no hay un porcentaje exacto se sabe que la demanda de aluminio ha aumentado debido a la necesidad de reducir el peso de los vehículos actuales.

Producción y embalaje: Los grandes OEMs de la industria automotriz consumen cantidades bastante considerables de energía eléctrica y agua que son utilizadas en sus procesos internos, además de generar residuos de manejo especial (como rebabas, plásticos y polímeros, hules, cauchos, aceites, grasas, solventes, etc.) que deben ser tratados de manera distinta a los residuos comunes.

Fin de la vida útil del automóvil: Cuando un auto llega al fin de su vida útil genera residuos peligrosos como baterías, plásticos, metales pesados, llantas usadas, los fluidos ya sean refrigerante, líquido de frenos, aceites, etc., lo que se traduce en nuevos retos de reciclaje y manejo desecho.

Transición de vehículos convencionales a híbridos y eléctricos: Aunque esta transición genera un impacto positivo en cuanto a reducción de emisión de gases de efecto invernadero también aumenta la demanda de minerales críticos que ponen en riesgo el medio ambiente como el litio y el cobalto (necesarios para la producción de baterías), además de generar nuevos desafíos de reciclaje y desecho de baterías que este tipo de automóviles generan.

Impactos económicos: La industria automotriz genera millones de empleos a nivel mundial, tan solo en el año 2012 se estimó que generaba 9 millones de empleos directamente relacionados con el sector y adicionalmente otros 50 millones de empleos que no estaban directamente relacionados.

Tan solo en México esta industria representa aproximadamente el 5% del Producto Interno Bruto (PIB), el 20% del PIB manufacturero, además de recibir inversión extranjera de 2,960 millones de dólares entre octubre de 2024 y junio de 2025 (según el Primer Informe de Gobierno 2025) y emplear directamente a 980,000 personas. Siendo que México es el

séptimo productor de vehículos a nivel mundial y el tercero en exportación, esta industria se convierte en una de las más importantes para la economía de este país [9].

Impactos tecnológicos: La industria automotriz también ha protagonizado destacables avances tecnológicos de los que deriva su importancia en este ámbito, por ejemplo:

Desarrollo de vehículos híbridos y eléctricos: Desde hace algunos años hemos sido testigos del rumbo de la industria automotriz, la cual con el objetivo de contribuir a la reducción de la contaminación ha desarrollado autos híbridos y eléctricos los cuales al no requerir combustibles fósiles para funcionar prometen contribuir con este objetivo

Desarrollo de vehículos autónomos: con el uso de sensores, cámaras e incluso inteligencia artificial cada vez más son los vehículos que están integrando opciones de conducción autónoma, lo que no solo es un capricho, ayuda a asistir al conductor en frenadas de emergencia, cambio de carril, mantenerse en el carril, evitar colisiones, estacionamiento autónomo, etc [6].

Internet de las cosas: Teniendo dos principales vertientes, en el automóvil y en la industria automotriz tal cual. En el primer caso permitiendo analizar datos de tráfico en las carreteras en tiempo real, prevenir accidentes y enviar información a vehículos inteligentes.

Además de contar con sensores especiales que recopilan datos para mejorar la comodidad y seguridad del conductor por ejemplo si está fatigado o cansado y necesita un descanso para evitar un accidente.

En el segundo ámbito incorporando sensores y cámaras a las líneas de producción lo que permite a los robots recopilar datos que ayudan a optimizar los procesos, el mantenimiento y fallas antes de que haya una afectación severa o que afecte a la producción.

Además, el internet de las cosas ayuda a gestionar de forma eficiente el consumo energético, reducir los desperdicios y mejorar la calidad en los productos.

Todos estos impactos tecnológicos no solo cambian la experiencia de conducir un auto, también cambian la forma en la que se produce y desarrolla, genera una competencia tecnológica entre las empresas y favorece el desarrollo tecnológico en general [20][21].

Impactos sociales: Como se mencionó anteriormente el automóvil es una herramienta indispensable para los seres humanos por lo que desde luego tiene impactos sociales. En gran parte relacionados con la movilidad ya que al facilitar esta indirectamente da acceso a trabajo, educación y servicios lo cual impacta directamente en la calidad de vida.

Por otra parte, esta gran industria da trabajo a más de 900,000 mexicanos en estados como Puebla, Guanajuato, San Luis Potosí, Aguascalientes, etc., contribuyendo no solo a la economía de las familias que dependen de los ingresos generados en esos empleos, también contribuye al desarrollo de los estados ya mencionados.

Industria automotriz: estructura, procesos clave y desafíos

Estructura

La estructura de la industria automotriz es bastante amplia, desde proveedores de autopartes hasta concesionarios, en este sentido a continuación se abordará sobre los principales actores que se encuentran en la industria y cuál es su papel en la cadena de valor.

Actores principales.

Entiéndase como actores principales a 3 distintos entes; **OEMs** (Fabricantes de vehículos), **proveedores de autopartes** (Tier 1,2,3...) y distribuidores o concesionarios.

Los **OEMs** (Original Equipment Manufacturer) o Fabricantes de Equipos Originales son las empresas que diseñan, desarrollan, ensamblan y comercializan vehículos completos bajo una marca propia.

Dentro de las funciones principales de estas empresas encontramos:

- Diseño del vehículo: Ingeniería, estética, seguridad, confort, etc.
- Coordinación de la cadena de suministro: Proveedores de materiales, refacciones, componentes, servicios etc.
- Ensamble de los vehículos en plantas industriales.
- Comercialización a través de distribuidores y concesionarios.
- Innovación tecnológica y desarrollo: Desarrollo de nuevos modelos y rediseño de los existentes, sistemas de vehículo (seguridad, confort, comunicación, etc.).

Ejemplos de estos OEMs pueden ser todas las marcas de vehículos que se conocen; Volkswagen, Toyota, Ford, General Motors, Nissan, BMW, Honda, etc.

Proveedores de autopartes (Tier 1, 2, 3...), en el entorno de la industria automotriz el término “Tier” se entiende como el nivel jerárquico dentro de la cadena de proveedores según el acercamiento que tienen con los OEMs.

Tier 1: Son los proveedores directos de los OEMs, suministran sistemas completos los cuales están listos para montaje directo. Dentro de las principales características de estos está la alta capacidad tecnológica, la participación en el proceso de desarrollo con el OEM y el cumplimiento de estándares de calidad y logística delimitados en conjunto con el OEM.

Algunos ejemplos de Tier 1 son; Bosch, Denso, Magna, ZF, Continental y Faurecia.

Tier 2: Son proveedores cuya función principal es suministrar componentes o subconjuntos a los proveedores Tier 1, algunos ejemplos de estos componentes son: sensores, válvulas, conectores, piezas electrónicas, cables, etc.

Tier 3: Es el nivel más básico de la cadena de proveedores, ellos proveen las materias primas o componentes más básicos que los proveedores Tier 2 requieren, por ejemplo: acero, plásticos, aluminio, tornillos, empaques, etc [5][22].

Este tipo de estructura permite una producción eficiente debido a que cada nivel se enfoca en lo que mejor sabe hacer, para comprender mejor la cadena, vea la ilustración 1-1.

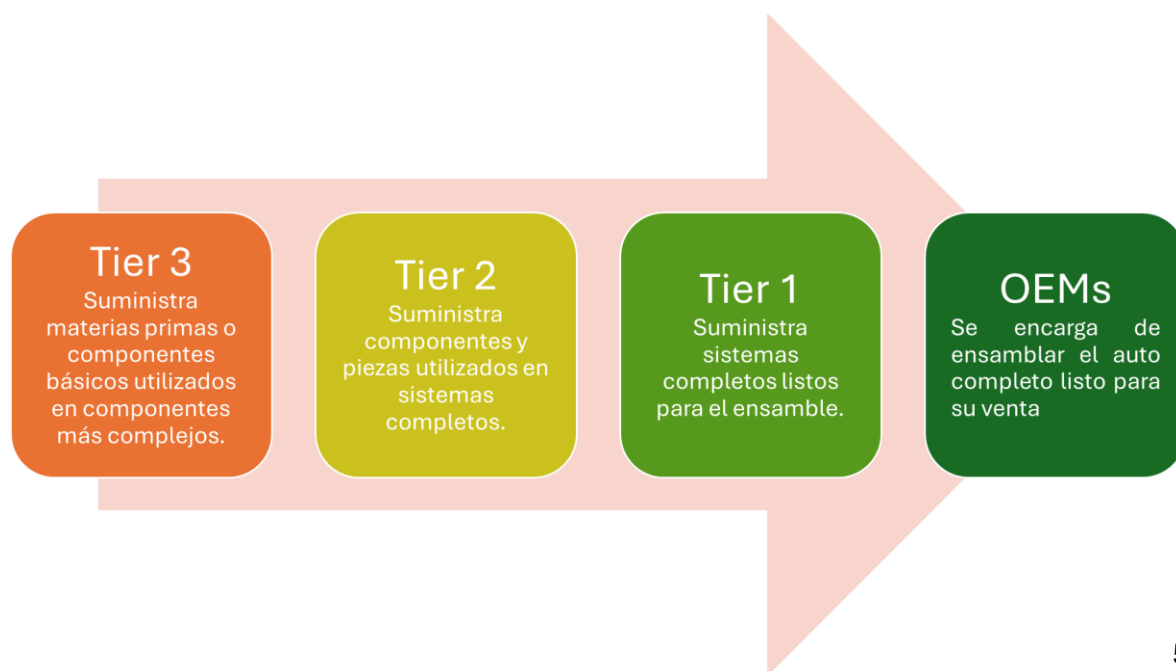


Ilustración 1-1 Estructura de la industria automotriz. [Diseño propio].

Hablando de la estructura de la industria automotriz en un ámbito geográfico, en los últimos años la industria automotriz se ha desarrollado de una forma en la que existe una interdependencia entre países y regiones, es decir, las diferentes firmas automotrices tienen presencia en múltiples países para la fabricación de sus productos, existe una descentralización, por ejemplo, no porque una firma sea japonesa quiere decir que todos sus autos y todas sus piezas se fabrican en Japón, la estructura más vista en las empresas automotrices es que centran la mano de obra en países en desarrollo, y en los países desarrollados se llevan a cabo procesos de estrategia, desarrollo y diseño, aunque esto no es un lineamiento como tal (ya que en países desarrollados también existe manufactura y en países en desarrollo llega a existir desarrollo, estrategia y diseño) se puede decir que si es una convención.

Hablar de desarrollo da una muy buena oportunidad para comenzar a profundizar más en el tema de lo que se trata en el presente documento ya que al realizar desarrollos o investigaciones de nuevos productos forzosamente se deben realizar pruebas y de estas pruebas es indispensable analizar los datos que estás arrojan para llevar a cabo una buena gestión de recursos, decisiones técnicas, análisis de parámetros importantes y KPI's de interés [4].

Procesos clave

En general, se puede decir que la industria automotriz tiene siete procesos clave:

- 1. Diseño y desarrollo del producto.**
- 2. Planificación de la producción.**
- 3. Manufactura y ensamble.**
- 4. Gestión de la cadena de suministro.**
- 5. Control de calidad.**
- 6. Gestión de cambios técnicos.**
- 7. Cumplimiento normativo.**
- 8. Postventa**

Diseño y desarrollo del producto.

Lo primero en este proceso es la *investigación del mercado*: Esto es de suma importancia ya que en esta investigación es donde se identificarán las necesidades y tendencias de un grupo de consumidores en específico y con base en estas necesidades y tendencias se creará el concepto de automóvil que justamente llegará a satisfacer estas necesidades y cumplir con las demandas de los consumidores.

Posteriormente a la investigación del mercado al que se pretende llegar a través del nuevo auto llega el *diseño conceptual*: es el nacimiento del auto, en este punto el automóvil es un concepto, no es algo tangible aún, solo está presente en bocetos, en softwares CAD y en simulaciones.

Prototipos: El nacimiento del automóvil como algo tangible, en este punto ya existen los primeros modelos físicos del auto.

Pruebas: Es aquí donde se determina si el diseño cumple o no con los requerimientos técnicos relacionados con el cliente final al que va dirigido, así como con normas legales para poder comercializarlo en otros países diferentes al de origen y sobre todo con los estándares de calidad de la empresa, algunas pruebas pueden ser de seguridad, aerodinámica, durabilidad, hermeticidad, etc.

Planificación de la producción.

Es un proceso complejo en el que se deben coordinar todos los recursos necesarios para el lanzamiento del producto (Materiales, mano de obra, maquinaria, equipamiento), para hacer esta tarea menos pesada se utilizan sistemas ERP los cuales ayudan a gestionar la cadena de suministro, realizar la planeación de la producción, así como controlar inventarios.

Una buena planeación de la producción se puede ver reflejada en indicadores como la reducción de costos y plazos, además de la satisfacción del cliente y la cobertura de la demanda.

Manufactura y ensamble.

Este se puede dividir en subprocesos:

1. Estampado: Se refiere a la transformación de láminas metálicas en piezas estructurales mediante el uso de prensas hidráulicas y herramientas de corte.
2. Soldadura: La unión de distintas piezas para crear las partes y la estructura del auto.
3. Pintura: En este proceso se pintan las piezas para brindarle no solo protección si no también un acabado y estética al automóvil.
4. Montaje final: Se refiere a la integración de todos los sistemas del auto con el motor, la carrocería el equipamiento y los interiores.

Control de calidad.

Se basan en inspecciones en la línea de producción (para asegurar la calidad del material productivo, así como los ajustes y holguras en los procesos de ensamble) pruebas funcionales a sistemas completos (frenos, dirección, refrigeración, combustible, así como a los sistemas eléctricos, de confort y de seguridad) y pruebas de rendimiento al producto terminado para garantizar el cumplimiento de estándares (como hermeticidad, de emisiones, pruebas en pista).

Gestión de la cadena de suministro.

Operaciones para abastecer de material productivo la línea de producción, con metodologías como JIT (Just-In-Time: para minimizar los inventarios y tener el material justo en el momento exacto), aunado al JIS (Just-In-Sequence: para asegurarse que los materiales no lleguen solo en el momento que son requeridos si no también en la secuencia en la que se utilizarán), Lean manufacturing (para reducir el desperdicio en la línea de producción), Kanban (para controlar el flujo de los materiales), etc.

Gestión de la logística interna y externa, transporte, almacenamiento y distribución. Así como la gestión de proveedores (evaluación y auditorías).

Gestión de cambios técnicos.

Revisión de la factibilidad o necesidad del cambio de manera multidisciplinaria (ingeniería, calidad, producción y las demás áreas involucradas).

Permisos de desviación que son las autorizaciones temporales para cambios técnicos al producto.

Actualizaciones a documentación técnica que significa las actualizaciones a las hojas de operación, instrucciones, planos, listas técnicas, BOM.

Cumplimiento normativo.

En base a las normas ambientales (Emisiones, reciclaje) y de seguridad vehicular (normas internacionales) además de certificaciones.

Postventa.

Servicio al cliente (Garantías, mantenimiento y reparaciones por siniestros), retroalimentación por parte de los usuarios (uso de datos para mejorar el diseño) y Kaizen (Eliminación de desperdicios y mejora continua) [7].

Principales desafíos

Volatilidad Global.

En el mundo actual en el que toda industria está globalizada es imposible pensar que las políticas de un país del que se obtiene materia prima por ejemplo o al que se le exportan automóviles en gran cantidad no afectaran a la industria, está claro que, al ser dependiente de varias naciones para producir y vender automóviles, políticas como impuestos, aranceles y subidas de precios afectan directamente a la industria automotriz.

En este escenario la volatilidad es un desafío bastante complejo de tratar ya que la industria no puede controlar las políticas de un país, mucho menos las de todos los países donde una marca se encuentra presente, ante esta situación las marcas automotrices solo pueden realizar un análisis y planeación exhaustiva para determinar donde llevar a cabo ciertas operaciones, reevaluar sus cadenas de suministro y sus socios clave así como adaptarse lo mejor que puedan ante crisis políticas que puedan amenazar sus operaciones.

Nuevas tecnologías.

Los consumidores de hoy en día buscan autos que consuman menos gasolina y que emitan menos gases de efecto invernadero, además claro de autos que contengan el equipamiento, confort y seguridad que se exigen hoy en día, incluso se comienza ya a hablar de automóviles autónomos, los autos híbridos y eléctricos han sido una de las mejores opciones para cubrir estas demandas sin embargo fabricar este tipo de autos con esa tecnología es complejo y adaptar las plantas de manufactura de modo que se cuente con la capacidad de producir este tipo de tecnología representa un reto bastante grande ya que no solo cambia la tecnología que va montada en el coche, las naves industriales, la infraestructura y la tecnología de las empresas también debe cambiar para crear las condiciones necesarias para manufacturar automóviles de esta naturaleza, es decir, es un cambio de dentro hacia afuera [19].

Sostenibilidad y medio ambiente.

La emisión de gases de efecto invernadero ha sido un tema de suma relevancia en los últimos años, no solo por la conciencia ambiental si no por las rigurosas legislaciones que se han hecho justamente para preservar el medio ambiente, cumplir con estos requerimientos representa un reto debido a las fuertes inversiones que se deben hacer en el desarrollo de productos que cumplan con este tipo de normas, además, no todos los países tienen las mismas leyes sobre conservación de medio ambiente, existen países cuyas leyes de este tipo son todavía más rigurosas por lo que crear modelos que puedan ser comercializados en dichos países representa sobre costos en el diseño, producción y pruebas para estos autos [8][9].

Cambios en el comportamiento del consumidor.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el auto nació como una herramienta diseñada para cubrir una necesidad en específico, el transporte, sin embargo hoy en día el consumidor busca experiencias como valor agregado, en los últimos años se ha podido observar un aumento en la demanda de la personalización de vehículos, lo que quiere decir que los usuarios ya no solo se conforman con diseños de serie, si no que buscan obtener un distintivo de los demás automovilistas, lo que orilla a las automotrices a enfrentarse a sobre costos causados por personalizaciones y afecta la rentabilidad.

Otros factores como el crecimiento demográfico, la falta de infraestructura y la inseguridad también son de suma importancia. La manera en la que transportarse de un lugar a otro ha ido evolucionando con el paso del tiempo, por un lado, es verdad que a mayor población mayor será la demanda de transporte y los compradores potenciales también aumentarán, sin embargo, la escasa oferta de vivienda y espacios cada vez complica más que una persona desee adquirir un automóvil, además la llegada de plataformas como Uber hacen que los propietarios de autos se vean reducidos ya que los usuarios prefieren pagar un servicio de transporte de esta naturaleza a tener que enfrentarse a los retos que conlleva ser propietario de un automóvil como comprar un auto, tener una vivienda que cuente con cochera, estancarse en las horas de tráfico, buscar vías que se encuentren en condiciones adecuadas para circular, la contratación de seguros, el constante alza en el precio de las gasolinas y la preocupación constante por el robo de auto partes son factores que eluden a la población a prescindir de un automóvil propio.

Antecedentes de Power BI en la industria automotriz

El análisis de datos en la industria automotriz no es un tema nuevo, desde hace algunos años las empresas han usado softwares de análisis de datos como Power BI con el objetivo de digitalizar algunos de sus procesos y dar soporte a la toma de decisiones basada en datos.

Un buen ejemplo del uso de estas tecnologías es el documentado por la empresa DataToBiz [10] el cual habla de uno de sus clientes al cual describen como “un gigante de la fabricación global con sede en los EE. UU., Especializado en la industria automotriz” el cual tuvo una serie de desafíos los cuales se pueden clasificar en 3 tipos:

Comenzando con una errada selección de proveedores además de una falta de datos clave y herramientas analíticas que facilitaran el monitoreo del desempeño de dichos proveedores, dicho problema trajo consigo impactos negativos como el aumento de costos y la incapacidad para optimizar sus procesos de adquisición de materiales.

El mal pronóstico de la demanda de los consumidores generó una **ineficiente gestión de recursos** debido a que había una serie de desabasto y exceso de materiales lo que impactó directamente a la satisfacción del cliente y la correcta distribución de recursos.

Además, la tarea de **gestionar y administrar la programación de la producción** de distintas líneas para distintos productos trajo consigo una serie de incapacidades productivas lo que a su vez generaba plazos de entrega prolongados y por ende una producción ineficiente.

Para resolver dichos problemas se planteó el diseño de tres distintos Dashboards desarrollados en Power BI los cuales mostraran datos e indicadores clave de manera que facilitaran al cliente la toma de decisiones.

Dashboard de proveedores: Se implementó un panel de datos (Dashboard) en el que el cliente pudiera consultar información clave para tomar decisiones informadas, negociar contratos de una manera más eficiente e identificar oportunidades de ahorro, esto gracias a la representación de información en tiempo real como el rendimiento de proveedores y los análisis de presupuesto vs gasto.

Dashboard para gestión de almacenes: Con este Dashboard se ofertó una mejor visualización de los almacenes, el control de inventarios y el seguimiento en tiempo real de los estatus de materiales, permitiendo así una mejor gestión de materiales reduciendo los problemas de desabasto y exceso de inventarios.

Dashboard de producción: Se desarrolló un Dashboard en el que se pudieran consultar distintos cronogramas de producción de las distintas líneas rastreando y monitoreando estos de manera que se podrían coordinar los plazos de entrega reduciendo así el plazo final y reduciendo también las ineficiencias productivas.

El uso de estos Dashboards impactó al cliente de una manera positiva, tal que, experimentó un aumento del 15% en la eficiencia del manejo de sus proveedores, redujo un 20% sus ineficiencias operativas, bajó un 18% su exceso de inventario y en general pudo experimentar un aumento del 12% en su rentabilidad además claro de una posición más consolidada en el mercado.

Así como este ejemplo existen muchos más, si bien es cierto que quizá no todos los problemas y desafíos de la industria automotriz se resuelven con el análisis y la visualización de datos, si es cierto que estas tareas son de suma importancia para generar soluciones que sean sostenibles y viables.

“Un problema bien planteado es un problema medio resuelto” – Charles Kettering. Esta idea engloba bastante bien lo que se desea lograr con el análisis y visualización de los datos ya que en cualquier problema es de suma importancia tener una clara acotación de las causas y el análisis y visualización de los datos otorga esta virtud, al analizar tendencias e información clave se puede llegar de una manera más rápida y eficiente a la solución de un problema e inclusive adelantarse al problema, es decir reaccionar de una manera proactiva y evitar un posible impacto negativo a tiempo por ello es que analizar datos es de suma importancia hoy en día, no solo para la industria automotriz, si no para cualquier sector.

Ya se habló de la importancia acerca de estar informados mediante el análisis de datos y tendencias para tomar decisiones más certeras e incluso evitar problemas futuros, pero, tampoco sirve de mucho tener bases de datos extensas y complejas de las cuales no tenemos una visualización resumida y estructurada, con esto se plantea que el recabar datos es importante pero la forma de representarlos es todavía más importante.

Por ello se presenta esta propuesta de tesina acerca de los impactos que Power BI puede tener en la industria automotriz y como puede este software repercutir en la toma de decisiones.

¿Qué es Power BI?

Power BI es una herramienta desarrollada por Microsoft, esta combina distintas aplicaciones y conectores que permiten recabar información de bases de datos para posteriormente estructurar esa información y llegar a plasmarla en reportes como tableros de datos interactivos, informes o Dashboards, además, esta permite conectar distintas bases de datos para crear relaciones lógicas y convertir datos sin relación en información coherente y representativa [1].

Fundamentos de Business Intelligence (BI)

¿Qué es?

Se puede entender como un compendio de tecnologías que facilitan la recopilación integración, análisis y visualización de información clave que es relevante para las empresas, facilitando así la toma de decisiones, esto abarca desde la recopilación de los datos necesarios para construir información útil hasta la presentación y

análisis de la misma por medio de Dashboards interactivos que integran indicadores y variables clave indispensables para el análisis y la toma de decisiones corporativas y de los distintos departamentos que conforman una empresa.

Pilares.

Se puede decir que los pilares del Business Intelligence son tres distintos procesos genéricos que se realizan para llegar a presentar un Dashboard:

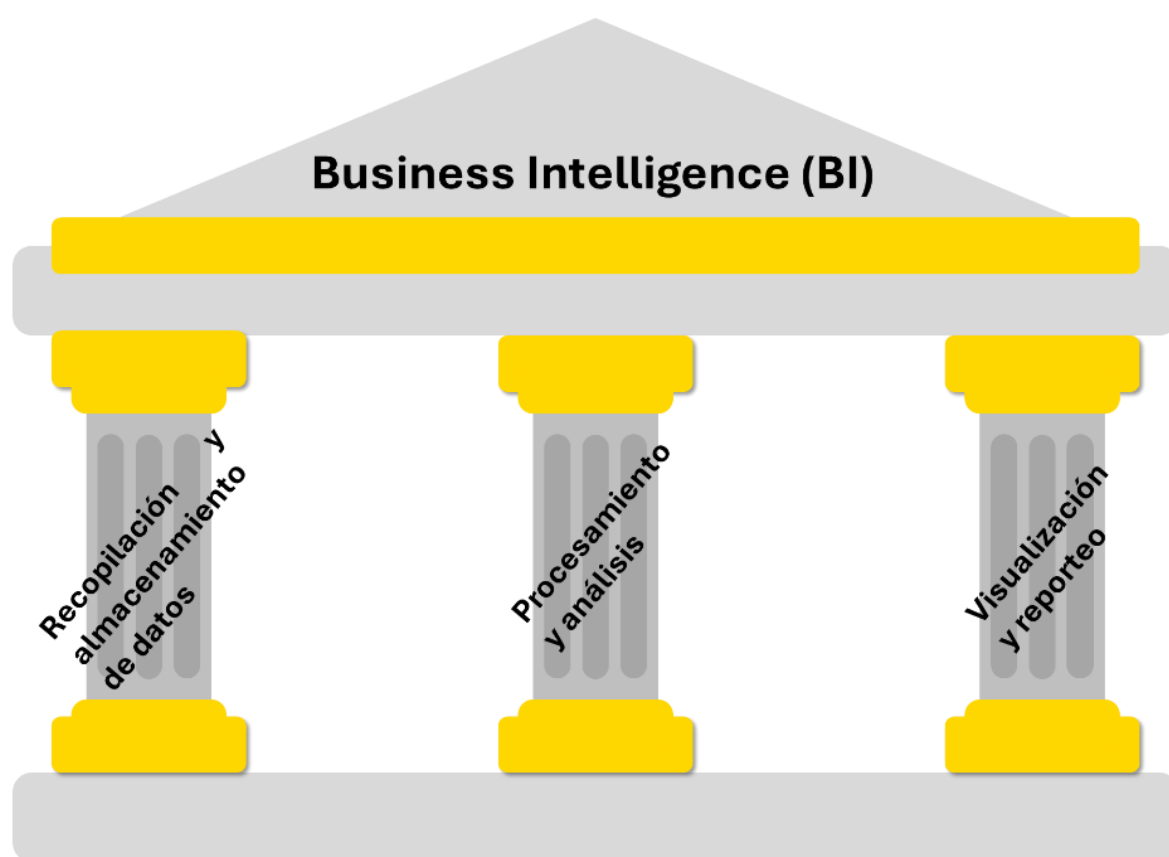


Ilustración 1-2 Pilares del Business Intelligence [Diseño propio]

Recopilación y almacenamiento de datos.

Se refiere a la tarea de recopilar datos que serán de utilidad para la construcción de información relevante para el objetivo del Dashboard, además de recopilar datos también se

debe construir una base de datos en la que se consoliden estos. Cabe mencionar que se debe realizar una correcta acotación del tipo de datos se desea recopilar para no saturar las bases de datos con información que al final no sea de utilidad o no genere un valor agregado

Procesamiento y análisis.

Este proceso clave se lleva a cabo mayormente bajo la metodología ETL (Extract, Transform, Load), por sus siglas en inglés que significan Extraer, Transformar y Cargar. En la extracción se extraen los datos de las bases para posteriormente pasar a la etapa de transformación en la que se limpian, estandarizan, convierten y transforman los datos para crear tablas consistentes y útiles (ejemplo de estas operaciones son la eliminación de duplicados, el cálculo de nuevos campos y el tratamiento de errores en el formato de los datos) para finalmente llegar a la etapa de la carga, los datos correctamente transformados pasan a un destino como una librería donde se encuentran listos para formar parte de objetos visuales que faciliten su análisis e interpretación.

Visualización y reporte.

En este proceso se diseña el Dashboard con la integración de objetos visuales y gráficos que representarán a los datos críticos que se desean analizar, en este punto se crean interacciones entre los distintos objetos que conforman el Dashboard para facilitar la comprensión de los datos y su análisis además en este proceso también se integran indicadores clave que darán los parámetros necesarios para una mejor interpretación de la información.

Lo que facilita también el reporte y presentación de información clave ante directivos, socios y colaboradores [11].

Beneficios y aplicaciones.

Los beneficios que oferta aplicar el BI son bastantes, sin embargo, entre los más destacados se encuentran:

Mejor toma de decisiones: Al tener la posibilidad de consultar información crítica en un periodo de tiempo corto con interacciones que facilitan la comprensión de esta se puede llegar a una decisión más acertada de una manera más fácil y rápida.

Optimización de procesos: Identificando cuellos de botella, ineficiencias y posibles problemáticas con el análisis de datos y tendencias, además de prácticamente automatizar el proceso de generación de reportes en algunos casos.

Ventaja competitiva: Teniendo la posibilidad de analizar tendencias en el mercado las empresas pueden reaccionar de mejor manera a cambios en las preferencias de sus clientes y adaptarse mejor a estas.

Además de la infinidad de usos que se le puede dar de manera interna analizando información que los diferentes departamentos de la empresa ya que este conjunto de tecnologías no es exclusivo de un departamento o área en específico su uso puede migrar desde la producción hasta las finanzas.

Historia y evolución de Power BI

El lanzamiento de Power BI se dio por la necesidad de Microsoft de generar una herramienta de Business Intelligence de mayor accesibilidad y modernidad, sin embargo, sus primeras “versiones” se remontan a complementos (Power Pivot y Power View y posteriormente Power Query) en Excel.

Ya en el año 2014 Microsoft lanza de manera independiente el software Power BI dejando de ser un complemento de Excel, sin embargo, el motor de transformación de datos Power Query permanece como complemento en Excel e incluso migra a Power Query.

En el año 2015 se anuncia el servicio de nube de Power BI y de esta manera se facilita la interconexión ya que este servicio permitió compartir y publicar Dashboards de manera pública y corporativa.

No fue hasta el periodo de 2016 – 2022 que Power BI se consolidó como una de las soluciones de Business Intelligence más utilizadas.

En 2016 Microsoft lanza el software como una aplicación de escritorio gratuita, en 2017 sale a venta su versión premium la cual permitía analizar volúmenes de datos más grandes en comparación a su versión gratuita, así como la posibilidad de compartir Dashboards mediante el uso de su servicio en la nube.

En el año 2018 Power BI incorpora el uso de inteligencia artificial permitiendo al usuario encontrar información clave sin tener mucho conocimiento técnico, integrando funciones como Q&A (Preguntas y Respuestas en lenguaje natural) en la que el usuario puede hacer preguntas como “¿Ventas por región en 2023?”. Entonces Power BI interpreta la pregunta y genera automáticamente una visualización adecuada (tabla, gráfico, etc.). Además de muchos otros usos de la IA (Inteligencia artificial).

En 2020 Teams integra Power BI lo cual facilitó aún más el trabajo colaborativo con funciones como compartir Dashboards directamente en chats o reuniones, buscar estos Dashboards compartidos directamente en el entorno de Teams como si de un mensaje de texto se tratara y comentar las visualizaciones dentro de Teams.

En 2021 – 2022 se introduce Power Goals, una herramienta que facilita la gestión de objetivos dentro de un equipo de trabajo, permitiendo así el seguimiento en tiempo real para alcanzar metas vinculadas a KPI's.

Desde entonces Power BI ha ido evolucionando, integrando mejoras en el proceso de transformación, carga, importación, exportación y visualización de datos [12].

Principios de visualización de datos

Una buena representación de los datos puede otorgar la capacidad de descubrir patrones, tendencias y valores atípicos que no se ven de una forma simple en tablas, por ello, es crucial seleccionar de manera cuidadosa los objetos visuales o gráficos con los que se representan los datos ya que esto no solo da la capacidad antes mencionada, también facilita la comunicación de la información de una manera clara, concisa, rápida y efectiva.

Los datos se pueden clasificar en dos principales tipos:

Cuantitativos: Son datos de tipo numérico que se pueden medir ejemplo de ellos son ventas, temperaturas, volúmenes de producción, cantidades de inventario, etc.

Cualitativos: Mayormente son descriptivos, les dan contexto a los datos cuantitativos, por ejemplo, categorías, fechas, descripciones de clientes, etc.

Elección de objetos visuales.

Como se mencionó anteriormente, este proceso es crucial para una buena interpretación de datos, aquí toma relevancia el tipo de datos, “¿son cualitativos o cuantitativos?” es importante hacer esa pregunta para colocarlos en objetos visuales de manera tal que se complementen y faciliten la comprensión de la información.

Existe demasiada variedad de gráficos que se pueden incluir en un Dashboard sin embargo se hablará de cinco principales tipos y su utilización:

1. Gráficos de barras:

Aunque dentro de esta categoría existen muchas más su principal función es el contraste entre diferentes categorías.

2. Gráficos de líneas

Ideales para analizar tendencias y distintas variables, así como acumulados

3. Gráficos de pastel:

Representan las partes de un todo, como rebanadas de pastel, son útiles para la comparación de pocas categorías, pero no recomendados para comparaciones exactas.

4. Gráficos de dispersión:

Revelan la relación entre distintas variables por medio de puntos, existe una variación de este gráfico, el grafico de burbujas, el cual amplía el tamaño de cada punto en función de una tercera variable.

5. Mapas de calor:

Se usan principalmente para representar un patrón de datos según la intensidad de las variables, pueden ser geográficos (mediante el uso de mapas) o matriciales (usando una matriz con ejes determinados).

Además de la correcta utilización de los elementos visuales existen principios en la representación de la información que se deben cumplir si se desea crear un Dashboard funcional:

- ✚ Claridad: Cada elemento agregado deberá cumplir un propósito además de evitar el exceso de información y de elementos ornamentales para no saturar la visualización.
- ✚ Elección del gráfico adecuado: Analizar los tipos de datos y el mensaje que se desea dar para elegir un gráfico que cumpla con ese propósito.

- ✚ Uso de señales visuales: Los seres humanos interpretamos mejor las longitudes que los ángulos y las áreas por ello crear un diseño priorizando la posición y longitud de los elementos visuales es crucial.
- ✚ Incluir el cero: En algunos gráficos la omisión del número cero puede llegar a distorsionar la percepción de la información generando confusión.
- ✚ Evitar distorsiones: Como complemento al punto anterior, no es recomendable manipular escalas ni proporciones que puedan hacer más o menos evidentes diferencias.
- ✚ Orden de las categorías: El orden alfabético no siempre es el adecuado para usar en estos casos, se debe priorizar el orden por magnitud o relevancia.

Es importante recordar que el diseño, la relación, interacción y correcta armonización de los gráficos, elementos visuales y complementos que se integren a un Dashboard son lo que le otorga al usuario la capacidad de comprender, analizar y sobre todo difundir la información de manera correcta [13].

Objetivos

Objetivo general.

Desarrollar una herramienta digital (Dashboard) en Power BI que optimice la trazabilidad de los materiales productivos en la planta automotriz, mediante objetos visuales interactivos que faciliten la interpretación de los datos provenientes del sistema ERP. Esta herramienta deberá presentar información depurada y útil para realizar una planeación de materiales eficiente además de facilitar el análisis financiero relacionado con el capital invertido y contribuir a la toma de decisiones de los departamentos de finanzas y logística [18].

Objetivos específicos.

- ✚ **Mostrar información actualizada proveniente del sistema ERP.** Incorporando indicadores clave y garantizando su actualización, con el propósito de facilitar la toma de decisiones por parte de los especialistas y gerentes.
- ✚ **Implementar indicadores predictivos en el Dashboard,** para identificar posibles problemas antes de que ocurran.

- ✚ **Optimizar la trazabilidad de los materiales.** Mediante la integración de una contabilización completa de los materiales en cada uno de sus estatus.
- ✚ **Reducir el tiempo en el proceso de análisis.** Mediante la sustitución de reportes estáticos (como en los sistemas ERP) por visualizaciones interactivas en Power BI.
- ✚ **Elaborar un manual de usuario y documentar el proceso de desarrollo.** Para operar y modificar el Dashboard, según los requerimientos de los operarios.

Justificación

Contexto del problema

Actualmente una empresa automotriz encargada de la manufactura de motores presenta un problema en el control de insumos para poder producir un motor ya que no se tiene una gestión clara de los inventarios en los almacenes de insumos, este descontrol es causado ya que hay material que se tiene en almacén, material que está en tránsito (es decir, va camino a la planta), material que se encuentra en revisión por parte de calidad y material que ya se está consumiendo en la línea.

Al no tener esta comunicación entre los diferentes estatus en los que se encuentran los materiales (en tránsito, en almacén, en la línea de producción o en revisión) los empleados encargados de hacer los requerimientos de insumos realizan esta tarea (solo en base al volumen de producción planeado) de forma errónea ya que solo poseen información del material que está disponible en el almacén, sin tomar en cuenta el material que va camino a planta, el que ya está siendo consumido o el que está en revisión por parte del departamento de calidad. Esto genera que haya una inflación de material, es decir, se pide más material del que realmente se necesita para llegar al volumen de producción planeado con un stock saludable.

Relevancia del proyecto

Es de suma importancia atender los problemas presentados en el contexto ya que no es saludable financieramente tener esta inflación en el capital invertido. Entiéndase como capital invertido a “la suma de recursos puestos a disposición con el propósito de generar ingresos y valor” [2], en este caso en específico se trata del material productivo que la

empresa utiliza en los motores. Los problemas antes presentados pueden tener repercusiones significativas, por ejemplo:

- ✚ Elevación de los costos de almacenamiento: Al tener más material del necesario obviamente se debe contar con un lugar donde almacenarlo, además de recursos adicionales como un proveedor que administre el almacén, un lugar con las condiciones apropiadas para el almacenamiento (en el caso de materiales que requieran un manejo especial), equipo de seguridad y carga para manipular los materiales y, por ende, estos costos se elevan significativamente.
- ✚ Obsolescencia: Los materiales pueden llegar al fin de su vida útil o deteriorarse, e inclusive por políticas de calidad de la planta quedar obsoletos después de cierto tiempo en almacén lo cual también genera pérdidas.
- ✚ Liquidez reducida: El capital invertido que se encuentra en un exceso de inventario no está disponible para otras necesidades operativas o inversiones, lo que puede limitar la capacidad de la empresa para responder a oportunidades o emergencias financieras.
- ✚ Desajuste de presupuesto: Al gastar más recursos en el capital invertido que representa este exceso de materiales, el gasto real es significativamente mayor a lo que ya se tenía presupuestado.

Para no llegar a tener estas repercusiones se plantea la creación de un Dashboard en el cual se tenga una rastreabilidad de los materiales interconectando distintas bases de datos que la planta maneja, con esto se pretende generar un conteo del material que realmente se tiene ya sea que este en tránsito, en almacén, en la línea de producción o en revisión por parte del departamento de calidad y que de esta forma se llegue a una mejor planeación (en base al volumen de producción) cuando se haga el requerimiento de material, considerando un stock y días de alcance saludables y todo el que ya se posee como capital invertido, además de asegurar la producción cuando haya arranques de nuevos proyectos.

Alcances

Con este proyecto no solo se espera mejorar la eficiencia en la planeación de almacenes, sino llegar a un estado en el que estos se acerquen más a una filosofía JIT (Just In Time), filosofía de producción originada en Japón, especialmente asociada con Toyota, que busca minimizar

inventarios y producir solo lo necesario, en el momento justo [3], con ello se buscan los siguientes beneficios:

- ✚ Apoyar a los distintos departamentos de la empresa a tener un mejor control sobre los materiales productivos que gestionan.
- ✚ Facilitar el análisis al departamento de finanzas de la planta implementando indicadores críticos para lograr un control de presupuestos en colaboración con la producción.
- ✚ Reducción de costos de almacenamiento al erradicar la elevación de costos causados por la inflación de material en stock.
- ✚ Mayor eficiencia: Haciendo el proceso de producción más ágil y eficiente.
- ✚ Respuesta rápida al mercado: Rápida adaptabilidad a las demandas del mercado.
- ✚ Lograr ahorros en capacitación, entrenamiento de la aplicación de esta herramienta, teniendo a la mano el manual de usuario.
- ✚ Lograr que otros departamentos apliquen esta herramienta adecuándola a sus procesos para facilitar la comunicación entre áreas.

Limitaciones

- ✚ Confidencialidad de la empresa: Habrá elementos gráficos en este trabajo que no se puedan demostrar del todo, se usará marca de agua para proteger información sensible.
- ✚ Inconsistencia en los datos: Debido a la gran cantidad de materiales productivos que la empresa maneja no siempre se tiene una estandarización en la información que suben a sus sistemas.
- ✚ Datos erróneos: Al igual que en el punto anterior la cantidad de materiales muchas veces provoca que no se les dé una baja o una actualización de precios, esto provocaría estar trabajando con datos erróneos.
- ✚ Capacitación y adopción: la llegada de esta herramienta puede ser abrumadora para algunos empleados de la empresa, lo que les podría dificultar su uso.

Consideraciones éticas (Confidencialidad)

Con el objetivo de respetar la confidencialidad de la empresa colaboradora, se ha decidido no revelar su nombre ni detalles específicos que puedan comprometer su identidad. Asimismo, se ha trabajado bajo las restricciones establecidas por la organización en cuanto al manejo de información sensible, incluyendo datos técnicos, operativos y estratégicos relacionados con el proyecto. Toda la información utilizada ha sido tratada con responsabilidad y discreción, asegurando que su uso se limite exclusivamente al propósito académico de esta investigación. Además, se ha evitado la divulgación de cualquier contenido que pudiera afectar la propiedad intelectual, la competitividad o la seguridad de la empresa.

Capítulo 2 Metodología

Descripción del entorno

Una empresa automotriz donde se ensamblan motores presenta una problemática severa, ineficiencias para gestionar materiales productivos, la ineficiencia que se presenta repercute en sobre stock de ciertos materiales y desabasto en otro tipo de materiales, lo que resulta seriamente negativo debido a que esto no es saludable, ni productiva ni financieramente.

El hecho de tener un sobre stock genera múltiples problemas para una empresa, a continuación, se presentan los más evidentes:

1. Exceso de capital invertido.

Entiéndase como capital invertido a todo ese recurso financiero con el que la empresa puede operar y crecer. El capital invertido engloba muchísimas clasificaciones, y puede ir desde un punto de vista más financiero como utilidades retenidas, aportaciones de los socios de la empresa, reinversiones, préstamos, etc., hasta un punto de vista de propiedad, como maquinaria, equipos especializados, herramientas, infraestructura, material productivo. Este último es el que se analizará a continuación.

El hecho de tener un exceso en los materiales productivos representa un fuerte gasto para la empresa, eleva justamente sus cuentas de capital invertido y esto se traduce como un impacto

fuerte y sobre todo negativo en su cierre financiero que mes con mes se realiza, además esta problemática también se puede ver fácilmente en desajustes de presupuesto e incluso puede llevar a los inversionistas o socios de la empresa a preguntarse si esta sigue siendo rentable para invertir en ella.

Pero este no es el único impacto negativo que genera un exceso en el capital invertido, al tener dinero invertido en material, la empresa puede ver una baja importante en su liquidez y esto es un problema debido a que puede no ser tan rápida o efectiva para responder ante ciertas situaciones como oportunidades estratégicas, por ejemplo, alianzas con otras empresas del sector, inversiones en crecimiento e incluso llegar a generar interrupciones de las operaciones por no tener la posibilidad de comprar otra clase de material productivo o equipos.

2. Elevación de costos de almacenamiento

Otro punto importante por tratar en esta problemática es el aumento en los costos de almacenamiento ya que, aunque la empresa cuenta con sus propios almacenes el costo puede incrementar dependiendo de muchos otros factores, estos factores pueden ser recursos humanos ya que al tener un mayor volumen de material hacen falta más personas que se encarguen de administrarlo, manipularlo y surtirlo a las líneas de producción, así como tecnologías de la información que son costosas.

Por ejemplo, no es la misma situación si se da entrada a 100 lotes de material que si se da entrada a 200 o 300 lotes. Surge la pregunta “¿Qué tanto trabajo puede ser ingresar 100 o 200 lotes extra en un día?”, la respuesta es que esta tarea no es tan sencilla como suena, detrás de esta “simple” tarea de ingresar lotes hay más operaciones de las que pareciera, para empezar el departamento de seguridad de la planta debe dar ingreso al camión que transporta estos materiales, debe haber un persona encargada de darle entrada a este material a nivel sistema, es decir, registrar el número de parte y cantidades para tener un inventario digital. Debe haber una persona que transporte con un montacargas el material para llevarlo a la locación que le corresponde, hasta el momento ya hay tres personas y tres procesos relacionados con una entrada de materiales, al incrementar el volumen de materiales llegará un punto en las que

estas tres personas no sean las suficientes para llevar estos tres procesos de manera eficiente, lo que se traduce en contrataciones de más personal, la compra de más equipos TI (de registro a nivel sistema, como computadoras, lectores de códigos de barras e impresoras), de carga y transporte (como montacargas y tractores para transportar los lotes de material) y zonas de almacenamiento temporal.

Al igual que energías auxiliares (energía eléctrica, drenaje, agua, aire, etc.), instalaciones anti-incendio, señalética, etc. Todo esto se traduce en dinero, por lo tanto, en incremento de costos.

Hasta ahora solo se habló de los costos extra que se generarían por los recursos humanos, equipos e instalaciones, pero “¿qué pasa con los materiales de manejo especial?”. Existen materiales, sobre todo en el montaje de un motor, que deben cumplir con ciertas especificaciones de almacenamiento y manipulación para garantizar la calidad de estos, ya sea condiciones de temperatura, condiciones de electricidad estática, asegurar que el material no se golpee porque es frágil, desde un inicio el hecho de cumplir con estas especificaciones de almacenamiento y manejo ya representan un costo extra, obviamente al incrementar el volumen incrementa el costo para mantener esta clase de manejo especial.

3. Obsolescencia

Este punto es ciertamente otro muy importante, existen materiales que tienen una obsolescencia por dejar de cumplir con especificaciones y propiedades técnicas que son necesarias para cubrir las necesidades de estándares de calidad que los motores requieren, entiéndase como una especie de fecha de caducidad. Esto también genera un problema porque un material al no poder cumplir con las especificaciones de calidad señaladas se debe desechar, se convierte en scrap, y al enviarlo a la basura o confinamiento, también cuesta, no solo el valor perdido que ya se gastó en ese material, si no, el manejo para desecharlo e incluso su destrucción ya que si es un material especial se debe destruir para que no pueda ser usado por otro ente que no sea la misma empresa o que pueda existir el robo de propiedad intelectual.

Otro punto para analizar en el tema de la obsolescencia son los materiales exclusivos. Dentro de la empresa existen materiales que son de uso exclusivo para ciertos tipos de motores,

“¿Qué es lo que llega a pasar cuando estos motores se van a dejar de producir en un corto plazo y el departamento de compras sigue haciendo pedidos de materiales exclusivos?”. Claramente llegará un punto en el que se tenga un buen stock de esos materiales y no se puedan utilizar ya que el único motor que los consumía ya no es producido por la empresa. Nuevamente, se vuelven materiales obsoletos que hay que desechar y por tanto gastar dinero en ello.

Todo esto no sería realmente un problema pero tendría que ser un caso en el que el volumen de materiales productivos coincide con el volumen de piezas producidas, ya que incrementarían los costos, pero también lo harían las ganancias, lamentablemente este no es el caso que se analiza en este trabajo, la situación actual, la descripción del entorno es: hay un exceso significativo de material productivo comparado con el volumen necesario para la producción, es decir, existe más material del que realmente se necesita y por lo tanto ya se tiene gran parte de la problemática antes mencionadas y algunas otras que amenazan latentemente a la compañía.

Solución planteada

La solución que se propone ante estos problemas es la creación de una herramienta la cuál ayude a concentrar información que sea de especial utilidad para el departamento de compras en el sentido de que les ayude a planear mejor la disposición de sus materiales, además que esta herramienta también sea de gran ayuda para el departamento de Finanzas para poder optimizar el proceso de análisis financiero en el que se buscan las causas de anomalías en sus presupuestos y pronósticos, es decir, que les ayuden a dar mejor detalle de estos problemas.

Y lo más importante que esta herramienta no solo sea para tomar acciones correctivas, si no que muestre este consolidado de información de manera que se puedan tomar decisiones y acciones preventivas para erradicar problemas incluso antes de que comiencen.

En resumen, se plantea desarrollar esta herramienta como un Dashboard, que sea capaz de otorgar la información deseada para analizar tendencias que además otorgue detalle de problemas que se puedan dar y que sirva como monitoreo y control de los materiales productivos tomando en cuenta variantes como el volumen y el paro de producción de motores. Y que además de todo esto sea de una fácil actualización y otorgue una interfaz

amigable con el usuario de manera tal que cualquier persona sea completamente capaz de utilizarlo.

Consideraciones a las limitaciones.

Inconsistencia de los datos.

Para tratar esta limitante lo que se planteó fue la integración de operaciones condicionales internas en Power Query (Motor de transformación de datos para Power BI y Excel) con las que se identificarán los datos que no seguían un estándar para posteriormente realizar una serie de operaciones aritméticas que permitiera la estandarización correcta de todos los datos con la intención de erradicar las inconsistencias

Datos erróneos.

En este caso la única acción que se pudo tomar fue una detección e identificación de errores en el motor Power Query para poder notificarle al área encargada de administrar el sistema ERP de la empresa (recordar que la gran mayoría de la información que el Dashboard muestra proviene de ese sistema) para que esta área llevara a cabo la corrección pertinente, ya que no se contaba con las licencias para la manipulación de datos del sistema

Capacitación y adopción.

En este caso se impartieron capacitaciones a los responsables de consultar y actualizar el Dashboard con temas puntuales como la actualización de la base de datos, la descarga de la información, la actualización del Dashboard, el tratamiento de posibles fallas y sobre todo la reedición para necesidades específicas de los dos departamentos que utilizarán el Dashboard.

Además, se creó un manual de usuario, no solo con los temas puntuales antes mencionados, si no con la anexión de temas propios del modelado de datos, uso de Power Query y uso de Power BI, lo que permitirá al usuario comprender el origen y transformación de la información presentada, así como generar nueva información y presentarla en el mismo Dashboard.

Diseño del proyecto

El diseño del proyecto comenzó desde la creación de las librerías de almacenamiento de datos, estas librerías son las encargadas de almacenar datos sin procesar siguiendo una estructura y nomenclatura definidas con la intención de facilitar la actualización del Dashboard.

Se optó por una distribución de 4 carpetas como se puede ver en la ilustración 2-1.

Nombre	Estado	Fecha de modificación	Tipo
01. Motores	✓	12/09/2025 09:03 a. m.	Carpeta de archivos
02. Stocks	✓	12/09/2025 09:03 a. m.	Carpeta de archivos
03. Costo	✓	12/09/2025 09:03 a. m.	Carpeta de archivos
04. Información de Finanzas	✓	12/09/2025 09:03 a. m.	Carpeta de archivos

Ilustración 2-1 Librerías de almacenamiento de datos [Diseño propio]

En esta ilustración se observan cuatro carpetas que albergan la información que se descarga del sistema ERP de la empresa, en la primera carpeta “01. Motores” se encontrarán las listas técnicas de los distintos motores que se fabrican. En la carpeta “02. Stocks” el informe completo de los almacenes de la empresa y el reporte de los materiales en tránsito, la carpeta “03. Costeo” guarda el reporte de costos de los materiales del mes corriente y la carpeta “04. Información de finanzas” contiene los reportes de Forecast y de volumen del mes corriente.

Además del diseño de las ligr también fue necesario el diseño de la base de datos necesarios para la construcción de las visualizaciones del Dashboard.

Se tomó la decisión de construir la base de datos en Excel, desacoplando el proceso ETL dividiéndolo en dos etapas, la primera en Excel realizando operaciones complejas de extracción y transformación de datos para posteriormente cargar datos ya procesados a Power BI lo que permite modularizar el flujo de datos. Esto reduce la carga computacional en Power BI, ya que recibe datos ya transformados, lo que acelera el tiempo de carga y actualización del modelo.

Fundamento técnico: Power BI ejecuta los pasos de transformación cada vez que se actualiza el dataset. Si esos pasos ya se realizaron en Excel, el motor de Power BI solo realiza la carga, no la transformación.

Además, el software Excel permite al usuario restaurar copias de versiones anteriores de un mismo archivo lo que permite restaurar datos “perdidos” de una actualización a otra manteniendo así una copia de seguridad y una rastreabilidad de los datos en todo momento.

La base de datos consta de 8 diferentes tablas cuya distribución es útil y necesaria para crear las relaciones pertinentes en Power BI para poder lograr las interacciones del Dashboard. Dicho esto, la distribución de las tablas en la base de datos es la siguiente:

Tabla maestra: esta tabla únicamente relaciona el número de parte con la descripción del componente (Nombre coloquial con el que se le conoce al componente).

Número de parte	Descripción
703.872.877	Sensor presión aceite
222.152.356	Tensor de cadena o banda
701.476.665	Termostato
413.966.600	Fajas de sincronización
621.180.842	Riel combustible
116.104.502	Conductos internos lubricación
517.523.804	Sensor presión combustible
564.429.689	Sensor de posición del árbol de levas (CMP)
195.755.254	Sensor MAF (flujo de aire)

Tabla 2-1 “Maestra” [Diseño propio]

Tabla componentes: Relaciona el número de parte de los componentes con la cantidad a utilizar (según las listas de información técnica), la unidad de medida asignada a cada componente y el motor al que se monta.

Número de parte	Cantidad	Unidad	Motor
169.297.801	2	pieza	Tipo_1
222.152.356	12	pieza	Tipo_1
104.993.834	1	pieza	Tipo_2
234.782.559	2	pieza	Tipo_2
169.297.801	8	pieza	Tipo_2
104.993.834	6	pieza	Tipo_3
155.477.985	2	pieza	Tipo_4
222.152.356	8	pieza	Tipo_5

Tabla 2-2 "Componentes" [Diseño propio]

Orígenes: Esta tabla solo relaciona el número de parte de cada componente con el país o región de origen de este.

Val Type	Número de parte
NORT AM	703.872.877
NAC	222.152.356
EUROPA	701.476.665
OT	413.966.600
NAC	621.180.842
NORT AM	116.104.502
ASIA	517.523.804
ASIA	564.429.689
OT	195.755.254

Tabla 2-3 "Orígenes" [Diseño propio]

Reporte general: es la tabla más robusta de todo el proyecto relaciona el componente con una llave (concatenación del número de parte y el origen) y el stock que se tiene en los distintos estatuss (bloqueados, en almacén, en el proceso, en tránsito, etc.), el costo del material y además se le agrega una etiqueta de clasificación para ubicar esa cantidad de stock en las diferentes categorías de los materiales (Materia prima, material en proceso y producto terminado).

Número de parte	Almacén	Cantidad	Clasificación	Categoría	Llave
976.489.915	2	14184	En Almacén	Materia Prima	NAC(976.489.915)
464.583.347	3	14932	En Proceso	En Proceso	EUROPA(464.583.347)
464.583.347	2	5611	En Almacén	Materia Prima	EUROPA(464.583.347)
902.367.241	1	6079	En Almacén	Materia Prima	NAC(902.367.241)
902.367.241	1	10292	En Almacén	Materia Prima	NAC(902.367.241)
902.367.241	2	14091	En Almacén	Materia Prima	NAC(902.367.241)
701.476.665	2	12354	En Almacén	Materia Prima	EUROPA(701.476.665)
701.476.665	3	8915	En Proceso	En Proceso	EUROPA(701.476.665)
701.476.665	1	13203	En Almacén	Materia Prima	EUROPA(701.476.665)
441.607.674	2	11502	En Almacén	Materia Prima	NAC(441.607.674)
441.607.674	4	13763	En Almacén	Materia Prima	NAC(441.607.674)
413.966.600	2	8397	En Almacén	Materia Prima	OT(413.966.600)
413.966.600	4	3770	En Almacén	Materia Prima	OT(413.966.600)
843.411.451	2	11926	En Almacén	Materia Prima	ASIA(843.411.451)
632.611.811	4	16156	En Almacén	Materia Prima	NAC(632.611.811)
632.611.811	2	10471	En Almacén	Materia Prima	NAC(632.611.811)
434.904.102	4	10008	En Almacén	Materia Prima	OT(434.904.102)
148.395.137	5	11702	Producto Terminado	Producto Terminado	EUROPA(148.395.137)

Tabla -4 "Reporte General" [Diseño propio]

Costo por pieza: Esta tabla solo relaciona los números de parte con la cantidad de uso, el costo que tiene utilizar ese componente en esa cantidad y el motor al que se monta el componente. Se puede ver como una lista técnica costeadada.

Número de parte	Cantidad	Unidad	Motor	Costo	Costo por pieza
169.297.801	2	pieza	Tipo_1	105	210
104.993.834	1	pieza	Tipo_2	2.04	2.04
169.297.801	8	pieza	Tipo_2	105	840
104.993.834	6	pieza	Tipo_3	2.04	12.24
155.477.985	2	pieza	Tipo_4	67	134
145.585.256	7	pieza	Tipo_4	3.23	22.61
104.993.834	6	pieza	Tipo_5	2.04	12.24
169.297.801	10	pieza	Tipo_5	105	1050

Tabla 2-5 "Costo por pieza" [Diseño propio]

Tabla de costos: Relaciona el número de parte de un componente con su llave (concatenación del número de parte y el origen) y el costo que este tiene en función al origen ya que, aunque existan dos componentes iguales su precio varía si el país o región de origen son diferentes.

Val Type ▼	Número de parte ▼	Llave ▼	Costo ▼
NORT AM	703.872.877	NORT AM(703.872.877)	4.98
NAC	222.152.356	NAC(222.152.356)	127
EUROPA	701.476.665	EUROPA(701.476.665)	2.31
OT	413.966.600	OT(413.966.600)	2.87
NAC	621.180.842	NAC(621.180.842)	93
NORT AM	116.104.502	NORT AM(116.104.502)	2.42
ASIA	517.523.804	ASIA(517.523.804)	4.86
ASIA	564.429.689	ASIA(564.429.689)	57
OT	195.755.254	OT(195.755.254)	45
EUROPA	564.121.120	EUROPA(564.121.120)	37
OT	808.623.393	OT(808.623.393)	2.86

Tabla 2-6 "Costos" [Diseño propio]

Costo promedio, esta tabla solo muestra la relación del número de parte de un componente con el costo promedio ponderado.

Número de parte ▼	Promedio ▼
703.872.877	4.936
222.152.356	123
701.476.665	2.346
413.966.600	2.912857143
621.180.842	93

Tabla 2-7 "Costo promedio" [Diseño propio]

Volumen: Tabla que relaciona un motor con un mes de producción y la cantidad de producción que se tendrá ese mes.

Motor	Mes	Volumen
Tipo 1	Marzo	987
Tipo 1	Septiembre	2478
Tipo 1	Octubre	2156
Tipo 2	Febrero	2369
Tipo 2	Mayo	6000
Tipo 2	Septiembre	4925
Tipo 2	Octubre	3200
Tipo 2	Diciembre	1321
Tipo 5	Febrero	10369
Tipo 5	Octubre	11200

Tabla 2-8 "Volumen" [Diseño propio]

Forecast: Otorga los totales de impactos en millones de dólares para las tres categorías de los materiales (Materia prima, Material en proceso y producto terminado).

Materiales	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Totales
Material en proceso	1.3	1.8	2.3	3	3.1	3.1	3.2	2.9	2.9	2.6	2.3	1.8	30.3
Materia Prima	2.8	3.5	4.3	4.9	6.3	5.8	5.8	6	4.7	4.1	3.5	2.9	54.6
Producto terminado	11.2	12	12.6	12.8	13	14.2	15.8	16	14.8	16.2	13.1	15.3	167

Tabla 2-9 "Forecast" [Diseño propio]

A partir de las problemáticas y solución planteadas se diseñó un Dashboard de 7 páginas el cual muestra información desde la más básica hasta la más específica y compleja que permite llevar a cabo un análisis de anomalías en los sistemas de gestión y una mejor planeación de los materiales, basado en las necesidades a cumplir de la empresa. Se diseñó la siguiente distribución del Dashboard:

Forecast vs Real

Esta página muestra un estado general de las finanzas de la empresa en cuanto a material productivo se refiere, muestra una comparación de la suma general de los millones de dólares invertidos en cada una de las diferentes categorías del material (Materia prima, material en el proceso y producto terminado), tanto para el total planeado (información que proporciona el departamento de Finanzas de la empresa), como el real (estimado mediante cálculos realizados con la información proveniente del sistema ERP de la empresa). Además, dota al usuario de indicadores clave como los días de alcance de estas tres categorías y la última fecha de actualización de la información, vea la ilustración 2-1.

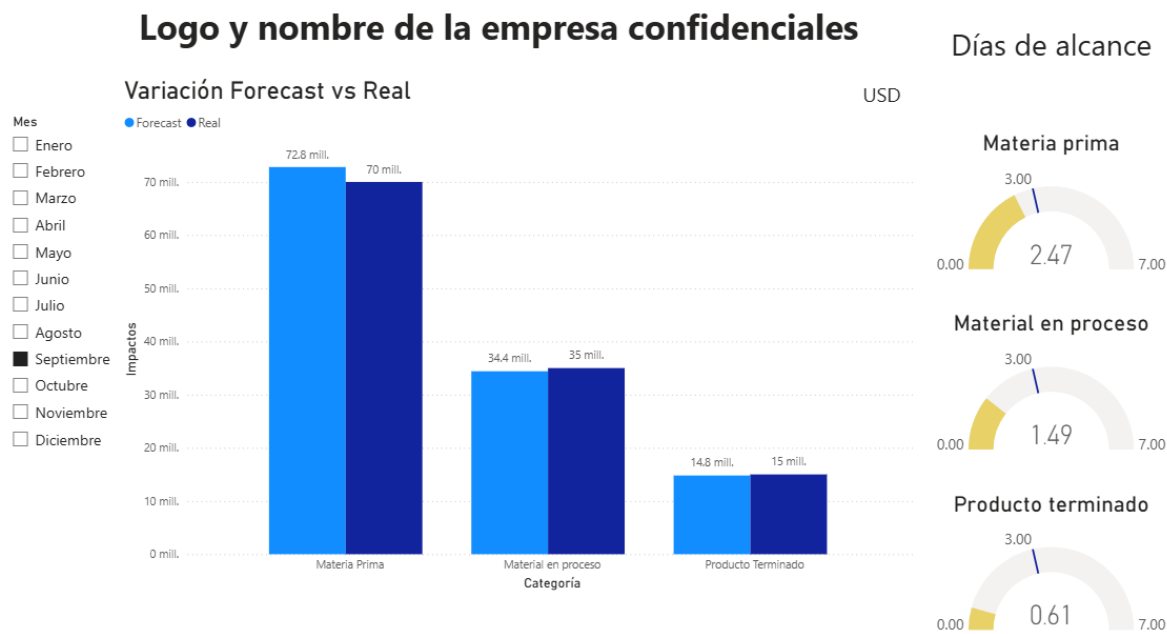


Ilustración-2-2 Página 1 Forecast vs Real [Diseño propio]

Materia Prima

Esta página le mostrará un estatus del top 10 de los impactos más fuertes en la Materia prima, tanto en millones de dólares como en el stock, además otorga el KPI de los días de alcance de esta categoría y la opción de buscar un material en específico o seleccionar alguno para limitar la información de las páginas posteriores de tal manera que muestren solo información referente al material que se selecciona desde esta página.

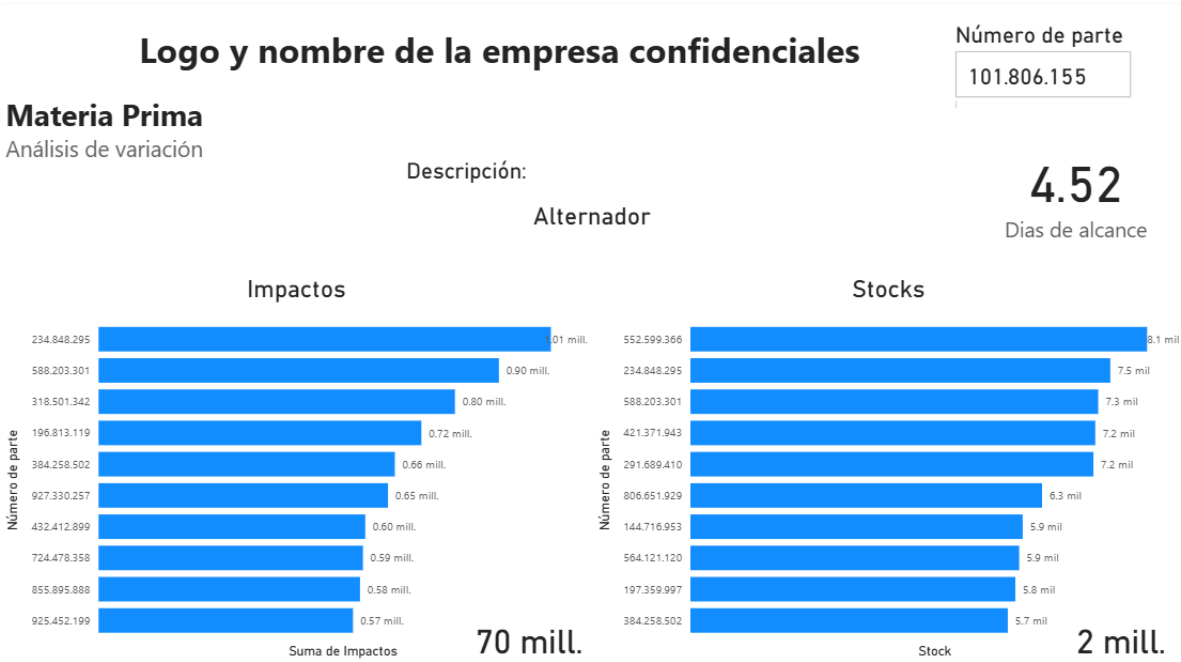


Ilustración 2-3 Materia prima [Diseño propio]

Material de proceso

Muestra datos del material en proceso con la distribución gráfica de la página Materia Prima.

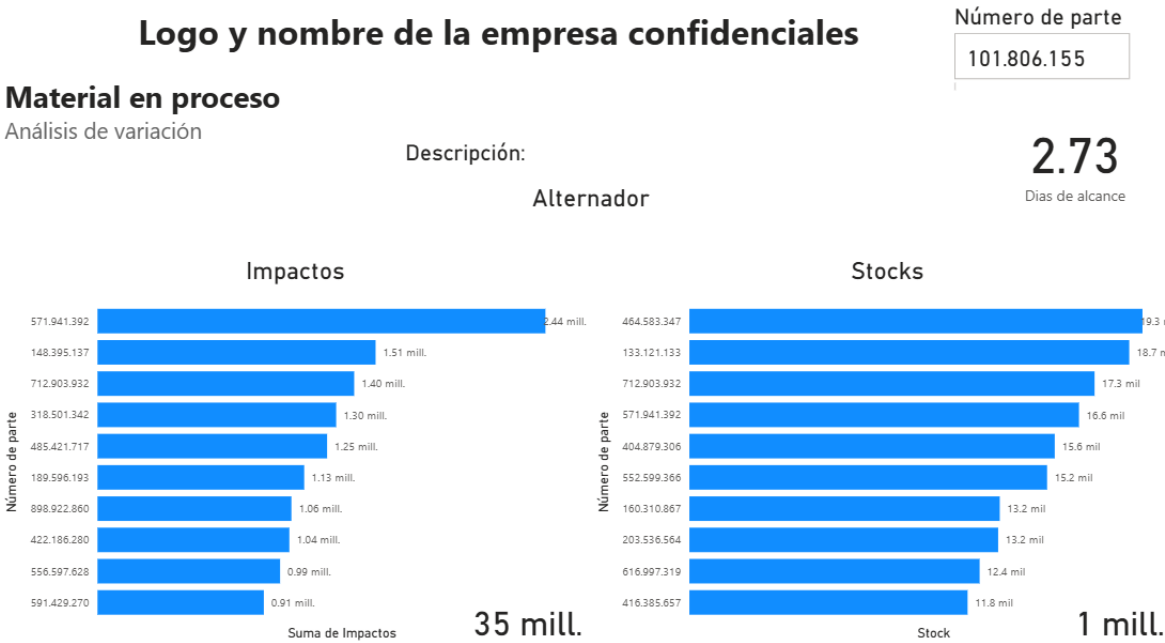


Ilustración 2-4 Material en proceso [Diseño propio]

Costos unitarios

Muestra datos del costo unitario de cada material con la misma distribución gráfica.

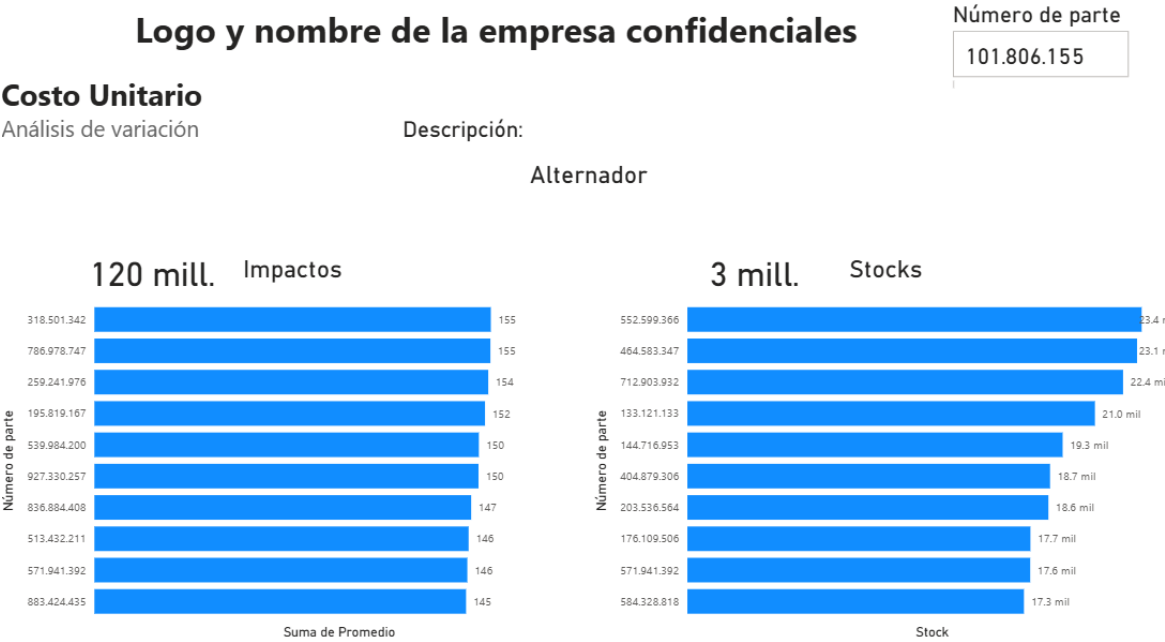


Ilustración 2-5 Costo unitario [Diseño propio]

Stock general

Esta es una página un tanto más compleja, refleja la información de los stocks de algún material preseleccionado en cualquiera de las páginas anteriores (Materia prima, Material en Proceso o Costo Unitario).

Esta información es presentada en una segmentación que responde a los diferentes estatus de los materiales dando una contabilización completa de todos estas posibles locaciones (En tránsito, en el almacén general, en el proceso, bloqueados o en producto terminado), además muestra a que motor se monta esta pieza preseleccionada, su costo promedio ponderado, el total de stock (sumando la contabilización de todas las locaciones), el número de parte y la descripción de la pieza (el cómo se le conoce coloquialmente).

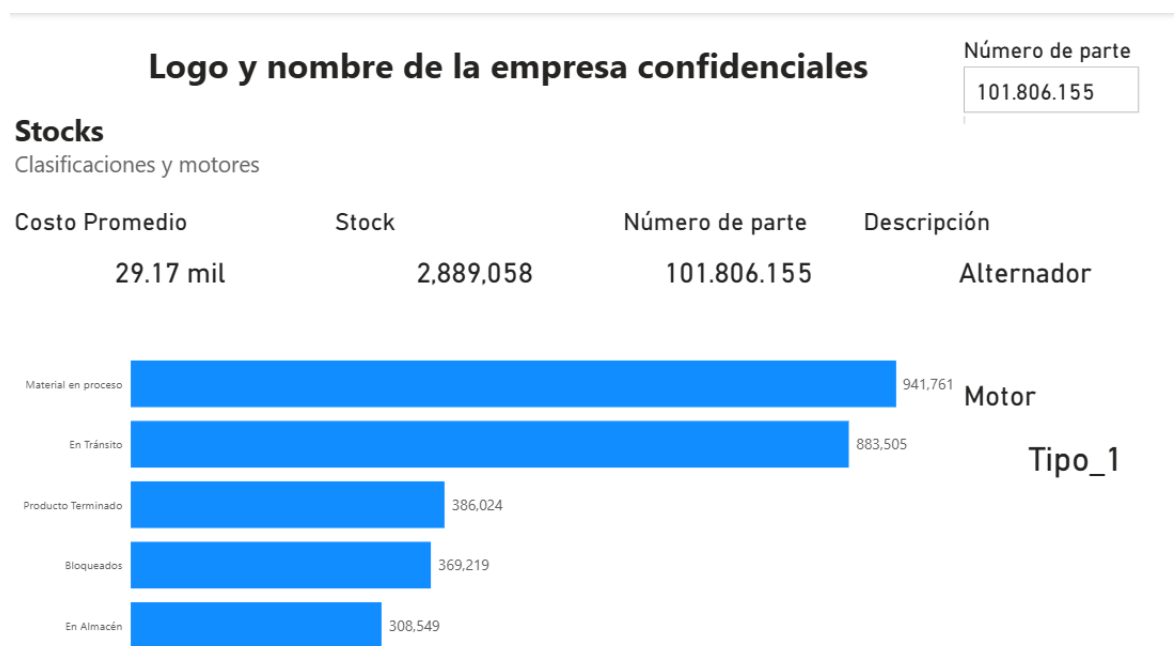


Ilustración 2-6 Stocks [Diseño propio]

Volumen de producción

Esta página sería la más interactiva del Dashboard ya que permite hacer un análisis de los stocks del material preseleccionado con base en el volumen de producción que se tiene para el motor o motores donde se monta. Con lo que se pueden ajustar esas dos variables, motor y volumen de producción de los meses seleccionados para analizar días de alcance, orígenes y excesos o desabastos.

Logo y nombre de la empresa confidenciales

Volumen vs Stock

Análisis de variación

Descripción:

Balancines

Volumen de producción:

14,000

Origen:

ASIA

Motores a producir

Tipo_1	Tipo_2	Tipo_3
Tipo_4	Tipo_5	

Meses de producción

Enero	Febrero	Marzo	Abril
Mayo	Junio	Julio	Agosto
Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre

Días de alcance:

-4,942,560

Stocks

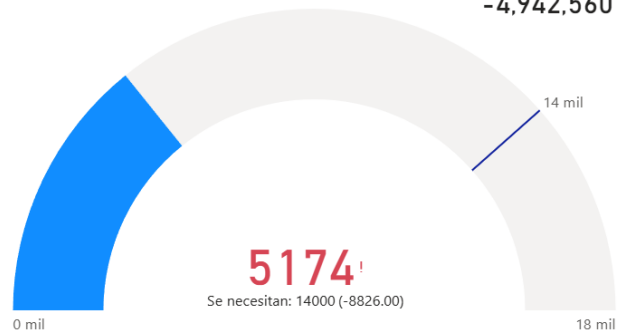


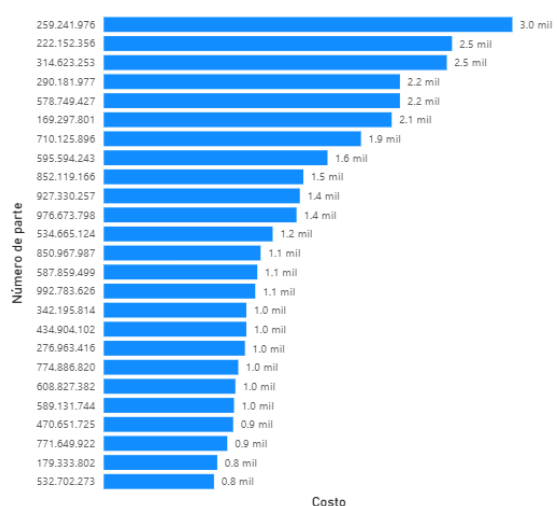
Ilustración 2-7 Volumen [Diseño propio]

Costos de motores

Muestra el costo de cada motor armado por esta empresa, con base en los componentes y la cantidad de estos que se utiliza para fabricar los motores, entiéndase como una lista de información técnica pero costeadada, del lado izquierdo se observa esta lista que cambiará en función al motor que se seleccione en la parte derecha.

Logo y nombre de la empresa confidenciales

Lista de información técnica



Costo por motor

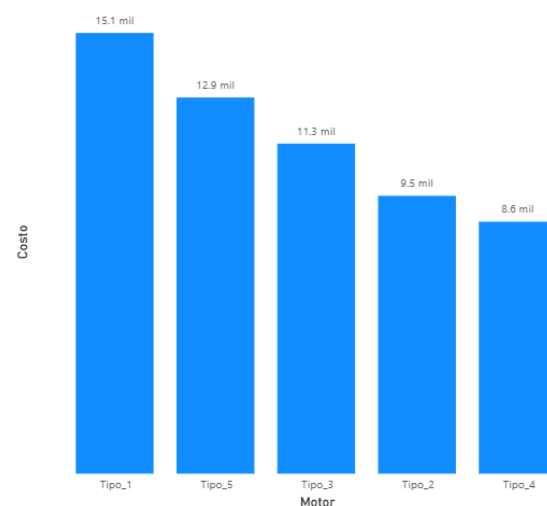


Ilustración 2-8 Costo de motores [Diseño propio]

Herramientas utilizadas

Las herramientas usadas en este proyecto han sido varias desde el sistema ERP de la empresa hasta el software de Business Intelligence Power BI, a continuación, se presenta una lista de las herramientas y su justificación de uso.

Sistema ERP: La mayoría de las empresas utilizan este tipo de sistemas para la administración de todo tipo de recursos (materiales, personal, financieros además de información estratégica). En este caso el sistema se utilizó únicamente para obtener información clave para la construcción de la base de datos y el desarrollo del Dashboard.

Excel: Como se mencionó en el diseño del proyecto, se tomó la decisión de separar el proceso ETL para priorizar la actualización del Dashboard. Es por ello por lo que se utilizó Excel como herramienta principal para realizar todas las operaciones de tratamiento de datos que demandaban una mayor carga computacional, tales como limpieza, transformación, combinación de fuentes y generación de columnas calculadas. Esta estrategia permite que Power BI reciba los datos ya procesados, lo que reduce significativamente el tiempo de carga y actualización del modelo, especialmente en este entorno en el que se buscaba una respuesta rápida y eficiente del sistema. Además, el uso de Excel facilita el control de versiones, la trazabilidad de los cambios y la colaboración con usuarios que no están familiarizados con Power BI, sin comprometer la integridad ni la calidad de los datos.

Power Query: Es el complemento de transformación de datos tanto de Excel como de Power BI. Fue empleado tanto dentro de Excel como de Power BI, dentro de Excel cumplió con la función de programar las operaciones relacionadas con la limpieza, filtrado, combinación de fuentes y generación de columnas personalizadas de los datos. Su uso permitió reducir la carga de procesamiento de Power BI al importar datos ya estructurados de una forma eficiente para dejar en Power BI solo las tareas de diseño de objetos visuales y visualización general del Dashboard.

Power BI: Fue la herramienta principal para la visualización y análisis de datos previamente procesados en Excel mediante Power Query. La capacidad de este software para crear Dashboards interactivos, establecer relaciones entre las tablas que almacenan los datos y aplicar medidas DAX permitió generar una interfaz de análisis dinámica y eficiente. Al

recibir datos ya procesados en Power BI solo se concentraron operaciones de modelado, diseño y presentación, lo que mejoró drásticamente los tiempos de carga y de actualización.

Lenguaje DAX: Lenguaje (Data Analysis Expressions) que mayormente fue usado en la generación de medidas (Fórmulas en este lenguaje que permiten hacer cálculos dinámicos) en Power BI. DAX permitió realizar cálculos dinámicos y personalizados que enriquecieron la interpretación del Dashboard. Su integración con el modelo tabular de Power BI facilitó la generación de métricas clave, segmentaciones y comparaciones temporales, sin necesidad de modificar los datos fuente, lo que contribuyó a mantener la eficiencia del sistema y la claridad en la visualización.

Operaciones de Power Query

Power Query, esta es una herramienta de transformación de datos integrada en Excel y Power BI. Permite importar datos desde múltiples fuentes (archivos, bases de datos, servicios web, etc.) y aplicar una serie de pasos para limpiar, combinar, transformar y estructurar esos datos antes de analizarlos o visualizarlos, sin modificar la fuente de datos original.

Por lo que fue ampliamente utilizada en el proyecto y por ende se considera necesario dar una pequeña introducción y resumen de las operaciones más utilizadas en esta herramienta para la transformación de los datos con el fin de brindar más contexto al capítulo tres y hacerlo más comprensible, dicho esto, las funciones más comunes de Power Query son:

- Eliminar filas vacías o duplicadas
- Cambiar tipos de datos
- Combinar tablas (combinar o anexar consultas)
- Crear columnas personalizadas
- Filtrar y ordenar datos

Además, Power Query utiliza el lenguaje M, un lenguaje de programación que registra cada paso de transformación en un flujo reproducible. Es especialmente útil para automatizar procesos de preparación de datos y garantizar consistencia en los análisis. Así como para editar operaciones anteriores sin iniciar desde cero con la transformación.

La interfaz de Power Query es sencilla y muy similar a la de cualquier otro software de la paquetería de Microsoft Office, como se puede observar en la ilustración 2-9.

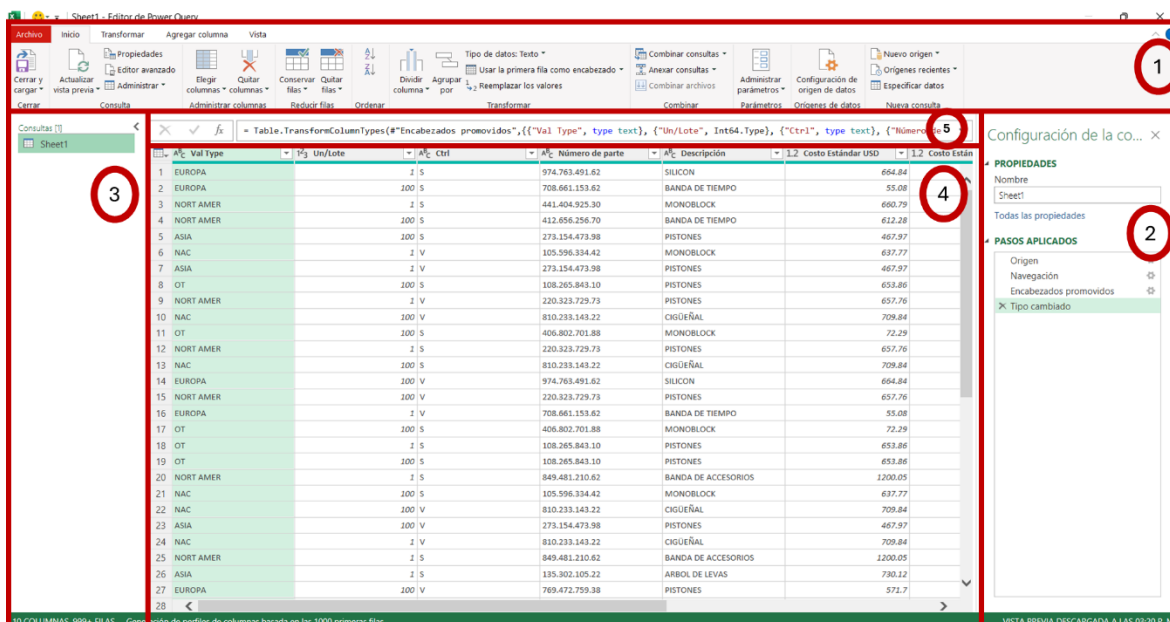


Ilustración 2-9 Interfaz de Power Query [Diseño propio]

La ilustración 2-9 está dividida en 5 paneles que conforman la interfaz de Power Query:

Panel 1. Esta es la cinta de opciones, como en cualquier otro software de Microsoft aloja las distintas operaciones que se pueden ejecutar para el procesamiento de datos.

Panel 2. Es el panel de pasos aplicados, véase como un historial de operaciones que han sido aplicadas para transformar los datos.

Panel 3. Panel de consultas, en él se registran las diferentes fuentes de datos que han sido cargadas a la base de datos, cada nuevo archivo que se conecte a esta base de datos representará una nueva consulta.

Panel 4. Vista previa de la distribución de los datos, aquí se puede observar cómo se van transformando los datos mediante las operaciones que van siendo aplicadas.

Panel 5. Barra de fórmulas, como se mencionó anteriormente Power Query trabaja con lenguaje M, el lenguaje de programación encargado de registrar todas las transformaciones a los datos, en esta barra se puede observar un poco del código que se va generando a medida que el usuario va ejecutando operaciones de transformación.

Antes de comenzar con la función de las operaciones es necesario hablar de otra función indispensable dentro del entorno de Power Query, la activación de la visualización de la distribución, calidad y perfil de las columnas.

Distribución de la columna: Muestra un gráfico de barras que indica cuántos valores únicos hay en la columna y cuántas veces se repite cada uno. Es útil para detectar patrones, valores dominantes o posibles errores, como se puede observar en la ilustración 2-10.

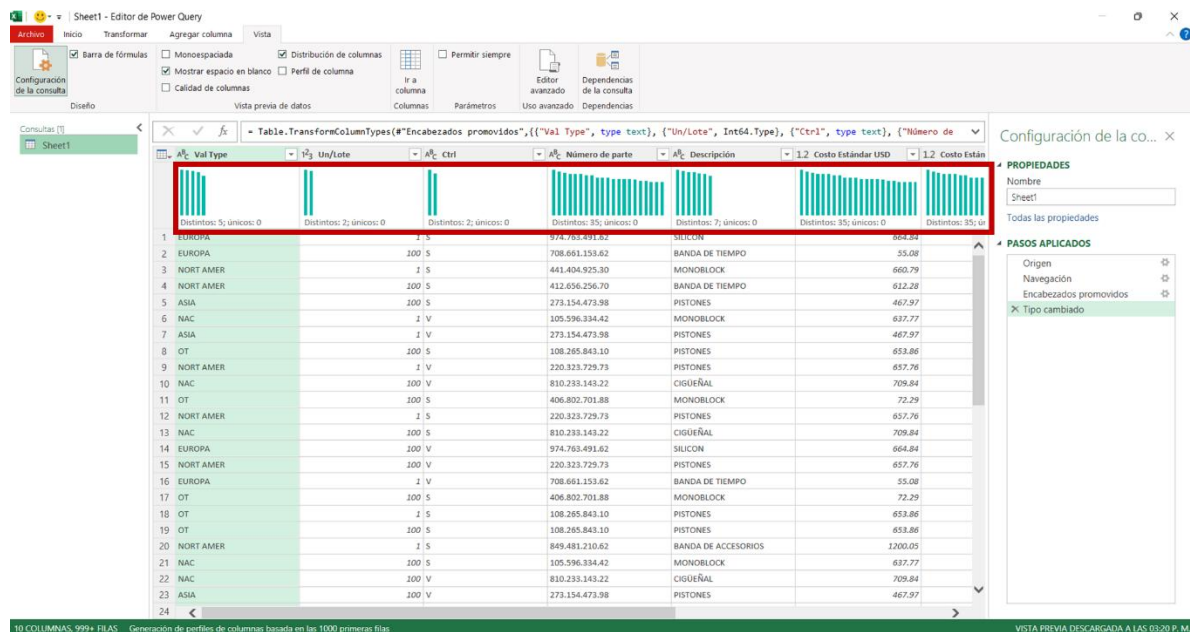


Ilustración 2-10 Distribución de la columna [Diseño propio]

Calidad de la columna: Muestra un resumen general de la calidad de la columna basado en tres principales parámetros; porcentaje de valores válidos, porcentaje de valores nulos y porcentaje de errores, como se puede observar en la ilustración 2-11.

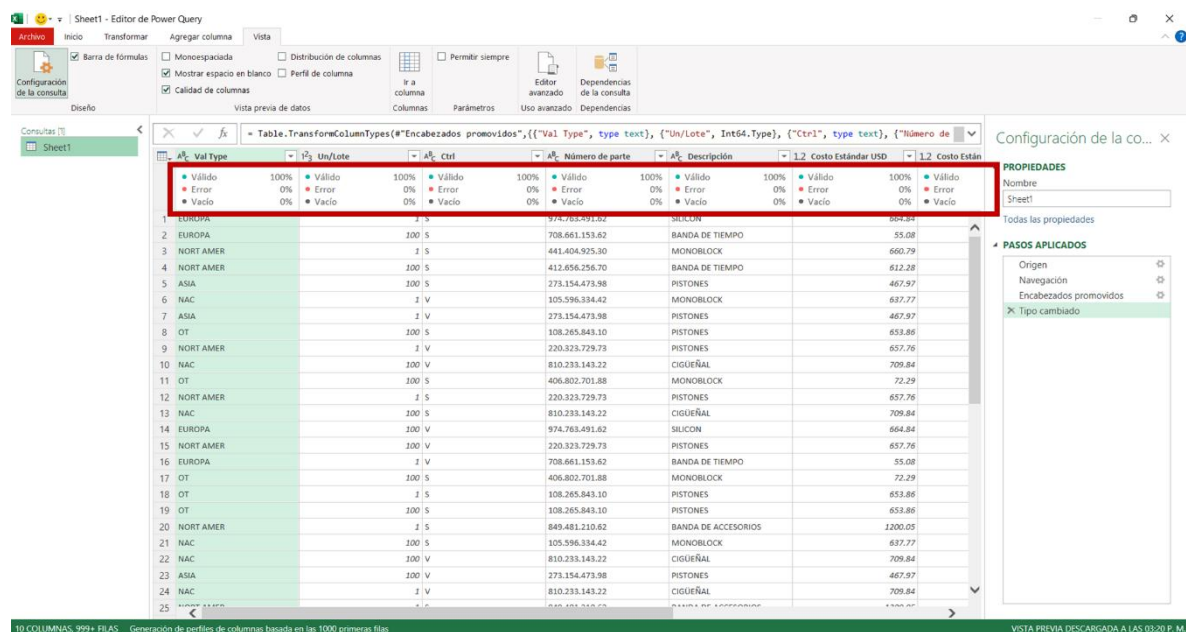


Ilustración 2-11 Calidad de la columna [Diseño propio]

Perfil de la columna: Muestra un resumen más completo de la columna en el que se incluye el tipo de datos, el número de valores distintos, máximos y mínimos, promedio (en caso de ser una suma aritmética) y frecuencia de cada valor, como se puede observar en la ilustración 2-12.

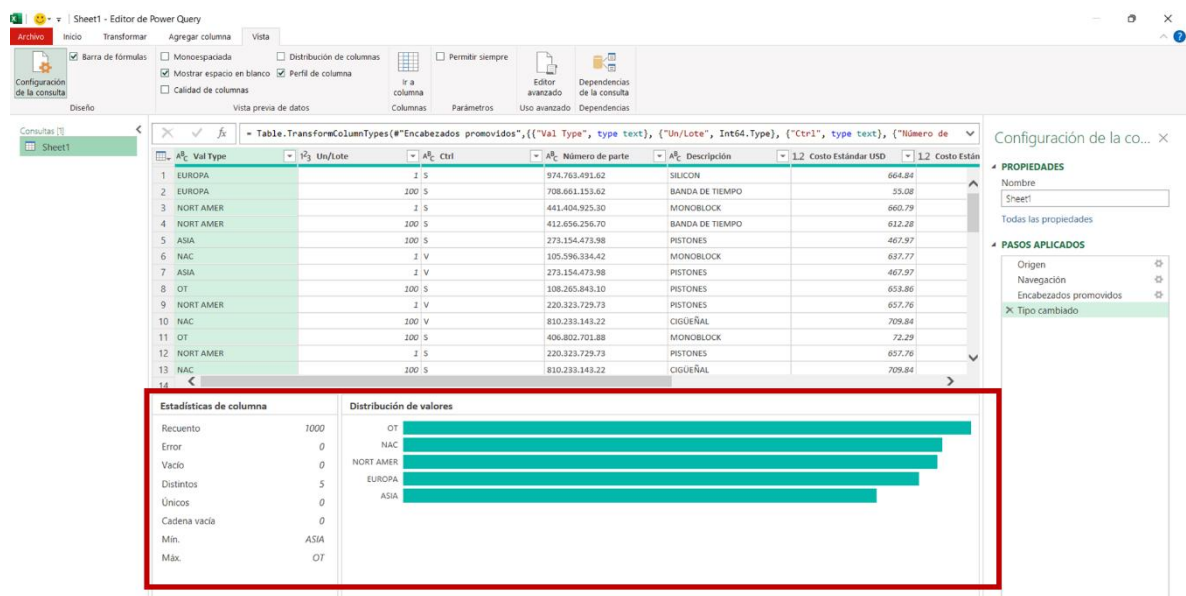


Ilustración 2-12 Perfil de la columna. [Diseño propio]

Todo este análisis de columnas resulta de especial utilidad cuando se están transformando los datos ya que con ello se pueden detectar errores de manera oportuna y ayudar a limpiar de una manera más rápida y sistemática los datos dándole visibilidad a las columnas que aportan y que no aportan valor. Todas estas métricas de las columnas se pueden activar en la pestaña ver de la cinta de opciones como se muestra en la ilustración 2-13.

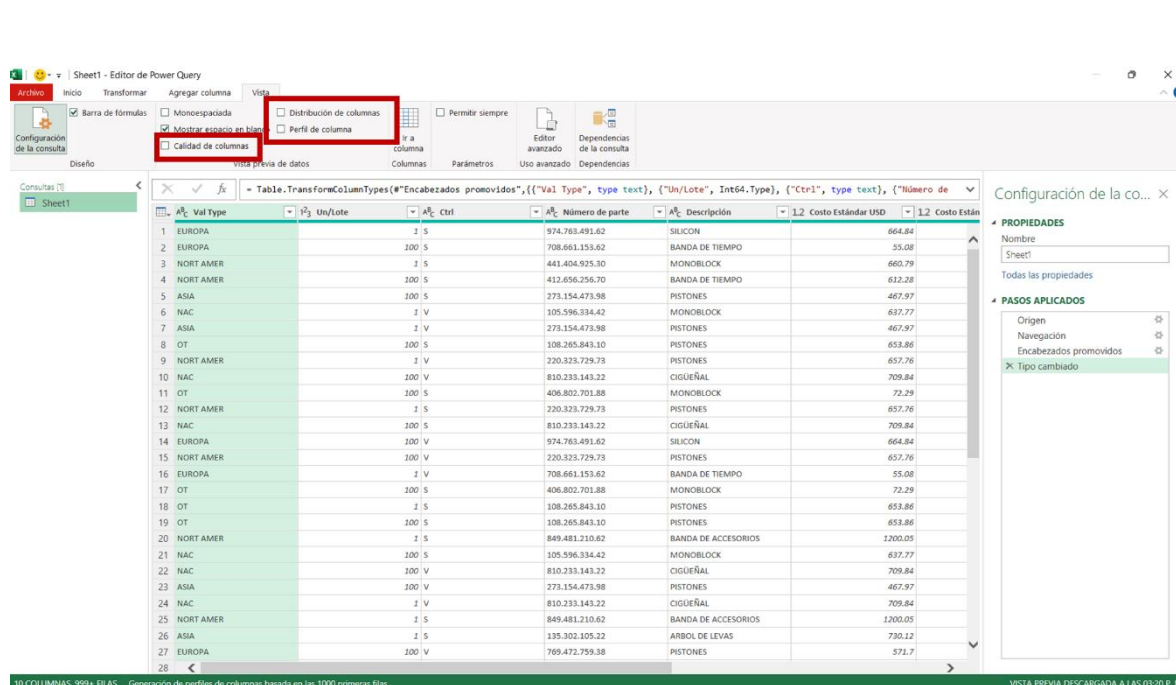


Ilustración 2-13 Activación de las estadísticas de las columnas [Diseño propio]

Una vez abordado este tema, a continuación, se enlistan las operaciones que fueron necesarias para la correcta transformación de los datos para este proyecto

Quitar columnas.

¿Qué hace?

Elimina columnas innecesarias del conjunto de datos, lo que mejora la eficiencia y claridad del modelo.

Cómo se usa:

Se seleccionan las columnas que no necesarias.

Ir a Inicio > Quitar columnas o hacer clic derecho y seleccionar "Quitar columnas".

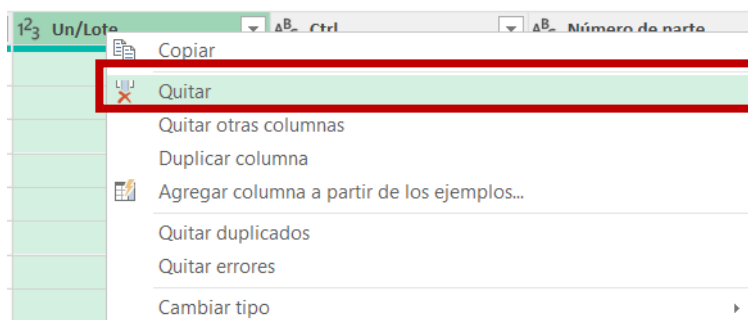


Ilustración 2-14 Operación "Quitar columnas" [Diseño propio]

Importante: Si se usa "Quitar otras columnas", es necesario tener cuidado: si el origen de datos cambia y se agregan nuevas columnas, estas podrían no eliminarse automáticamente.



Ilustración 2-15 Operación Elegir columnas. [Diseño propio]

× Elegir columnas.

¿Qué hace?

Permite seleccionar explícitamente las columnas que desees conservar. Las demás no se eliminan del modelo, solo se ocultan.

Cómo se usa:

Ir a Inicio > Elegir columnas.

Marcar las columnas que desees conservar.

Diferencia con "Quitar columnas":

“Quitar columnas” elimina las columnas seleccionadas y no se pueden reutilizar, con seleccionar columnas solo quedan ocultas y no se cargan en el modelo final.

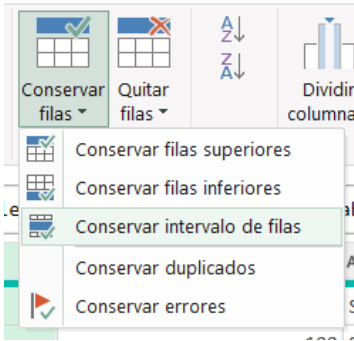


Ilustración 2-16 Operación conservar filas [Diseño propio]

Conservar filas.

¿Qué hace?

Mantiene filas específicas según criterios como:

- Primeras N filas.
- Últimas N filas.
- Intervalo de filas.
- Filas con errores o duplicados.

Cómo se usa: Ir a Inicio > Conservar filas.

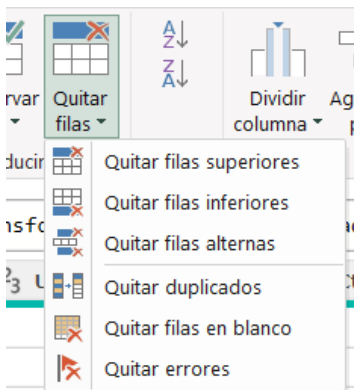


Ilustración 2-17 Operación quitar filas [Diseño propio]

Quitar filas.

¿Qué hace?

Elimina filas según criterios similares a "Conservar filas":

- Quitar duplicados.
- Quitar errores.
- Quitar primeras o últimas N filas.

Cómo se usa: Ir a Inicio > Quitar filas.

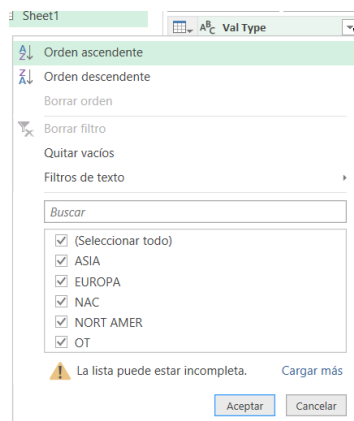


Ilustración 2-18 Operación filtrar filas [Diseño propio]

Filtrar filas.

¿Qué hace?

Muestra solo las filas que cumplen una condición específica.

Cómo se usa:

- Hacer clic en el ícono de filtro en el encabezado de columna.
- Aplicar filtros por texto, número, fecha, etc.

Ejemplo: Filtrar "Estado" = "Activo" para mostrar solo registros válidos

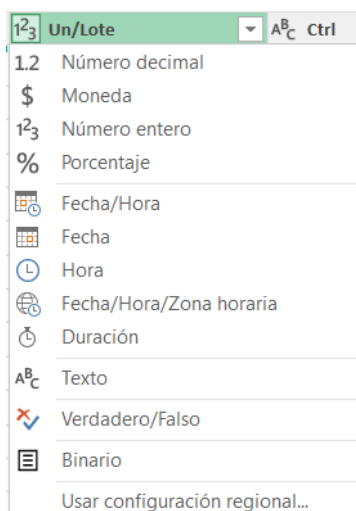


Ilustración 2-19 Operación tipo de datos [Diseño propio]

Tipo de datos.

¿Qué hace?

Define el tipo de datos de cada columna (texto, número, fecha, etc.).

Tipos disponibles:

Número decimal, entero, moneda, porcentaje, fecha/hora, duración, texto, verdadero/falso, binario 2.

Cómo se usa: Hacer clic en el ícono del tipo de datos en el encabezado de columna.

Combinar consultas.

¿Qué hace?

Une columnas de dos o más tablas relacionadas por una columna común.

Cómo se usa:

Ve a Inicio > Combinar consultas > Selecciona las columnas clave para relacionar.

Ejemplo: Combinar descripción y precio de materiales desde dos tablas usando el número de parte del componente (Vea la ilustración 2-20).

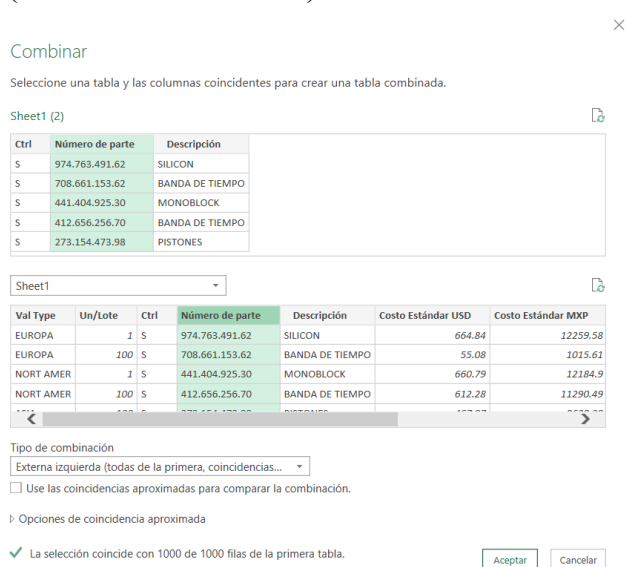


Ilustración 2-20 Operación "Combinar consultas" [Diseño propio]

Anexar consultas.

¿Qué hace?

Une filas de dos o más tablas, sin necesidad de una columna común.

Cómo se usa: Ir a Inicio > Anexar consultas.

Ejemplo: Unir dos o más listas de información técnica.

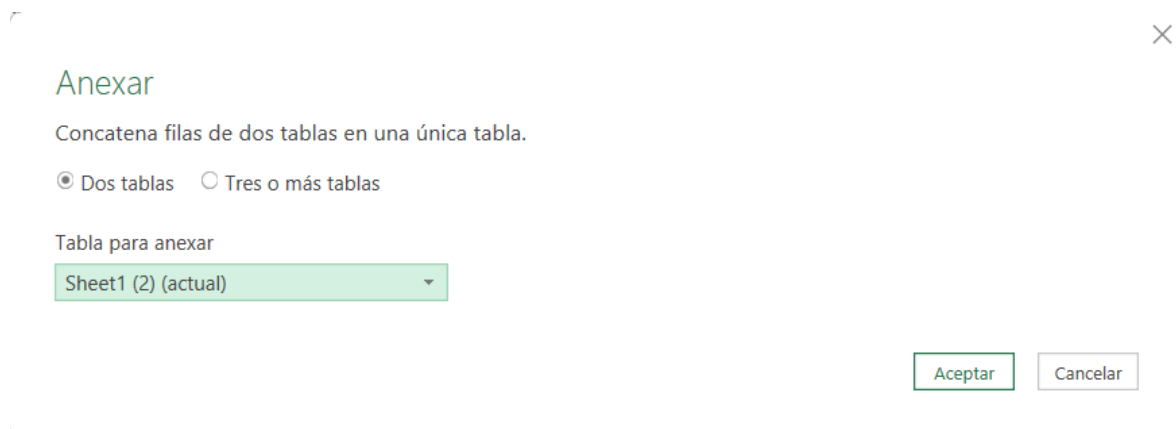


Ilustración 2-21 Operación "Anexar consultas" [Diseño propio]

Especificar datos.

¿Qué hace?

Permite crear una tabla manualmente desde cero, como si fuera una hoja de Excel.

Cómo se usa: Ir a Inicio > Introducir datos.



Ilustración 2-22 Operación "Especificar datos" [Diseño propio]

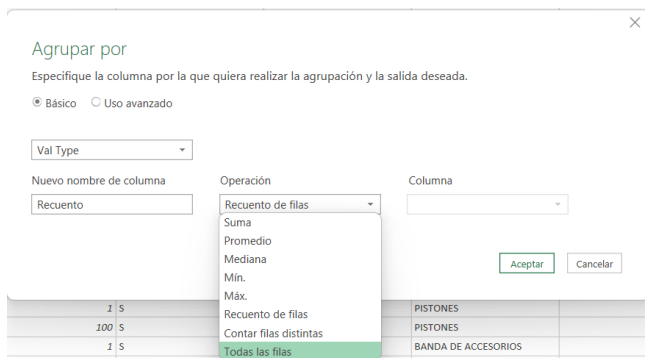


Ilustración 2-23 Operación "Agrupar por" [Diseño propio]

Agrupar por.

¿Qué hace?

Agrupar filas de una columna aplicando operaciones estadísticas como suma, promedio, conteo, etc.

Cómo se usa: Ir a Transformar > Agrupar por.

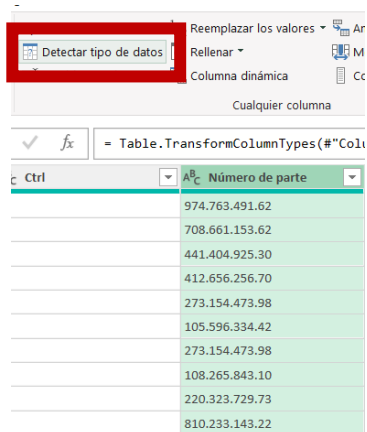


Ilustración 2-24 Operación "Detectar tipo de datos" [Diseño propio]

Detectar tipo de datos

¿Qué hace?

Power Query identifica automáticamente el tipo de datos de cada columna al importar o al seleccionar la opción.

Cómo se usa: Seleccionar la columna > Ir a Transformar > Detectar tipo de datos.

Anular dinamización de columnas

¿Qué hace?

Convierte columnas en filas, útil para normalizar datos que vienen en formato de tabla dinámica.

Cómo se usa: Ve a Transformar > Anular dinamización de columnas.

Ejemplo: Convertir columnas "Enero", "Febrero", "Marzo" en una columna "Mes" y otra "Valor".

	A ^B _C Motor	I ² ₃ Enero	I ² ₃ Febrero	I ² ₃ Marzo	I ² ₃ Abril	I ² ₃ Mayo	I ² ₃ Junio
1	Tipo 1	2365	741	741	753	159	
2	Tipo 2	136	589	529	448	993	
3	Tipo 3	896	456	875	785	2165	
4	Tipo 4	2365	357	658	556	562	
5	Tipo 5	452	1523	996	452	565	



	A ^B _C Motor	A ^B _C Atributo	I ² ₃ Valor
1	Tipo 1	Enero	2365
2	Tipo 1	Febrero	741
3	Tipo 1	Marzo	741
4	Tipo 1	Abril	753
5	Tipo 1	Mayo	159
6	Tipo 1	Junio	875
7	Tipo 1	Julio	624
8	Tipo 1	Agosto	885
9	Tipo 1	Septiembre	1147
10	Tipo 1	Octubre	659
11	Tipo 1	Noviembre	653

Ilustración 2-25 Operación "Anular dinamización de columnas" [Diseño propio]

Agregar columna personalizada

¿Qué hace?

Crea una nueva columna con una fórmula personalizada.

Cómo se usa: Ve a Agregar columna > Columna personalizada.

Ejemplo: [Costo Estándar USD] * 0.16 para calcular el IVA del costo (Vea la ilustración).

Columna personalizada

Agregue una columna que se calcula a partir de otras columnas.

Nuevo nombre de columna

Fórmula de columna personalizada ⓘ

[Información sobre fórmulas de Power Query](#)

✓ No se han detectado errores de sintaxis.

Columnas disponibles

- Val Type
- Un/Lote
- Ctrl
- Número de parte
- Descripción
- Costo Estándar USD
- Costo Estándar MXP

<< Insertar

Aceptar Cancelar

Ilustración 2-26 Operación "Agregar Columna Personalizada" [Diseño propio]

Agregar columna condicional

¿Qué hace?

Crea una columna basada en condiciones (como SI en Excel).

Cómo se usa: Ve a Agregar columna > Columna condicional.

Ejemplo: Si [Ctrl] = S, entonces "Estándar", si no "Variable".

Agregar una columna condicional

Agregue una columna condicional que se calcula a partir de las otras columnas o valores.

Nuevo nombre de columna

Tipo

	Nombre de columna	Operador	Valor		Salida
Si	Ctrl	es igual a	ABC 123	S	Enton... ABC 123 Estándar

Agregar cláusula

De lo contrario

ABC 123 Variable

Aceptar Cancelar

Ilustración 2-27 Operación "Agregar Columna Condicional" [Diseño propio]

Capítulo 3 Desarrollo y aplicación

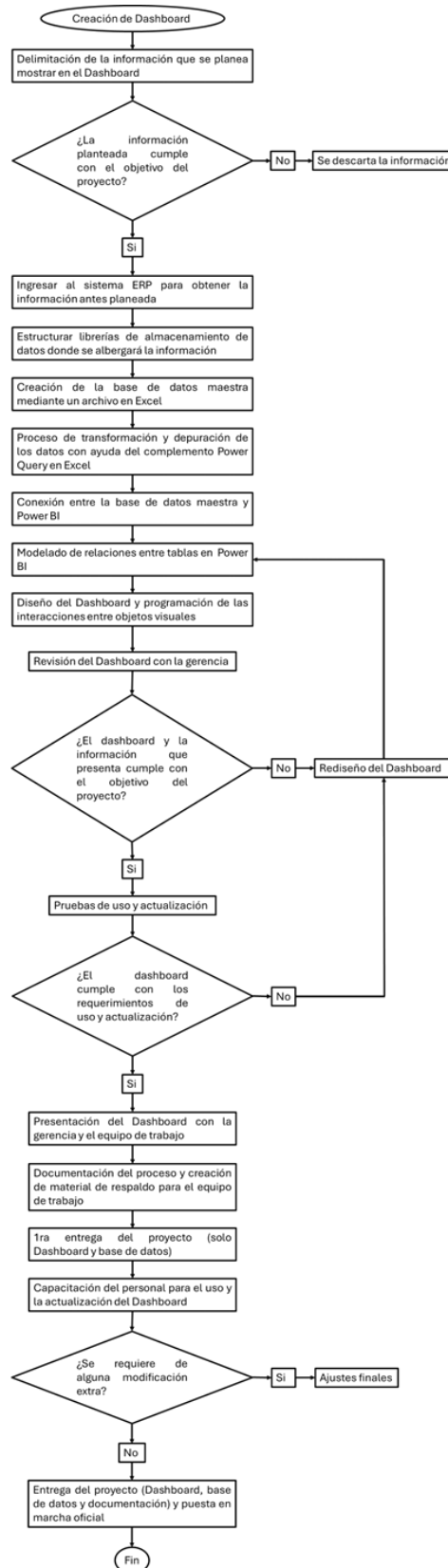


Ilustración 2-1 Diagrama de flujo del desarrollo del Dashboard [Diseño propio]

Descripción

1. Delimitación de la información a mostrar.

El primer paso consiste en definir claramente qué tipo de información se desea visualizar en el Dashboard. Esta etapa es crítica, ya que permite establecer los límites del proyecto y enfocar los esfuerzos en datos que realmente aporten valor. Aquí se realiza una evaluación inicial para determinar si la información planteada cumple con los objetivos del proyecto. En caso negativo, se descarta dicha información para evitar sobrecarga o irrelevancia en el análisis. Si la información es pertinente, se procede a extraerla del sistema ERP.

2. Obtención de datos desde el ERP.

Una vez validada la relevancia de la información, se accede al sistema ERP para obtener los datos necesarios. Esta etapa implica la exportación de reportes, consultas específicas y extracción de registros históricos. La calidad y estructura de estos datos influirá directamente en la eficiencia del proceso posterior.

3. Estructuración de las librerías de almacenamiento de datos.

Con los datos en mano, se procede a estructurar librerías para el almacenamiento de datos. Estas librerías están alojadas en servicios en la nube de la empresa, debido a la escala del proyecto. Su función principal es servir como fuente única de verdad para el análisis.

4. Creación de la base de datos maestra.

La base de datos maestra se construyó en Excel, consolidando los datos extraídos del ERP. Esta base de datos actúa como el núcleo del sistema de análisis, está organizada de forma lógica, con columnas bien definidas, formatos consistentes y sin duplicados. Es aquí donde se comienza a dar forma al modelo de datos.

5. Transformación y depuración con Power Query.

Una vez creada la base de datos, se utiliza el complemento Power Query para realizar tareas de limpieza, transformación y depuración. Esto incluye eliminar errores, normalizar formatos, filtrar registros irrelevantes y crear columnas calculadas. Power Query permite automatizar estos procesos, lo que facilita la actualización futura del Dashboard.

6. Conexión con Power BI.

Con los datos ya estructurados y depurados, se establece la conexión entre la base de datos maestra y Power BI, la herramienta principal para la visualización. Esta conexión es dinámica, permitiendo que los cambios en la base de datos se reflejen automáticamente en el Dashboard.

7. Modelado de relaciones entre tablas.

Dentro de Power BI, se realiza el modelado de relaciones entre las distintas tablas que componen el conjunto de datos. Esta etapa es esencial para garantizar que las visualizaciones sean coherentes y que los filtros funcionen correctamente. Se definen claves primarias, relaciones uno a varios.

8. Diseño del Dashboard e interacciones.

Con el modelo de datos listo, se procede al diseño visual del Dashboard. Aquí se seleccionan los tipos de gráficos, tablas, indicadores, imágenes y filtros que se utilizarán. Además, se programan las interacciones entre objetos visuales, como segmentadores y botones, para mejorar la experiencia del usuario.

9. Revisión con la gerencia.

Una vez diseñado el Dashboard, se presenta una primera versión a la gerencia para su revisión. En esta etapa se evalúa si la herramienta cumple con los objetivos del proyecto y si la información presentada es clara, útil y funcional. Si no se cumplen los requisitos, se realiza un rediseño del Dashboard.

10. Pruebas de uso y actualización.

Si el Dashboard es aprobado, se realizan pruebas de uso y actualización para verificar su funcionalidad en escenarios reales. Se simulan cambios en los datos, se evalúa la velocidad de carga y se comprueba la integridad de las visualizaciones. Si se detectan fallos, se vuelve a rediseñar.

11. Presentación final y documentación.

Superadas las pruebas, se realiza la presentación oficial del Dashboard a la gerencia y a los especialistas del área. Además, se documenta todo el proceso, incluyendo los pasos técnicos, decisiones tomadas y recomendaciones para el mantenimiento. Se crea manual de usuario para facilitar la capacitación del personal.

12. Primera entrega y capacitación.

Se realiza la primera entrega del proyecto, que incluye el Dashboard y la base de datos. Posteriormente, se capacita al personal en el uso y actualización del sistema, asegurando que puedan operarlo de forma autónoma.

13. Ajustes finales y entrega definitiva.

Finalmente, se evalúa si se requieren modificaciones adicionales. Si no es necesario, se procede a la entrega final del proyecto la cual incluye el Dashboard, la base de datos maestra, las librerías de almacenamiento de datos, el manual de usuario y material de apoyo. En caso contrario, se realizan los ajustes pertinentes antes de cerrar el ciclo.

Extracción y preparación de los datos

El primer paso para la creación de un Dashboard siempre es entender que información se desea analizar y, sobre todo, de qué manera se requiere sea presentada para que el análisis y la interpretación de esta sea sencillo y entendible, además se debe asegurar que con esta información se cumplan los objetivos del proyecto. Con esto en mente, para este proceso fue completamente necesario delimitar hasta qué nivel de detalle era completamente necesario llevar el Dashboard, ya que se podría llevar cada vez más a un nivel de detalle más profundo, sin embargo, esto generaría una carga de información masiva la cual podría afectar seria e innecesariamente la actualización del Dashboard.

Dicho lo anterior, los datos necesarios para el desarrollo son de 2 tipos, la información que se puede obtener directamente del sistema ERP y la información que necesariamente otorgará el departamento de Finanzas ya que esta depende de cálculos y estimaciones que sus especialistas realizan.

Información proveniente del sistema ERP:

- ✚ Listas con información técnica de cada motor. En estas se encuentran los datos importantes de todos los componentes que se montan y la cantidad en que son consumidos.
- ✚ En el registro del almacén o stock es un conjunto de datos donde se encuentra la cantidad de cada número de parte que hay en las diferentes locaciones de almacenamiento.
- ✚ El reporte de los materiales en tránsito. Es indispensable saber también qué y cuántos materiales vienen en tránsito.
- ✚ Costeo. Porque también es de suma importancia tener los costos de cada material productivo para poder calcular el impacto financiero.
- ✚ Origen. Esto va más relacionado con el tiempo de espera entre pedir el material y que llegue a planta, así como los días de alcance de cada material.

Información que el departamento de Finanzas otorga:

- ✚ Volumen. Para poder hacer proyecciones y cálculos de la utilización de materiales con base en el consumo según el volumen de producción.
- ✚ Es importante conocer el pronóstico (forecast) que tiene el departamento de Finanzas y el ajuste a sus presupuestos para que esto sea un indicador clave (KPI) en cuanto a excesos.

Afortunadamente gran parte de esta información se encuentra en el sistema ERP, sin embargo, es necesario saber utilizar este sistema, si bien no es indispensable ser un experto, si relacionarse con las transacciones y funciones que pueden otorgar la información que se necesita para la creación del Dashboard.

Aunque una buena parte de información se puede encontrar en el sistema el sistema ERP y el resto la comparte el departamento de Finanzas, no quiere decir que esta va a poderse descargar con la visualización que se requiere, al ser el sistema alimentado por personas, siempre existe un umbral de error en la captura de datos, por lo tanto, tener una inconsistencia de datos al descargarla.

Además, el sistema ERP no va a otorgar distribuciones de tablas que sean completamente útiles para el desarrollo de este proyecto y lo mismo pasa con la información del departamento de Finanzas, aunque esos datos son de utilidad y de gran valor, quizá la forma en la que se encuentran estructurados y representados no lo sea tanto, por ello es necesario un modelado para transformarlos a una distribución útil para el desarrollo del Dashboard.

Todo este tema de inconsistencia y transformación de datos se abordará con más amplitud a continuación.

Transformación de los datos

El proceso de transformación de datos representa un proceso crucial en la generación de un Dashboard ya que es aquí donde se filtran, reestructuran y se limpian todos los datos para obtener información coherente y estructurada de manera tal que sea útil para la creación de los objetos visuales que se requieren incluir en el Dashboard.

Este proceso fue llevado a cabo en el complemento Power Query, el cual actual como motor para llevar a cabo el proceso ETL en Power BI y Excel. Para llevar a cabo esta labor fue

necesario aplicar todas las operaciones que se mencionan en el “[Capítulo 2 Metodología](#)” en el tema “[Operaciones de Power Query](#)”.

En este capítulo se hablará de la metodología seguida en este paso en específico, si bien no es una metodología exacta y aplicable a todo conjunto de datos (ya que cada conjunto de datos es distinto y demanda operaciones y tratamientos muy específicos) si es un conjunto de buenas prácticas que facilitarán la tarea de transformación de datos en gran medida [14] [15].

- **Eliminación de pasos por default.**

Power Query tiende a agregar pasos por default cuando ha sido conectado a alguna fuente de datos, sin embargo, estos pasos no siempre son necesarios ni beneficiosos para la transformación, por lo que es recomendable eliminar estos pasos de manera que se tenga un tramo de control desde la carga de la fuente hasta el último paso de transformación.

- **Filtrado temprano.**

Esta es una práctica que agiliza mucho el proceso de transformación de datos ya que el hecho de filtrar los datos lo antes posible permite concentrar los esfuerzos de los pasos siguientes solo en la información que se necesita y no en todo el registro de datos, por ejemplo, si se tuviera una tabla que relaciona regiones con un número de parte y un costo como en la tabla

	AB _C Val Type	AB _C Número de parte	ABC ₁₂₃ Llave	1.2 Costo
1	NORT AM	703.872.877	NORT AM(703.872.877)	4.98
2	NAC	222.152.356	NAC(222.152.356)	127
3	EUROPA	701.476.665	EUROPA(701.476.665)	2.31
4	OT	413.966.600	OT(413.966.600)	2.87
5	NAC	621.180.842	NAC(621.180.842)	93
6	NORT AM	116.104.502	NORT AM(116.104.502)	2.42
7	ASIA	517.523.804	ASIA(517.523.804)	4.86
8	ASIA	564.429.689	ASIA(564.429.689)	57
9	OT	195.755.254	OT(195.755.254)	45
10	EUROPA	564.121.120	EUROPA(564.121.120)	37

Tabla 3-1 Ejemplo de filtrado [Diseño propio]

Pero únicamente se deseará trabajar con la región EUROPA se debe aplicar este filtro en la columna Val Type para excluir todos los registros que no sean de EUROPA y de esta manera trabajar con un volumen de datos menor lo que hace mucho más rápido y eficiente el proceso de transformación.

- **Evitar columnas innecesarias**

Similar al proceso de filtrado temprano, el objetivo de esta práctica es desechar de primera instancia las columnas que no sean de valor para el modelo de datos de tal forma que se enfoque el trabajo en los datos que realmente aportan valor al modelo.

- **Uso del tipo de datos correcto.**

El uso adecuado del tipo de datos en Power Query es una práctica fundamental en el proceso de transformación, ya que impacta directamente en la precisión de los cálculos, la eficiencia del modelo y la claridad estructural de la información.

Cada columna en Power Query debe tener un tipo de datos asignado (texto, número decimal, número entero, fecha, lógico, etc.), y este tipo debe corresponder con el contenido real que se espera manejar. Por ejemplo, si una columna contiene fechas de entrega, debe tener el tipo de datos “fecha” y no “texto”, ya que esto permite aplicar funciones de tiempo como diferencias entre fechas, agrupaciones por mes o año, y ordenamientos cronológicos.

Además, evita errores en operaciones entre columnas, por ejemplo, si se deseara multiplicar una columna que contenga precios por una que contenga cantidades, pero alguna de estas tiene el tipo de datos como “texto” la operación no podrá ser llevada a cabo como se puede apreciar en la tabla 3-2 y en la ilustración.

	A ^B _C Número de parte	A ^B _C Cantidad	A ^B _C Unidad	A ^B _C Motor	1.2 Costo
1	222.152.356	12	pieza	Tipo_1	127
2	852.119.166	10	pieza	Tipo_1	91
3	701.476.665	6	pieza	Tipo_1	2.31
4	564.121.120	1	pieza	Tipo_1	37
5	413.966.600	12	pieza	Tipo_1	2.87
6	685.825.179	6	pieza	Tipo_1	4.31
7	736.154.868	1	pieza	Tipo_1	86
8	564.429.689	2	pieza	Tipo_1	57
9	908.357.389	9	pieza	Tipo_1	3.18

Tabla 3-2 Ejemplo tipo de datos [Diseño propio]

Table.AddColumn(#"Tipo cambiado1", "Personalizado", each [Costo]*[Cantidad])						
	Número de parte	Cantidad	Unidad	Motor	Costo	Personalizado
1	222.152.356	12	pieza	Tipo_1	1.2	Error
2	852.119.166	10	pieza	Tipo_1	8.2	Error
3	701.476.665	6	pieza	Tipo_1	2.5	Error
4	564.121.120	1	pieza	Tipo_1	5.7	Error
5	413.966.600	12	pieza	Tipo_1	2.8	Error
6	685.825.179	6	pieza	Tipo_1	4.3	Error
7	736.154.868	1	pieza	Tipo_1	8.9	Error
8	564.429.689	2	pieza	Tipo_1	2.2	Error

Ilustración 3-2 Error por tipo de datos [Diseño propio]

Note que, aunque la operación que define a la columna “Personalizado” es $[Costo] * [Cantidad]$ y ambas columnas (“Costo” y “Cantidad”) contienen números que perfectamente pueden ser multiplicados se genera un error derivado del tipo de datos que está manejando la columna “Cantidad”.

- **Realizar operaciones costosas al final.**

Las operaciones de transformación de datos disponibles en Power Query se podrían clasificar en dos tipos:

Operaciones rápidas: Son operaciones que no necesitan revisar todo el volumen de datos para poder mostrar un resultado, por ejemplo; filtrado, selección y eliminación de columnas, reemplazo de valores, cambio de tipo de datos, etc.

Operaciones lentas o costosas: Son operaciones que necesariamente deben revisar todo el volumen de datos para entregar un resultado, por ejemplo; cálculos entre columnas, ordenar, agrupar la columna, eliminar duplicados, etc.

Definido esto las operaciones costosas se dejan al final con el objetivo de optimizar los tiempos de carga y la memoria de Power Query ya que al realizar estas operaciones al final, analiza datos un poco más estructurados y con menor volumen que si se realizaran desde el inicio (ya que tendría que analizar todo el volumen de datos y tal cual vienen desde la fuente).

- **Usar un enfoque modular.**

Dentro del proceso de transformación de datos en Power Query, es común encontrarse con consultas que requieren una gran cantidad de pasos aplicados, algunos de ellos complejos o

interdependientes. Para mantener la claridad, eficiencia y escalabilidad del proyecto, se recomienda adoptar un enfoque modular en la construcción de las consultas.

Este enfoque consiste en dividir el proceso de transformación en varias consultas más pequeñas, cada una con una función específica o con un conjunto de pasos específicos. Esto se logra mediante el uso de referencias de consulta, una herramienta que permite crear una “copia inteligente” de una consulta existente. A diferencia de una copia tradicional, una referencia mantiene el vínculo con la consulta original, lo que significa que cualquier cambio en los datos base se reflejará automáticamente en la consulta referenciada.

De esta manera se logra una optimización significativa en el rendimiento debido a que al dividir todo el proceso se controla mejor la jerarquía en la ejecución de los pasos aplicados, se genera un orden y claridad en todas las operaciones y se facilita el mantenimiento al tener bloques funcionales bien definidos.

- **Documentar el trabajo.**

Una de las mejores prácticas más importantes para facilitar la entrega, recepción y mantenimiento de un proyecto desarrollado en Power BI es la documentación clara y accesible del proceso de transformación de datos. Aunque Power Query cuenta con un panel de pasos aplicados que muestra las transformaciones realizadas, este recurso no siempre es suficiente, especialmente cuando el proyecto debe ser revisado o modificado por personas que no están familiarizadas con Power Query o con el lenguaje M.

Por esta razón, es altamente recomendable generar material de respaldo que complemente la información técnica del editor. Esta documentación puede incluir:

Descripciones de cada consulta: Qué datos procesa, qué objetivo cumple y cómo se relaciona con otras consultas.

Explicación de pasos clave: Qué transformaciones se aplican y por qué se eligieron.

Diagrama del flujo de transformación: Visualización del orden y conexión entre consultas (especialmente útil en enfoques modulares).

Notas sobre decisiones técnicas: Justificación de operaciones costosas, uso de tipos de datos, filtros aplicados, etc.

Guía de mantenimiento: Instrucciones para actualizar fuentes, modificar filtros o agregar nuevas columnas.

Son muchos los beneficios que se obtienen al documentar el proceso debido a que facilita la colaboración entre los equipos o gerencias que han de utilizar el Dashboard, reduce el riesgo de errores y agiliza el mantenimiento y la evolución del proyecto con la integración posterior de nueva información, por ejemplo.

Carga y modelado.

Una vez completadas las etapas de extracción y transformación de los datos mediante Power Query, se procede a la carga de los datos al entorno de Power BI. En esta fase, Power Query actúa como un complemento que permite conectar y preparar los datos, pero ya no se realizan transformaciones adicionales. Los datos se transfieren tal como están, listos para ser utilizados en el modelo de datos.

Modelado de datos.

El modelado en Power BI se refiere al proceso de establecer relaciones entre las tablas (que originalmente eran consultas en Power Query). Estas relaciones permiten que los datos interactúen entre sí de forma lógica y coherente, lo cual es esencial para construir visualizaciones dinámicas y realizar análisis cruzados, vea la ilustración 3-2.

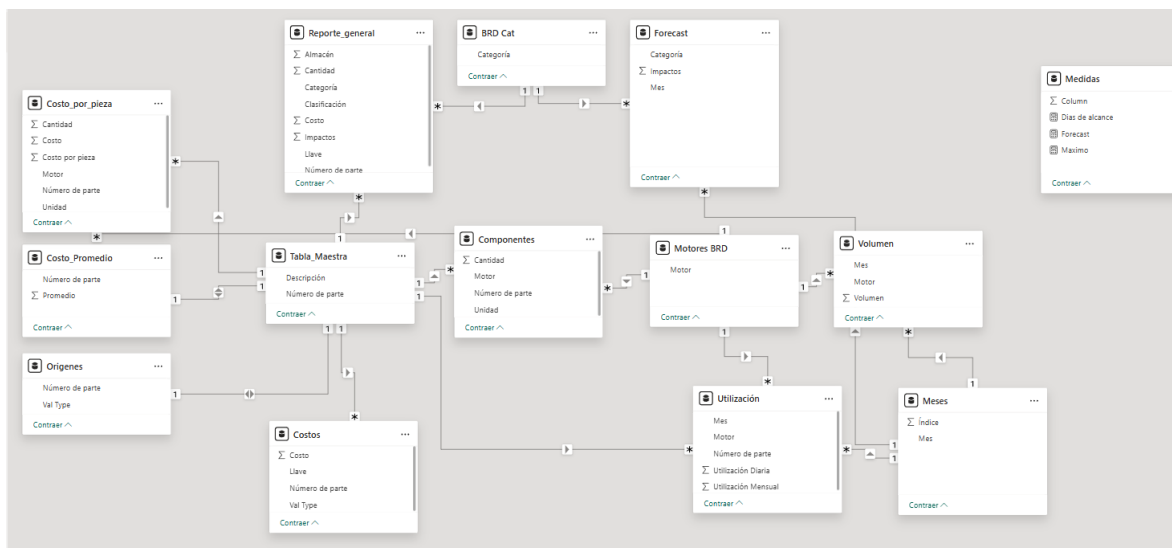


Ilustración 3-3 Modelo de datos

En esta se puede observar el modelado de los datos, es decir, la manera en la que se interconectan todas las tablas, para ello se abordará más sobre las relaciones de estas a continuación.

Nueva relación
Permite seleccionar tablas y columnas relacionadas.

Desde la tabla
Tabla_Maestra

Descripción	Número de p...
Sensor presi...	703.872.877
Tensor de cad...	222.152.356
Termostato	701.476.665

A la tabla
Componentes

Cantidad	Motor	Número de p...	Unidad
2	Tipo_1	169.297.801	pieza
11	Tipo_1	314.623.253	pieza
10	Tipo_1	852.119.166	pieza

Cardinality
Uno a varios (1:*)

Dirección de filtro cruzado
Único

☒ Activar esta relación
☐ Aplicar filtro de seguridad en ambas direcciones
☐ Asumir integridad referencial

Guardar **Cancelar**

Ilustración 3-4 Conexiones entre tablas

Para poder crear una conexión entre tablas, se utilizan dos columnas, estas dos columnas deben contener el mismo tipo y formato de datos, por ejemplo, contener números de parte, como se puede apreciar en la ilustración 3-3.

La tabla “Tabla Maestra” y la tabla “Componentes” comparten una columna en común que es “Número de parte” lo que permite generar una conexión entre ambas tablas.

Otro aspecto de las conexiones entre tablas es la cardinalidad, esto se refiere a la relación que guardan los datos de las columnas por las que se va a definir la relación, existen cuatro tipos:

Uno a varios. Este se refiere a que uno de los datos o registros de la primera tabla se va a relacionar con varios de la segunda, es decir, que en la primera tabla no existen

números de parte repetidos, pero en la segunda sí.

Varios a uno. En esencia es lo mismo que la cardinalidad uno a varios solo que cambia el sentido, varios datos de la primera tabla se relacionarán con uno solo de la segunda, es decir en la primera hay datos repetidos, pero en la segunda no.

Uno a uno. Este quiere decir que solo uno de los datos de la primera tabla se relacionará con uno solo de los datos de la segunda, es decir, no existen datos repetidos en ninguna de las dos tablas.

Varios a varios. Significa que varios datos de la primera tabla se relacionarán con varios datos de la segunda, es decir, existen registros repetidos en ambas tablas.

Dicho esto, se presentan los principales tipos de modelo y el específico que se utilizó para la creación de este proyecto.

Antes de proseguir con los modelos de datos se considera pertinente abordar algunos conceptos que se mencionarán a lo largo de este texto.

Tabla de hechos: contiene los datos cuantitativos que se desean analizar cómo puede ser ventas, costos o cantidades, incluye alguna columna de identificación para interconectar las demás tablas.

Tabla de dimensiones: Contienen los atributos descriptivos que dan contexto a la tabla de hechos.

Tablas puente: Son tablas utilizadas para evitar relaciones varias a varios, normalmente de una sola columna y sin datos repetidos.

Modelo de estrella.

Es de los modelos más recomendados, consta de una tabla de hechos rodeada de tablas de dimensión o descriptivas [16].

Dentro de sus ventajas se encuentra el poco número de relaciones y la rapidez de las consultas, sin embargo, como desventajas se encuentra la posibilidad de redundancia.

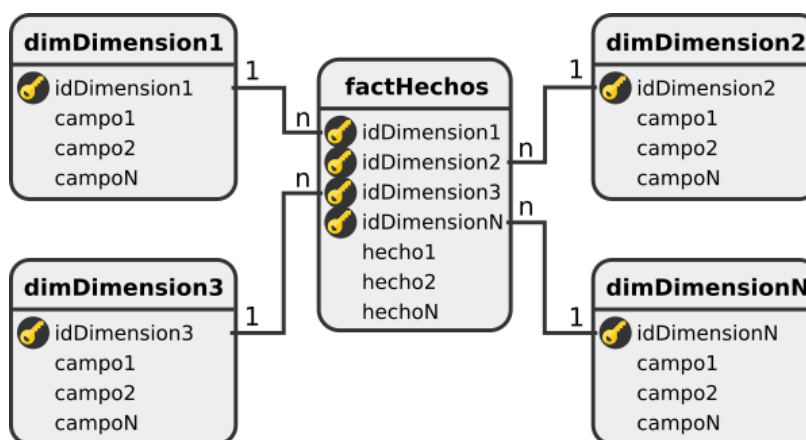


Ilustración 3-5 Modelo de datos estrella
[<https://troyanx.com/Hefesto/estrella.html>]

Modelo copo de nieve.

Es muy similar al modelo estrella, su principal diferencia es la normalización de tablas, es decir en el modelo copo de nieve las tablas de dimensión relacionan meramente una sola característica con los datos de la tabla central, mientras que en el modelo estrella se pueden relacionar varias características en una misma tabla.

Sus principales ventajas son la menor redundancia de los datos y una mejor organización, sin embargo, se sacrifica el rendimiento además de ser un modelo un tanto complejo.

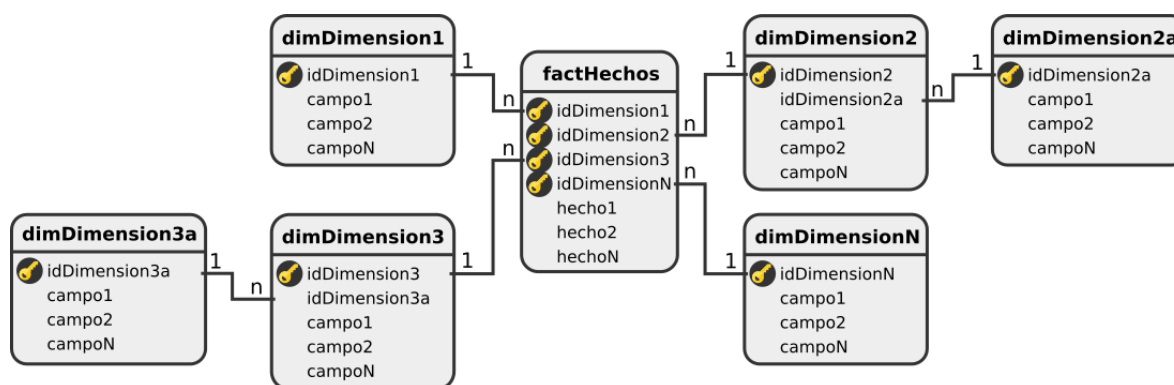


Ilustración 3-6 Modelo de datos copo de nieve [<https://www.nicepng.com/maxp/u2q8y3a9e6u2o0u2/>]

Modelo galaxia.

Existe cuando no hay una sola tabla de hechos si no que son varias que comparten dimensiones, es decir no existe ninguna tabla central.

Es ideal para analizar distintos procesos sin embargo es mucho más difícil de diseñar y se debe prestar extremo cuidado en las relaciones.

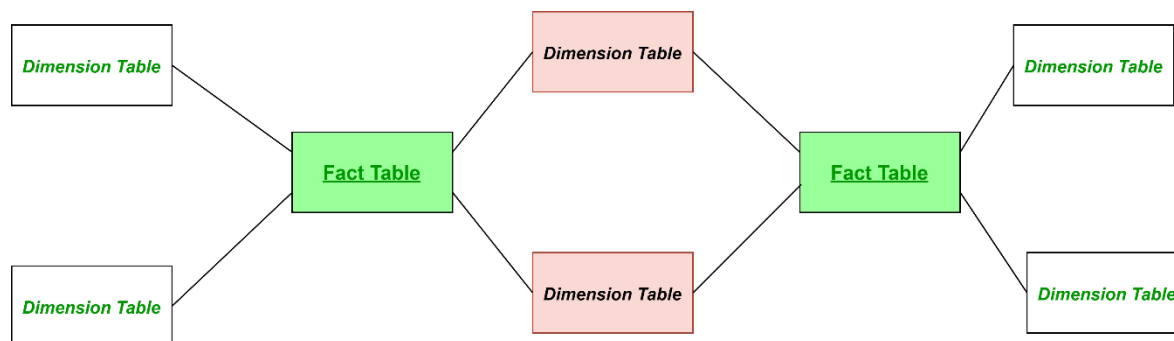


Ilustración 3-7 Modelo de datos galaxia [<https://www.geeksforgeeks.org/dbms/fact-constellation-in-data-warehouse-modelling/>]

El modelo utilizado en este proyecto fue el modelo constelación tal cual se puede apreciar en la ilustración 3-7, ya que existen distintas tablas de hechos interconectadas con tablas de dimensión y de puente.

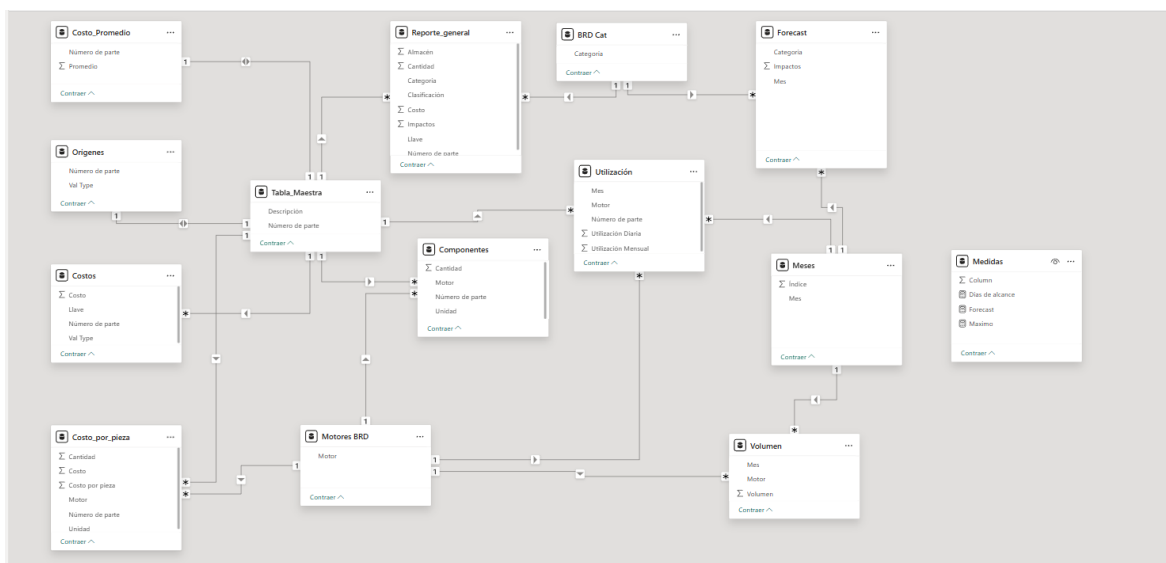


Ilustración 3-8 Modelo de datos del proyecto [Diseño propio]

Explicación del Dashboard y su funcionamiento

Cada página del Dashboard tiene una justificación, funcionalidad e interacciones que permiten al usuario visualizar desde la información más general o básica hasta un nivel detallado en el cual es posible analizar un componente en sus diversos escenarios y/o variantes, (por ejemplo; impactos financieros para las clasificaciones de materia prima y material en proceso, contabilización completa de todos los estatus de los materiales, análisis de stocks contra volumen de producción, etc.) permitiendo un análisis de anomalías eficiente y rápido.

Página Forecast vs Real.

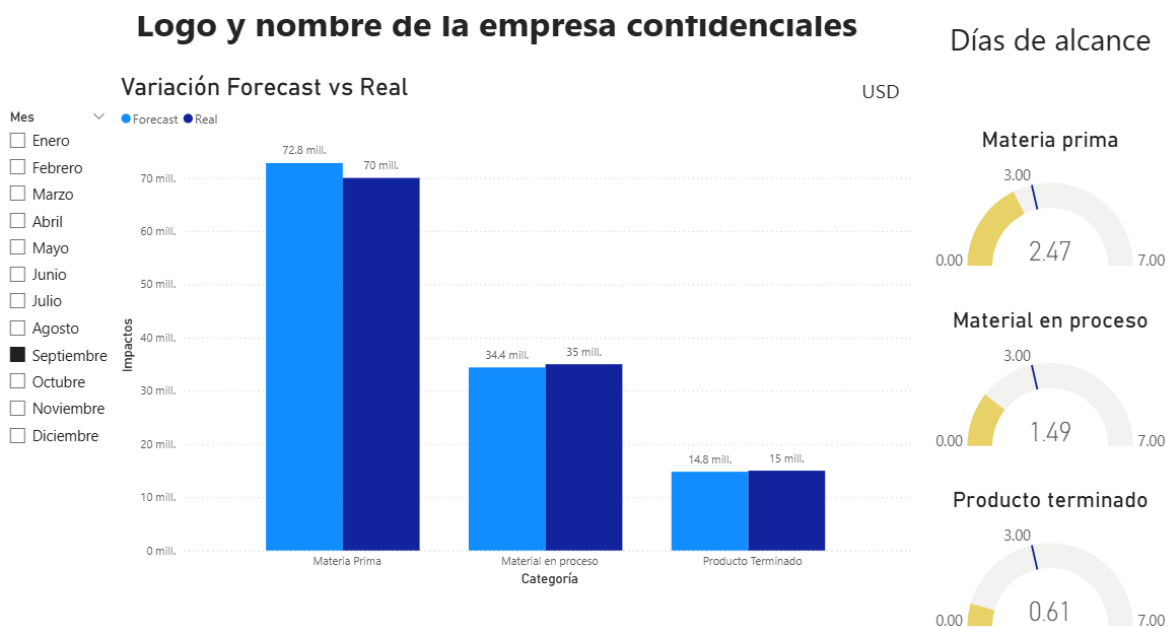


Ilustración 3-9 Página Forecast vs Real

El objetivo de la página “Forecast vs Real” (Ilustración 3-8) es el de tener un estatus de comparación entre las diversas categorías de los materiales (Materia prima, material en proceso y producto terminado) con el objetivo de identificar desde esta página posibles excesos o escasez de materiales con base a los impactos que cada categoría reporta, comparándolo con el pronóstico (Forecast) que el departamento de finanzas realiza, además se incluye un segmentador de meses para poder variar los impactos de los Forecast y de esa manera proyectar los impactos a futuro o por el contrario analizar un histórico comparando los impactos actuales con meses anteriores.

De igual manera se tienen indicadores de días de alcance para cada categoría marcando así cuantos días de producción hay disponibles para cubrir con esa cantidad de materiales.

Página Materia Prima

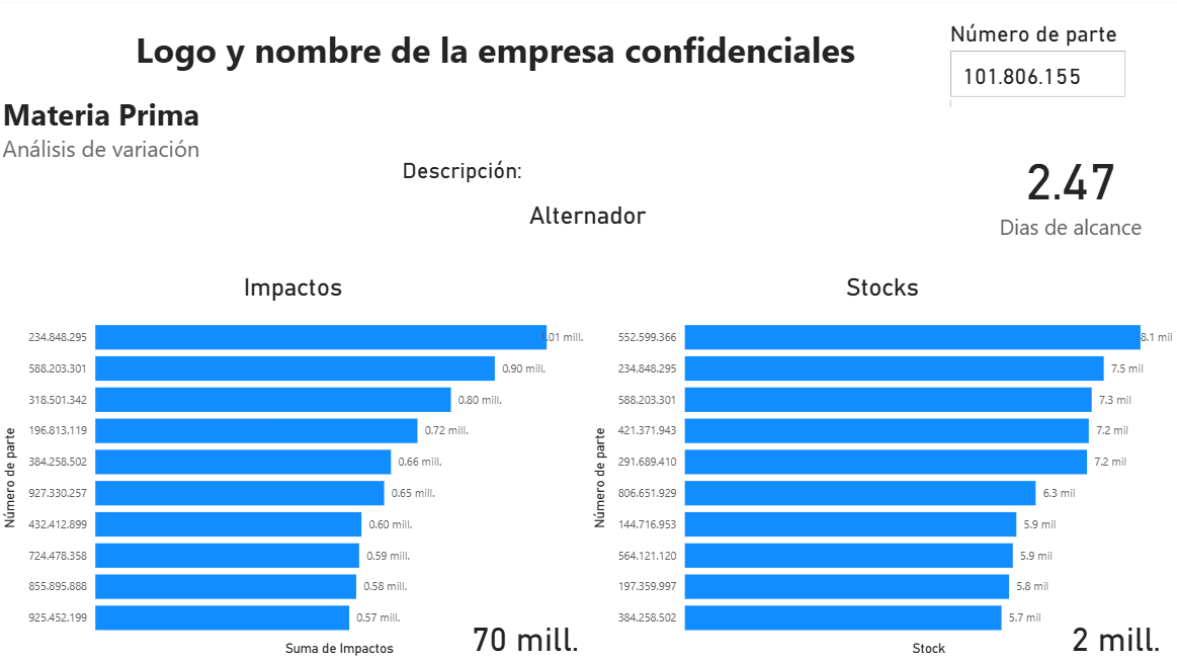


Ilustración 3-10 Página Materia prima

El objetivo de esta página es visualizar el top 10 de los impactos más grandes tanto en millones de dólares como en stock de manera que aquí se empiece a marcar el exceso de materiales si es que así lo hubiese, es el complemento de la página “Forecast vs Real” ya que si se detectara una variación muy grande entre el Forecasr y el real en la categoría de materia prima en esta página se visualizaría esa variación con un impacto tanto en millones de dólares como en stock, además está página cuenta con una tarjeta que otorga la descripción de cualquiera de los materiales que se seleccionen en los gráficos de barras y un segmentador con el número de parte de todos los componentes.

El propósito del segmentador es que al seleccionar cualquier componente de los gráficos de barras otorgue el número de parte de este componente y al seleccionarlo en el segmentador filtrar la información de las siguientes páginas de manera que se pueda analizar un componente en específico en distintos escenarios.

Página Material en proceso

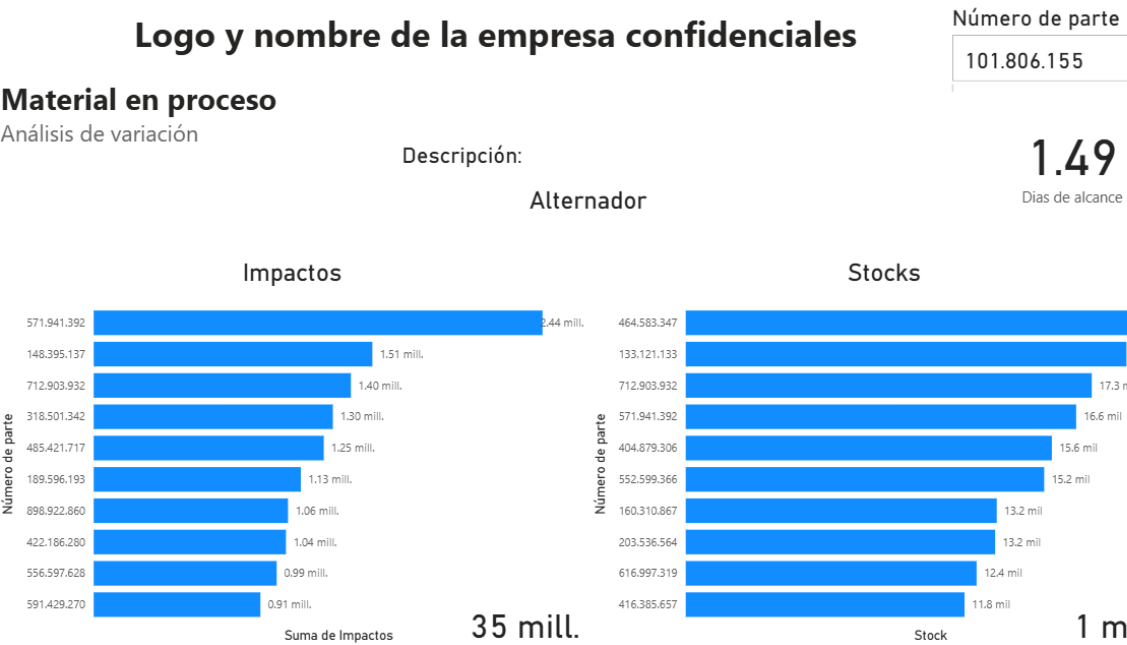


Ilustración 3-11 Página Material en Proceso

Con una distribución idéntica a la página “Materia prima” comparten el mismo propósito, servir como complemento a la página “Forecast vs Real” e identificar impactos elevados tanto en millones de dólares como en stocks, con el mismo segmentador para filtrar la información de un componente en distintos escenarios.

Página Costo unitario

Al igual que las dos anteriores comparte una misma distribución, sin embargo, en este caso no funciona como complemento a la página “Forecast vs Real” ya que su propósito no es el análisis de elevaciones de impactos si no de elevaciones de costos por piezas, de ahí que se tiene un gráfico del top 10 materiales más caros junto con el top de stock, sin embargo, si comparte el mismo segmentador para filtrar información de un componente en específico.

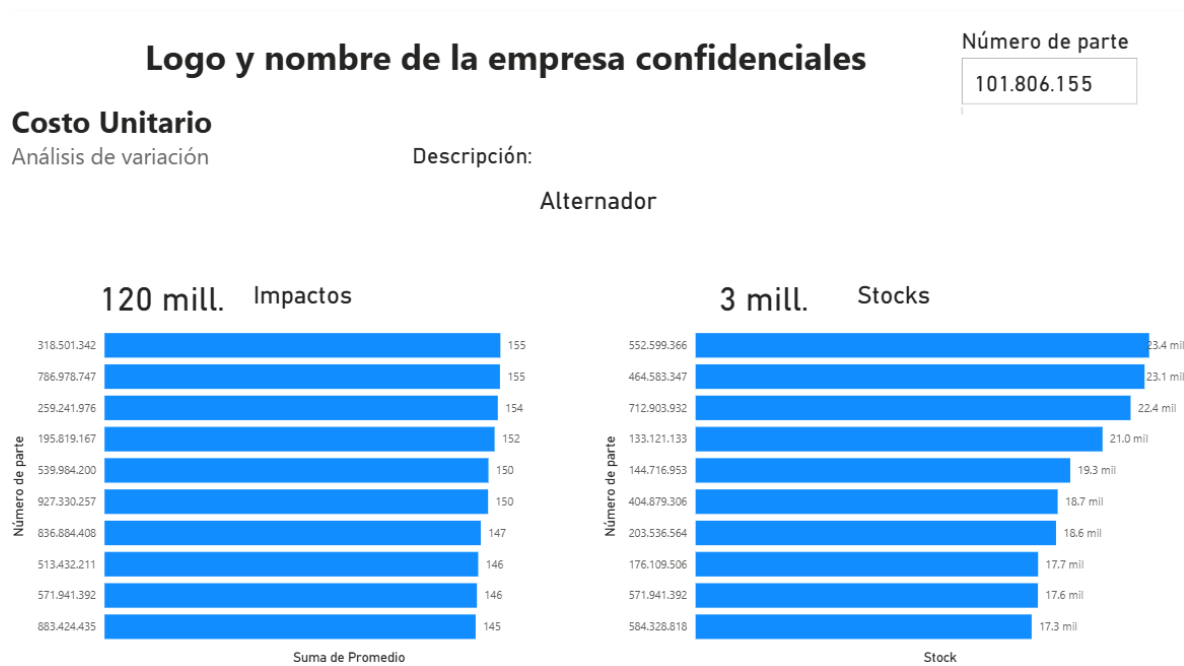


Ilustración 3-12 Página Costo unitario

Página Stocks

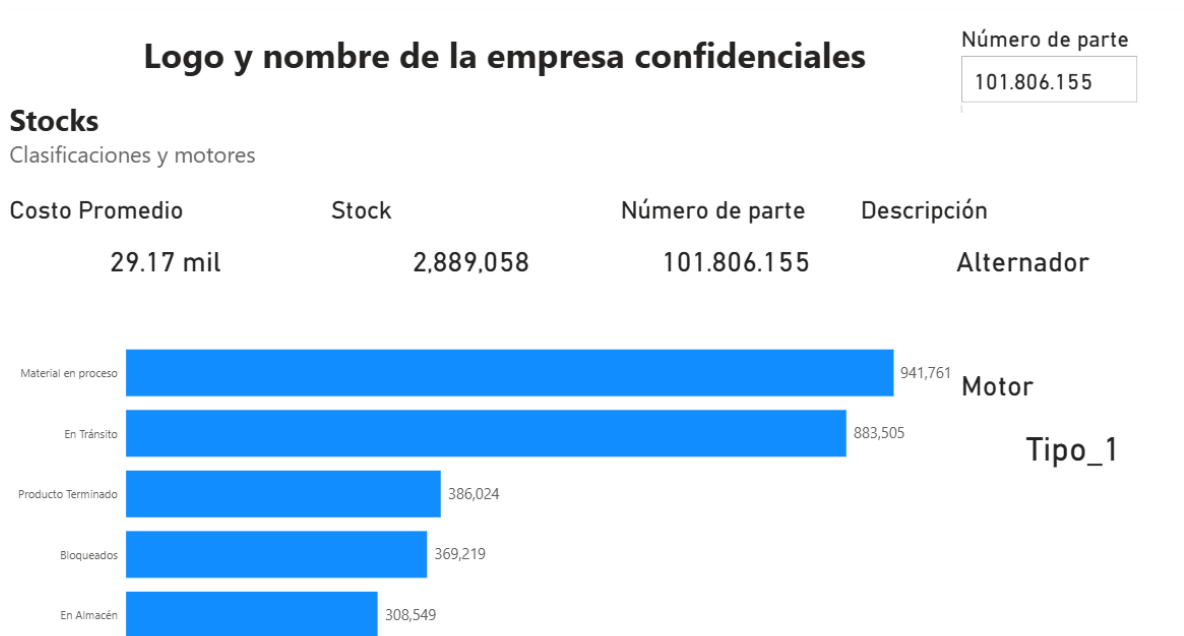


Ilustración 3-13 Página stocks

Con la información ya segmentada para analizar un componente en específico esta página otorga un estado general de todos y cada uno de los distintos estatus que puede llegar a tener ese número de parte (En almacén, en proceso, en tránsito, bloqueados o como producto terminado), con esta vista holística se puede determinar la cantidad total y exacta de todo el material disponible para la producción y llegar a hacer una planeación de materiales mucho más eficiente.

Además, también otorga la información de en qué motor o motores se monta ese componente antes seleccionado.

Página Volumen vs Stock

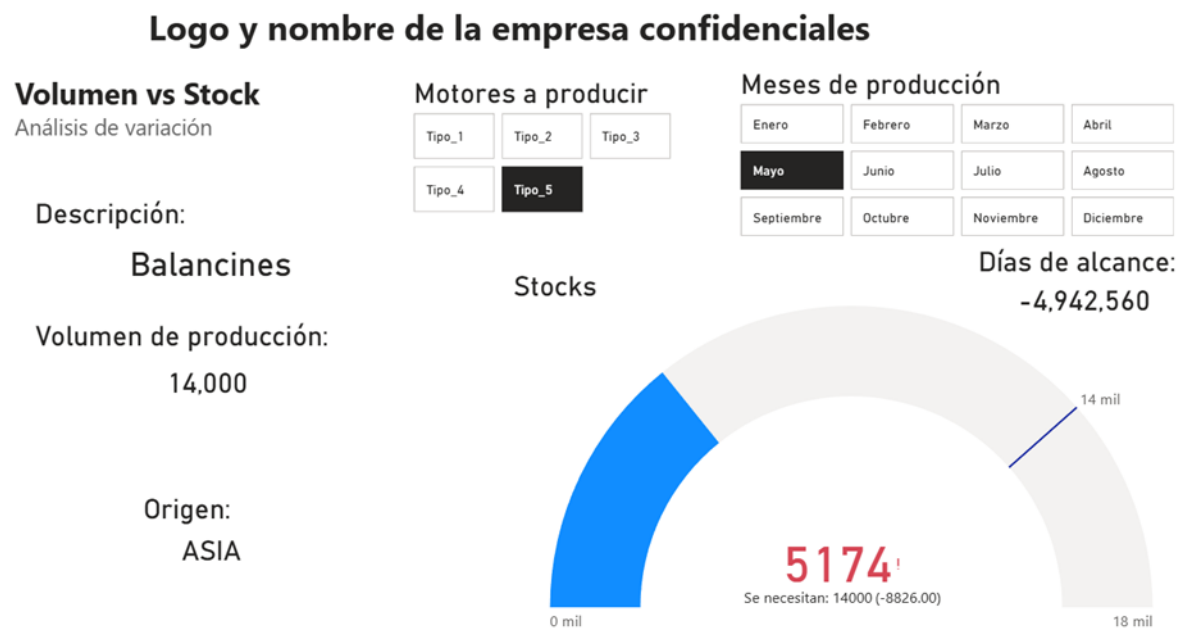


Ilustración 3-14 Página volumen vs stock

Quizá la página más interesante del Dashboard al igual que en la página anterior muestra información ya filtrada de un componente previamente seleccionado, la idea es que en esta página el usuario seleccione el o los motores a los que se monta este componente (información que el mismo Dashboard otorga en la página “Stocks”) e ir variando los meses de producción de manera que pueda observar cómo varía la cantidad necesaria para producir en esos meses (con base en la utilización del material de forma mensual) contra el stock que

ya se tiene, así como pueda analizar el origen de dicho componente y ajustarlo con base en los días de alcance que tiene de más o de menos el componente y así determinar si se tiene un stock saludable o no.

Página Costo de Motor

Logo y nombre de la empresa confidenciales

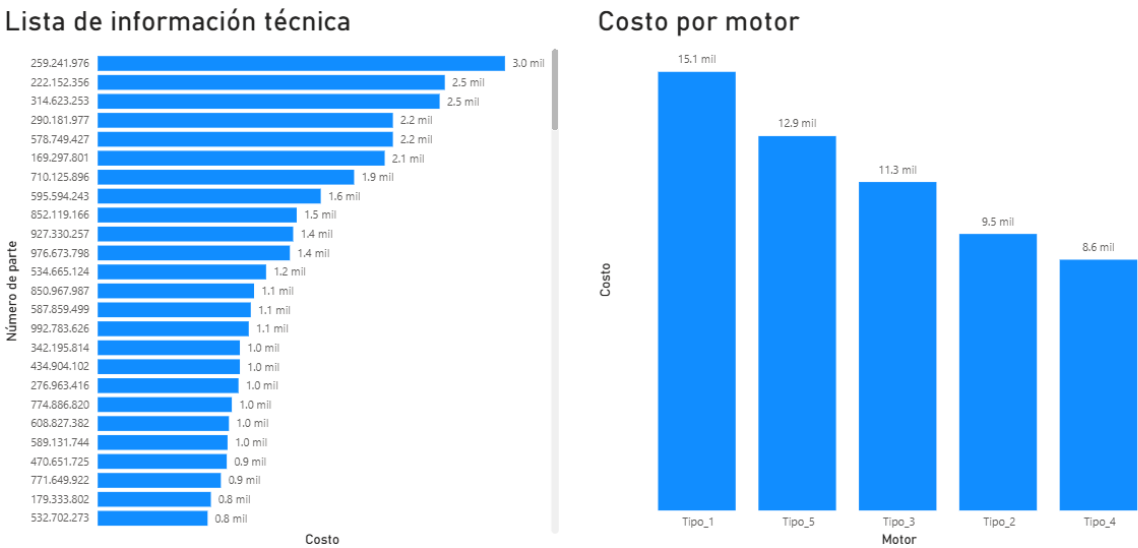


Ilustración 3-15 Página costo de motor

El objetivo de esta página es poder analizar el coste de la lista técnica de cada motor, en el grafico de barras de la derecha aparecen todos los motores que la empresa fabrica, así como el costo que tiene manufacturarlos basándose únicamente en el costo de los componentes, al seleccionar cualquier motor aquí el grafico de la izquierda mostrará su lista técnica costeadada, otorgando todos y cada uno de los componentes que se montan en este motor, así como su costo por pieza y su descripción,

Capítulo 4 Resultados y discusión

Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos del proyecto son satisfactorios en gran medida debido a que se logró desarrollar el Dashboard al nivel de detalle que se planteó desde el inicio del proyecto en menor tiempo del que se tenía considerado, además de crear una base de datos robusta y de fácil comprensión de modo que se redujo la posibilidad de errores a un mínimo.

El Dashboard sobre todo tuvo un impacto positivo no solo por la cantidad y calidad de información que otorga, sino, por la forma en que esta es presentada que es una de las principales virtudes de Power BI, también se reduce la carga de trabajo del especialista ya que con las operaciones preprogramadas de Power Query, se obtienen informes de manera más rápida, eficiente y sobre todo automática debido a que ya no se tiene la necesidad de realizar operaciones manuales.

Así mismo el Dashboard no solo impactó al departamento de finanzas, también a logística ya que la información presentada aportó gran valor a sus operaciones tales como la planeación de materiales ya que ahora si es posible consultar una contabilización completa de cada estatus de material.

Además, con la documentación de todos los procesos, la creación de un manual de usuario y las capacitaciones a los especialistas se logró una fácil adopción del Dashboard y la pauta para posibles actualizaciones que lo hagan aún más robusto y funcional de lo que ya es.

Criterios de evaluación

El Dashboard cumple en un 100% con los objetivos del proyecto, no solo se creó una herramienta que facilitara el análisis de la variación de materiales, si no que se creó una herramienta que además es de suma ayuda para realizar una correcta planeación del material productivo de la planta sino que además es una herramienta de fácil utilización, actualización y comprensión que es lo que se buscaba desde un principio y eran los tres parámetros de evaluación de la herramienta y del proyecto como tal.

Comparación

Se puede decir que el Dashboard redujo en gran medida el proceso de análisis de excesos y días de alcance, anteriormente este proceso era largo y tedioso debido a la gran cantidad de información que se debía descargar del sistema ERP, después se debía filtrar a mano todos los reportes hasta llegar a conocer la causa raíz de un exceso o desabasto para posteriormente crear, nuevamente de forma manual, un reporte que explicara la causa del exceso o desabasto, una tarea que a un especialista con un grado de expertiz elevado fácilmente le podía llevar un día inclusive día y medio de su jornada laboral.

Con la llegada de este Dashboard esa tarea se reduce a menos de 5 minutos ya que ahora el especialista solo debe descargar los reportes del sistema ERP, reemplazarlos en las librerías de almacenamiento de datos ya estructuradas en los sistemas de nube de la empresa y actualizar su base de datos y su Dashboard para solo buscar las causas y explicaciones que necesita para presentarle la problemática a su gerencia o a sus departamentos cliente.

Además, Power BI contiene opciones para exportar el Dashboard si es que se requiere compartir esta información o incluso generar algún registro de esta.

Impacto en análisis y prevención de anomalías

Este Dashboard llega a tener un fuerte impacto sobre todo en la prevención de las anomalías ya que anteriormente al no tener esta información de estatus de Stocks y de comparación de stocks contra volumen de producción si es que había un exceso en el material solo era visible hasta fin de mes cuando el departamento de finanzas realizaba su cierre de mes justo cuando el impacto negativo en las finanzas de la empresa ya era inevitable. Ahora con la construcción de esta nueva información y de estas nuevas relaciones entre los distintos datos es posible monitorear el estatus de los materiales en cualquier momento del mes y de esa manera detectar estos impactos negativos antes de que finanzas haga el cierre de mes y de esa manera tomar acciones preventivas y no correctivas como anteriormente se gestionaba.

Conclusiones

Este proyecto me permitió comprender y observar de cerca uno de los principales problemas y desafíos que enfrenta la industria automotriz, así como participar activamente en la creación de una solución sostenible que aborda el problema desde su raíz.

En cuanto al primer objetivo específico, se logró mostrar información actualizada proveniente del sistema ERP mediante un Dashboard interactivo, desarrollado con la aplicación de herramientas como Power BI y Power Query, que integra indicadores clave y garantiza su actualización, lo que facilita la toma de decisiones estratégicas.

Respecto al segundo objetivo específico, se implementaron gráficos, indicadores predictivos que permiten analizar tendencias, como la variación del Forecast, contribuyendo a anticipar riesgos y evitar sobreabastos o desabastos.

Para el tercer objetivo específico, se logró optimizar la trazabilidad de los materiales, mediante la integración de un módulo que contabiliza los materiales en cada estatus, mejorando el control del flujo de inventarios e impactando directamente de manera positiva en la correcta planeación de los materiales.

Respecto al cuarto objetivo específico, se redujo el tiempo en el proceso de análisis, sustituyendo reportes estáticos por visualizaciones dinámicas en Power BI, lo que agiliza la exploración y comprensión de la información. Este dato fue proporcionado por los especialistas que ya se encuentran utilizando esta herramienta. No hay un estándar respecto a la reducción del tiempo, sin embargo, si facilita la comprensión de los datos y su manejo

Finalmente, se cumplió el quinto objetivo específico al elaborar un manual de usuario y documentar el proceso de desarrollo, que incluye información clave para poder operar el Dashboard, mientras que la documentación contiene todos los procesos necesarios para editar y modificar el Dashboard (desde la extracción de la información hasta el diseño). Proporcionando herramientas que aseguran la correcta operación del Dashboard y facilitan su futura modificación o ampliación.

Como aprendizajes, adquirí un conocimiento profundo sobre la industria automotriz y sobre la integración de herramientas tecnológicas indispensables para el desarrollo del Dashboard.

Además, obtuve experiencia en los procesos del departamento de finanzas y su relación con otras áreas, lo que me permitirá aplicar estas competencias en futuros proyectos. Cabe destacar que la carrera de Ingeniería en Sistemas Automotrices me dotó de conocimientos esenciales en materias como álgebra lineal, programación, probabilidad y estadística, gestión financiera y administración de proyectos, los cuales fueron fundamentales para el éxito de este trabajo.

Anexos y bibliografía

Glosario

Dashboard: Interfaz visual que concentra información clave mediante gráficos, indicadores y objetos interactivos, diseñada para facilitar el análisis y la toma de decisiones en tiempo real.

Power BI: Herramienta de Business Intelligence desarrollada por Microsoft que permite la conexión, transformación y visualización de datos mediante reportes interactivos y Dashboards.

Power Query: Complemento integrado en Excel y Power BI que actúa como motor de transformación de datos, permitiendo realizar procesos ETL (Extracción, Transformación y Carga) de manera automatizada.

Lenguaje DAX (Data Analysis Expressions): Lenguaje de fórmulas utilizado en Power BI para crear medidas, cálculos dinámicos y columnas personalizadas que enriquecen el análisis de datos.

ETL (Extract, Transform, Load): Proceso que consiste en extraer datos desde diversas fuentes, transformarlos para garantizar su calidad y coherencia, y cargarlos en un sistema o modelo para su análisis.

Modelo de datos estrella: Esquema de modelado que organiza la información en una tabla central de hechos rodeada por tablas de dimensiones, optimizando la consulta y el análisis.

Modelo copo de nieve: Variante del modelo estrella que normaliza las tablas de dimensiones, reduciendo redundancia pero aumentando la complejidad del diseño.

Modelo galaxia (constelación): Esquema que utiliza múltiples tablas de hechos relacionadas con varias dimensiones, ideal para analizar procesos complejos.

KPI (Key Performance Indicator): Indicador clave de desempeño que mide el progreso hacia objetivos específicos, como niveles de inventario, costos o tiempos de producción.

Forecast: Pronóstico o estimación futura basada en datos históricos y tendencias actuales, utilizado para planificar producción, costos y recursos.

Sistema ERP (Enterprise Resource Planning): Sistema que integra y gestiona procesos clave de una empresa (finanzas, logística, producción, recursos humanos) en una plataforma centralizada.

Layout (en ERP): Vista personalizada de tablas o reportes dentro del sistema ERP que define columnas, filtros y orden para facilitar el análisis.

OEM (Original Equipment Manufacturer): Fabricante de equipos originales que diseña, ensambla y comercializa vehículos completos bajo su propia marca.

Tier 1, Tier 2, Tier 3: Clasificación jerárquica de proveedores en la industria automotriz según su cercanía con el OEM:

- Tier 1: Proveedores directos de sistemas completos.
- Tier 2: Proveedores de componentes para Tier 1.
- Tier 3: Proveedores de materias primas y piezas básicas.

Just In Time (JIT): Metodología de producción que busca minimizar inventarios y producir solo lo necesario en el momento exacto.

Just In Sequence (JIS): Extensión del JIT que asegura la entrega de materiales no solo en el momento requerido, sino también en la secuencia correcta para su uso.

Lean Manufacturing: Filosofía de producción orientada a eliminar desperdicios y optimizar procesos para mejorar la eficiencia.

Kanban: Sistema visual de gestión que controla el flujo de materiales y tareas mediante tarjetas o señales.

Capital invertido: Recursos financieros destinados a la operación y crecimiento de la empresa, incluyendo materiales productivos, maquinaria y equipos.

Obsolescencia: Condición en la que un material o componente pierde vigencia por deterioro, caducidad o cambios en especificaciones técnicas.

Gráfico de barras: Representación visual que compara valores entre diferentes categorías mediante barras horizontales o verticales.

Gráfico de líneas: Visualización que muestra tendencias y variaciones a lo largo del tiempo mediante líneas conectadas.

Gráfico de pastel: Gráfico circular que representa proporciones de un total mediante segmentos.

Mapa de calor: Visualización que utiliza colores para representar la intensidad o frecuencia de valores en una matriz o mapa geográfico.

Segmentador (en Power BI): Elemento interactivo que permite filtrar información en un Dashboard según criterios específicos.

Interactividad (en Dashboards): Capacidad de un Dashboard para responder a acciones del usuario, como filtros, segmentaciones y exploración dinámica de datos.

Stock: Inventario disponible de productos, materias primas o materiales en diferentes estatus (almacén, tránsito, proceso).

Materia prima: Material básico utilizado en la fabricación de productos.

Material en proceso: Material que se encuentra en etapas intermedias de producción.

Producto terminado: Bien completamente fabricado y listo para su entrega o comercialización.

Cardinalidad (en relaciones de datos): Tipo de relación entre tablas en un modelo de datos, que puede ser uno a uno, uno a varios, o varios a varios.

Tabla de hechos: Tabla que contiene datos cuantitativos para análisis, como costos, cantidades o ventas.

Tabla de dimensiones: Tabla que aporta contexto descriptivo a la tabla de hechos, como fechas, categorías o ubicaciones.

Tabla puente: Tabla intermedia utilizada para evitar relaciones varias a varios en un modelo de datos.

Bibliografía

- [1].JulCsc, “¿Qué es Power BI? Información general sobre componentes y ventajas - Power BI,” Microsoft Learn. <https://learn.microsoft.com/es-es/power-bi/fundamentals/power-bi-overview>.

- [2]. Billin, *Capital Invertido: ¿Qué es y cómo se calcula?*
- [3]. S. Kalpalkjian, *Just in Time (JIT)*, 2002
- [4]. García, J. (2013). Estructura y recomposición de la industria automotriz mundial. Economía UNAM. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-952X2013000300005
- [5]. Knauf Automotive. (s.f.). El papel de los OEM y los Tier en la industria de automoción. Knauf Automotive. Recuperado de <https://knaufautomotive.com/es/el-papel-de-los-oem-y-los-tier-en-la-industria-de-automocion/>
- [6]. Friedrich-Ebert-Stiftung. (2016). Desarrollo y estructura de la industria automotriz en México. Recuperado de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/13016.pdf>
- [7]. Academia Xray. (2025). *Descubre las etapas clave de los procesos productivos en la industria automotriz*. Recuperado de <https://academioxray.cl/blog/procesos-productivos-de-la-industria-automotriz/>
(Manufactura y ensamble, pruebas, validación)
- [8]. Drive Sustainability. (2023). Guía práctica de sostenibilidad en la industria automotriz. Recuperado de https://www.drivesustainability.org/wp-content/uploads/2023/03/Spanish-Automotive-Sustainability-Practical-Guidance_compressed.pdf
- [9]. BBVA Corporate & Investment Banking. (2023). Sector Automotriz: retos en sostenibilidad. Recuperado de <https://www.bbvacib.com/es/insights/news/bbva-cib-sector-automotriz-importancia-y-principales-retos-en-sostenibilidad/>
- [10]. DataToBiz. (s.f.). Boosting auto manufacturing efficiency with Power BI. Recuperado de <https://www.datatobiz.com/case-studies/boosting-efficiency-with-power-bi/>
- [11]. Pérez Marqués, M. (2018). Business Intelligence: técnicas, herramientas y aplicaciones. Alfaomega. Recuperado de <https://archive.org/details/perez-marques-maria-business-intelligence-alfaomega>
- [12]. Datdata. (2025, 4 de febrero). Historia de Power BI. Recuperado de <https://www.datdata.com/blog/historia-de-power-bi>

- [13]. Justinmind. (2025, marzo 19). Guía de visualización de datos: principios y ejemplos. Recuperado de <https://www.justinmind.com/es/blog/visualizacion-datos-ejemplos-principios/>
- [14]. Microsoft. (2024). Procedimientos recomendados en Power Query. Recuperado de <https://learn.microsoft.com/es-es/power-query/best-practices>
- [15]. Datdata. (2024). 10 mejores prácticas con Power Query. Recuperado de <https://www.datdata.com/blog/10-mejores-practicas-con-power-query>
- [16]. Bernabeu, D. R. (s.f.). Introducción. En Hefesto: Metodología para la construcción de Data Warehouse. Troyanx. Disponible en: <https://troyanx.com/Hefesto/introduccion4.html>
- [17]. Imagina Formación. (2024). ¿Qué es el proceso ETL en Power BI? Recuperado de <https://imaginaformacion.com/tutoriales/que-es-el-proceso-etl-en-power-bi>
- [18]. Rico, R. (2023). El valor de los Dashboards en la toma de decisiones empresariales. LinkedIn. Recuperado de <https://www.linkedin.com/pulse/el-valor-de-los-Dashboards-en-la-toma-decisiones-rebeca-rico-5rn9f>
- [19]. Studer, I. (2024). La transición hacia vehículos eléctricos y movilidad urbana sostenible en México al 2030. Sostenibilidad Global. <https://sostenibilidadglobal.org/wp-content/uploads/2024/04/Transicion-hacia-la-adopcion-de-VEs-en-Mexico-final-pdf-1.pdf>
- [20]. 4i Platform. (s.f.). El IoT aplicado en la industria automotriz. Recuperado de <https://blog.4iplatform.com/language/es/el-iot-aplicado-en-la-industria-automotriz/>
- [21]. Guinea Mobile. (s.f.). IoT en la industria automotriz: beneficios, usos e innovación. Recuperado de <https://guinea.pe/blog/aprovechar-iot-industria-automotriz/>
- [22]. Clúster Automotriz de Guanajuato. (2024). ¿Qué es una OEM, Tier 1, Tier 2? Recuperado de <https://claugto.org/que-es-una-oem-tier-1-tier-2-cluster-automotriz-de-guanajuato/>