

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1976.

Departamento de Economía, Administración y
Mercadología

Maestría en Administración



PROYECCIÓN DE VENTAS Y USO EFICIENTE DE LOS RECURSOS OPERATIVOS

TRABAJO RECEPCIONAL que para obtener el **GRADO** de
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN

Presenta: **EDUARDO GONZALEZ ARANA**

Asesor **IGNACIO ÁLVAREZ PLACENCIA**

Tlaquepaque, Jalisco. 02 de Noviembre del 2022.

Índice

1. Fundamentación del trabajo	7
1.1. Descripción del escenario que se planea intervenir	7
1.2. Descripción de la problemática percibida que justifica la intervención	8
1.3. Validación de las condiciones del escenario.....	9
1.4. Análisis del contexto y del entorno de la organización	10
1.4.1. Contexto de la empresa	10
1.4.2. Entorno de la organización	11
1.5. Análisis inicial de la problemática: primera hipótesis.	17
1.5.1. Matriz de marco lógico del problema	17
1.6. Objetivos de la intervención	20
1.7. Delimitaciones y área funcional a intervenir	20
1.8. Justificación y pertinencia del trabajo.....	20
2. Análisis de la problemática	21
2.1. Definición de la metodología del análisis de la problemática, selección de las herramientas requeridas y el cronograma.	21
2.1.1. Project Charter	21
2.1.2. Estado Actual.....	23
2.1.3. Pareto Causa	24
2.1.4. Mapa del proceso.....	26
2.1.5. SIPOC	27
2.1.6. CTQ.....	28
2.1.7. FODA.....	29
2.1.8. A3 del proyecto	30
2.1.9. Gantt.....	34
2.1.10. Conclusiones.....	34
2.2. Metas de Medición.....	36
2.3. Herramientas de medición	37

2.3.1.	Análisis de sistemas de Medición.....	37
2.3.2.	Recolección de los datos	38
2.3.1.	Sigma del proceso	39
2.3.2.	Mapeo de Procesos.....	40
2.3.1.	5 Puntos de vista	40
2.4.	Conclusiones:.....	42
3.	Estrategia metodológica de intervención.....	42
3.1.	Justificación de la estrategia metodológica de intervención.....	42
3.2.	Método y estructura del modelo a seguir.....	43
3.3.	Selección y categorización de la demanda	44
3.4.	Análisis del estado actual de la demanda.....	49
3.5.	Evaluación de los pronósticos.....	53
3.6.	Selección e implementación en prueba piloto	59
4.	Exposición de hallazgos	62
4.1.	Implementación	63
4.1.1.	Planeación de los recursos y presupuesto	63
4.1.2.	FODA.....	63
4.1.3.	Análisis del campo de fuerza.....	65
4.1.4.	PDCA.....	66
4.2.	Metas de Control.....	70
4.2.1.	Resultados cuantificados.....	70
4.2.2.	Controles visuales Poka – Yoke	73
4.2.3.	Estandarización de documento y proceso de operación	75
4.2.4.	Capacitación y seguimiento de procesos.....	76
4.3.	Conclusiones y lecciones aprendidas.....	79
5.	Bibliografía.....	84

Índice de siglas

TOG: Trabajo de Obtención de Grado

IDI: Investigación, Desarrollo e Innovación

DEAM: Departamento de Economía, Administración y Mercadología

ITESO: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.

Abstract

Este proyecto se lleva a cabo en el contexto de la pandemia *COVID 19*, en una empresa del sector manufacturero en Guadalajara Jalisco. Durante los últimos años, la organización ha tenido un crecimiento sostenido que puede ser evaluado por los dos edificios que hoy existen en la zona de *Technology Park* o bien consultado los estados financieros reportados a *Wallstreet*. Por lo anterior, es importante mantener la confianza con los inversionistas y la corporación, de esta manera continuar con el crecimiento orgánico en la región, apegado a la estrategia global de la empresa. La organización presenta retrabajos en el desarrollo de la proyección de ventas. Estas últimas se convierten el compromiso ante la corporación. Por lo tanto, una mala proyección se traduce en poca confianza a la predictibilidad de la organización, Utilizando una metodología estructurada para la solución de problemas *DMAIC*. Se definen indicadores base, se utilizan múltiples metodologías para determinar el estado actual y las causas principales. Como los son: mapeos del proceso, *SIPOC*, *CTQs*, *FODA*, *A3* y *Project charter*. Además, utilizando herramientas de medición para la recolección de datos como lo son: los 5 puntos de vista y sigma de proceso para definir los factores críticos a modificar. Finalmente utilizando la metodología basada en la investigación de *Aris A. Syntetos*. Quien propone seccionar las demandas de los productos con base a los rangos que proporcionan el intervalo promedio de la demanda y el coeficiente de variación. Se realiza una categorización de productos, determinándolos en tipo de demanda: Errática, irregular, Suave e intermitente. Para cada categoría se aplican diferentes modelos de pronóstico de suavización exponencial (Brown) y Holt Winter. Finalmente, al evaluar el pronóstico acorde la categorización el error MSE, MAE & MAPE se puede mejorar hasta un 80%. Para la sostenibilidad del proyecto se implementan mecanismos *pokayoke* para la definición de *alpha* y *beta* en los modelos de pronóstico y se establece en una instrucción de trabajo.

Palabras clave: *Demand Categorization, Planning, Forecasting, Sales and Operation Plan & Accuracy*

En primer lugar, agradezco a mi esposa que siempre me dio su apoyo durante este tiempo para cumplir mis objetivos académicos. Además, durante este tiempo fueron varios profesores quienes aportaron calidad y conocimientos que gratamente llevare todo lo bueno que entregaron a mí y mis compañeros. Por ultimo quiero agradecer profundamente a mi tutor por el tiempo dedicado, su empatía, guía, recomendaciones personales y profesionales, los tendré presente, siempre.

1. Fundamentación del trabajo

Durante los últimos diez años como trayectoria laboral en algunas de las manufactureras electrónicas más grandes de la región de Jalisco, he detectado varios retos a los que se enfrentan estas organizaciones internacionales. Múltiples retos son puntuales en las áreas funcionales de la misma organización. La mayoría de los retos converge en lo mismo y este es el pronóstico de ventas, sus actuales de producción y la eficiencia operativa. El pronóstico de ventas en estas organizaciones se genera de forma mensual, por cuarto y por año fiscal. El número reportado va directamente a las proyecciones que se comparten a *Wall Street* y en consecuencia esto puede atraer o afectar a inversionistas, por lo que la predictibilidad es muy importante. Por otro lado, este pronóstico de ventas va de la mano del uso eficiente de los recursos operativos, pues estas organizaciones son competitivas en la región debido a los costos que conlleva la transformación de productos contra otras regiones internacionales.

Por lo tanto, este TOG tiene como objetivo crear un proceso robusto aplicable a la industria manufacturera para la creación de proyección de ventas con una óptima eficiencia operativa, lo anterior involucra áreas funcionales como Compras, Finanzas, Planeación, Manufactura e Ingeniería.

1.1. Descripción del escenario que se planea intervenir

Las empresas manufactureras tienen presencia por más de veinte años en la zona metropolitana de Guadalajara, una de ellas es Plexus, la cual inició mediante una inversión extranjera en el 2014 con un edificio en la zona metropolitana de Zapopan, iniciando producción y efectuando procesos de manufactura de transformación de materia prima en productos para el segmento de mercado médico, comercial y telecomunicaciones. Los principales clientes son grandes organizaciones médicas del mundo, tanto como estados unidos, Japón entre otros, principales cadenas refresqueras del mundo y por último son clientes las principales compañías proveedoras de servicios de telecomunicación de estados unidos y Europa.

Entre el dos mil diecisiete y dos mil dieciocho la organización global de Plexus decide abrir sus divisiones de Diseño en Guadalajara, así también la apertura de un nuevo edificio. Posteriormente se integra en Guadalajara la división de *Aftermarket Service*, conocidos, así como servicios de postventa. Para el año dos mil veinte cuentan con un aproximado de dos mil trabajadores contando en Guadalajara con los tres servicios que ofrece la corporación a nivel global: Manufactura, Diseño y servicios de postventa. Pocas regiones a través del mundo cuentan con todos los tres servicios, por ello es que Guadalajara se han convertido en pieza clave para el crecimiento orgánico y ejecución de la estrategia global. Por otro lado, la situación actual del COVID-19 ha generado interrupciones en la

cadena de suministro y toda cadena de valor de la organización, por lo que se han puesto en marcha diferentes procesos para salvaguardar a las personas y a su vez generado ventas con márgenes aceptables de ganancia.

La estructura de la organización es mixta, primero se establecen áreas funcionales como lo son: Ingeniería, Materiales, Operaciones y Negocios. Segundo, es matricial pues cuenta dentro de las áreas funcionales con celdas de trabajo, lo que significa que áreas de compras, planeación, procesos, manufactura y control de inventarios, todas ellas con un jefe operativo y un jefe funcional.

El flujo de información interna y procesos internos es la única normativa que se tiene como incidencia del problema que se busca caracterizar; por otro lado, la organización está apegada a todas las normativas requeridas por el Consejo de Cámaras Industriales de Jalisco.

Durante los últimos 4 años la organización en Guadalajara ha tenido un crecimiento sostenido que puede ser evaluado por los dos edificios que hoy existen en la zona de *Technology Park* o bien consultado en los estados financieros reportados a *Wallstreet*. Por lo anterior es importante mantener la confianza con los inversionistas y la corporación para continuar con el crecimiento orgánico en la región apegado a la estrategia global.

1.2. Descripción de la problemática percibida que justifica la intervención

La organización a trabajar es la manufacturera electrónica de la zona metropolitana de Guadalajara y los retos presentados en Plexus Manufacturing.

Algunos de las problemáticas actuales son las siguientes:

- La organización presenta retrabajos en el desarrollo de la proyección de ventas en los meses dos y tres del cuarto comparadas con las que se realizan en el mes uno del cuarto fiscal. Estas últimas se convierten el compromiso ante la corporación y una mala proyección se traduce en poca confianza a la predictibilidad.
- La organización proyecta y ejecuta cantidad de recursos a través de las ventas proyectadas a inicios del cuarto. Actualmente presenta una inversión mayor de recursos a inicios del mes debido a la baja predictibilidad en las ventas del mes uno y dos del cuarto fiscal.
- Este problema se presenta en el ámbito financiero, converge directamente con las áreas funcionales de Negocios, Materiales y Operaciones. La organización se divide en factorías que cada una tiene un enfoque específico para el sector: Medico, Comercial y de Telecomunicaciones, cada uno de los clientes dentro de este grupo tiene un mecanismo de

definición de requerimientos de su demanda independiente pero todos ellos se integran en un plan maestro de la venta de la organización generando el *P&L (Profit & Loss)*.

- La situación del *COVID-19* ha remarcado mayormente los problemas de predictibilidad y uso eficiente de los recursos. Esta pandemia ha traído consigo que personas sean catalogadas como de riesgo, múltiples cuarentenas, interrupciones en la logística nacional e internacional entre otros que problemas que repercuten en la eficiencia de la operación. Por ello es importante que se tenga en el radar e intentar aislar su contribución en los problemas antes mencionados.

1.3. Validación de las condiciones del escenario

Al tratarse de un proceso que involucra varias áreas funcionales, requiere de múltiples cuartos fiscales para confirmar el engranaje de la intervención se puede considerar que existen las condiciones para trabajar durante cuatro periodos. Además de los siguientes puntos:

- *Identificación del cliente:* El cliente en esta problemática es el gerente de materiales y a su vez el gerente general de la organización, quienes tienen la autoridad para cualquier implementación en las problemáticas anteriormente mencionadas, la estructura organizacional es un gerente de materiales por edificio el cual reporta a un gerente general.
- *Sostenibilidad del proyecto:* Las razones por las que se considera que existen condiciones para trabajar durante el periodo requerido es, primeramente, el sentido de urgencia; en la compañía hoy por hoy se está buscando generar un *benchmarking* de la industria, adquirir nuevos procesos y seguir teniendo la confianza de la corporación para abrir más negocio en la región. Segundo, como Gerente en la compañía se toman decisiones importantes, pero a su vez el soporte que la organización para promover el crecimiento de las personas que actualmente trabajan ahí, costando parte de la maestría de gerentes para poder llevar a cabo mejoras como esta, tercero, el tiempo para medir la problemática estamos hablando de cuartos fiscales por lo que en cuatro periodos de la maestría se tendrían un estimado de 7 a 8 mediciones para establecer la intervención. Por último, es necesaria la formación en diferentes áreas para mejora comprensión de la problemática y esta será a través de las clases actuales y posteriores para modelos de pronósticos, en finanzas corporativas, además de modelos de capacidad con múltiples variables. Todas las anteriores estuvieron en materias que se han cursado hasta hoy y se tomarán los próximos semestres.
- *Tiempo requerido:* En primera estancia se estima que el tiempo requerido a invertir en este proyecto se clasificaría en 3 fases, en esta primera para definición y estudio del problema

sería en los próximos dos periodos un estimado de 520 horas (unas 10 por semana), en la segunda fase para el tercer periodo será un estimado de 208 horas (unas 8 horas por semana) y por ultimo 130 horas.

- *Disposición al cambio*: Uno de las principales retroalimentaciones por parte de la corporación es la urgencia de generar predictibilidad y una eficiencia operativa como organización en Guadalajara, por ello esta es el principal motor para aceptar el cambio desde la estructura de liderazgo, el ambiente laboral es de mejora continua, respaldado en las mensuales semanas *Kaizen*, generando una cultura de cambio constante.

1.4. Análisis del contexto y del entorno de la organización

Las organizaciones de manufactura electrónica se encuentran en el centro de un panorama lleno de incertidumbre, de alto cambio y de un impacto importante en el desarrollo de los países. Manufactureras como Plexus se han visto beneficiadas y a su vez puestas a prueba en todos sus procesos por la crisis mundial generada por el *COVID-19*. A continuación, se describe su situación de contexto y entorno de la organización.

1.4.1. Contexto de la empresa

Las organizaciones manufactureras en este 2020 han tenido que enfrentar reestructuras internas debido al *COVID-19* para ser flexibles con sus empleados y comprometidos con sus clientes. Durante los primeros seis meses se han activado programas para disminuir la población en las instalaciones. Definiendo como existente al concepto que algunas organizaciones antes del 2020 no se daban por aceptar el Home-Office. Iniciativas que han sido aceptadas son el uso de protección en todas las actividades dentro de la organización, uso de cubre bocas, careta, lentes y batas en algunos casos. Las áreas de producción son las críticas para el éxito en este momento, por ello que se ha apoyado a toda la población catalogada de riesgo por situaciones de salud para entrar en un programa de trabajo desde casa sin ver afectado su salario. Las estructuras organizacionales de estas empresas son de tipo funcional y mixto. Internamente existe un gerente funcional y además un gerente operativo. Adicionalmente Plexus Guadalajara se encuentra en un proceso de consolidación como los sites más importantes para los ingresos de la región de Américas. El objetivo actual de la compañía es un crecimiento anual del 12 % en ventas además de un retorno económico del 5%. Los pilares de la estrategia actual de Plexus están basados en los siguientes pilares denominados:

1. 5e: Estrategia enfocada a la excelencia operacional, el enfoque al cliente interno y externo.
2. Valores y como liderar: Estrategia enfocada a promover los valores de Plexus y el estilo de liderazgo de la organización.
3. La calidad comienza conmigo (*QBWM*): Estrategia que promueve la calidad en búsqueda de tener cero defectos.
4. *One Plexus*: Esta estrategia permite integrar a todas las áreas con un objetivo en común, estableciendo un fuerte lazo como una sola organización.

1.4.2. Entorno de la organización

Para definir el entorno de la organización y la industria manufacturera se evaluaron diferentes modelos de análisis del entorno, entre todos el mejor y más óptimo para este trabajo es el análisis de PESTEL ayudando a entender las oportunidades y amenazas por las que atraviesa la organización en los siguientes factores:

Políticos: En el ámbito regional se tiene un panorama de incertidumbre por la situación *COVID-19*, el gobierno de Jalisco estableció el botón de emergencia, dos indicadores clave para evaluar el riesgo epidemiológico y, de ser necesario, realizar un paro de actividades para reducir con ello la interacción y el contagio, al ser activado este botón todas las operaciones locales se verían afectadas (Gobierno de Jalisco, 2020). Por otro lado, a nivel nacional el poder ejecutivo se encuentra mayormente concentrado en un partido político, dando paso a diferentes medidas como la cancelación de un Aeropuerto, el cual ya llevaba un avance de construcción, la construcción de un tren en zona arqueológica al sur de México y por último el objeto de enjuiciar expresidentes. Los anteriores mediante el uso del mecanismo de consultas populares. Esto ha generado controversias en el país y generado cierta incertidumbre en el sector privado, donde este último llega a opinar “El sector privado resaltó que la cancelación de la construcción en Texcoco vulnera la certeza jurídica de las inversiones nacionales y extranjeras”. (ExpansionMx, 2018). Finalmente, en el ámbito internacional se encuentran dos situaciones que pueden afectar el sector manufacturero de electrónicas en Jalisco. La primera de ellas es las elecciones de presidente de estados unidos. Este es un ejercicio complejo, pues representa junto a la elección del presidente, también se renovará a los congresistas y senadores del país del norte. Se trata de 35 puestos en el Senado y 435 puestos en la Cámara de Representante. Este cambio en un país como México que pasa por una crisis sanitaria y económica es de mayor impacto pues depende en gran medida de las relaciones bilaterales con el gobierno de Estados Unidos. Por otro lado se encuentra el reciente firmado tratado de nombre *T-MEC*, este tratado sustituye al Tratado

de Libre Comercio de América del Norte (*TLCAN*), ello derivado del intercambio de comunicaciones entre Estados Unidos de América, Canadá y México, donde los mayores puntos que afectan la industria son: eliminación de barreras arancelarias, incremento de las exportaciones, mayor atracción de inversión extranjera directa, generación de cadenas regionales de valor (*NAFTA* chinas). (Gobierno de Mexico, 2020)

Económicos: El primero de los factores importantes para la industria en términos económicos es la inversión, como podemos ver en los datos del INEGI en los últimos cinco años y se puede ver una tendencia a la baja aunque del mes de enero del 2019 al mes de Julio del 2020 la tendencia ha sido a la baja mucho más marcada llegando a un histórico del -39% de inversión en Mayo del 2020 comparado con el 2019, en los últimos tres meses se ve una mejora del -24% en Junio y llegando a julio a un -21% respectivamente. (INEGI, 2020).

Por otro lado, se encuentra la inflación donde el histórico de los últimos 10 años había mostrado una tendencia similar en los primeros cinco de un aproximado 4% anual, después en 2017 llego a un histórico del 6.7% y el actual de septiembre 2020 es d 4%. (INEGI, 2020)

Por ultimo tenemos el tablero de indicadores económicos, que nos da un panorama de variables que interactúan en la economía mexicana, así como de otras externas que tienen influencia significativa en ella. Se visualizan exportaciones, tasa de interés interbancaria de equilibrio y actividad industrial. Todas ellas con una coincidencia a la baja abrupta en marzo 2020 y comenzando una recuperación en Julio 2020, relacionados al impacto del COVID-19. Algunas como la confianza del consumidor, el indicador de confianza empresarial, la tasa de fondeo gubernamental, y asegurados permanentes en el IMSS tienen una baja constante llegando a días actuales. (INEGI, 2020) Lo anterior nos da un panorama de la economía del país en la que está envuelta la industria manufacturera y principalmente la organización Plexus.

Socio Cultural: En el contexto del estado la población ha incrementado de 6 322 002 en 2000 a 7 350 682 en 2010. Por otro lado, la densidad de población en habitantes por kilómetros cuadrados de Jalisco de 2000 a 2015, es de 79.9 en 2000, 85.4 en 2005, 93.4 en 2010 y 99.8 en 2015. La edad media en la entidad es de 22 en el año 2000, 24 en 2005, 25 en 2010 y 26 en 2015. La tasa de crecimiento media anual de la población ha cambiado del 1.8% en 2000, 1.5% en 2010 y 1.5% en 2015. Además, en el contexto nacional se tienen diferentes rasgos como lo son la cantidad de la población total del país, esta ha incrementado año con año de 97 millones de personas en México a 119 millones en 2015. La relación entre hombres y mujeres es 48.6 % hombres y 51.4% mujeres. También la edad media de la población son 27 años. (INEGI, 2020) Otro de los datos que sobresale

en el país es la cantidad de defunciones y su incremento de 591,018 en 2010 a 722,611 en 2018 teniendo un alza en las muertes de hombres por cada 100 de mujeres de 124 en 2015 a 129 en 2018. Por otro lado, matrimonios y la relación de divorcios por cada 100 ha incrementado de 7.4 en el año 2000 a 31.7 en 2019. La cantidad de matrimonios se ha disminuido de 707,422 del 2000 a 504,923 en 2019. (INEGI, 2020)

Tecnológicos: La evolución de las redes de telecomunicación han anunciado la implementación de redes tipo 5G, lo cual tiene con grandes expectativas a diferentes sectores pues estas redes proveerán a los usuarios de nuevas experiencias desde realidad virtual o realidad aumentada, pues se tendrán velocidades de hasta un Giga. Esto traerá consigo nuevas experiencias para videos 4k y 8k, medicina robótica, mayor precisión en cirugías de larga distancia o bien llevar a mejorar el manejo de automóviles de manera autónoma, así lo indica *Ericsson Corporation*. (EricssonCompany, 2019). La inversión en investigación y desarrollos de innovación en se considera uno de los principales motores del funcionamiento de la economía de los países, a la vez de un componente fundamental, para la generación de talento e innovación en un país, así lo menciona Francisco Coll en su publicación de Forbes México (Morales, 2018). En INEGI podemos visualizar datos del 2010 al 2016 en términos de investigación e inversión en México. Gasto en Investigación y Desarrollo Tecnológico del sector productivo como proporción del PIB/a paso de .2% en 2010 a .1% en 2016. Empresas que llevaron a cabo actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico paso de 4.8% en 2010 a 3.8% en 2016. Investigadores y tecnólogos dedicados a actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico paso se 37.9% en 2010 a 52.3% en 2016. (INEGI, 2020). El internet de las cosas o como se conoce en sus siglas en ingles IoT el cual es conocido como la interconexión en internet de cosas particulares o de uso cotidiano (Ciscoorg., 2019). Actualmente podemos encontrar equipos de uso en la cocina como lo son refrigeradores, lavadoras, cafeteras con conexión a internet las cuales han generado experiencias nuevas a un mercado que va en incremento en que Gartner confirma que , “habrá más de 20 mil millones de nuevos dispositivos IoT implementados para 2020, lo que representará un crecimiento del 100 por ciento en el número de estos dispositivos en los próximos dos años (Warner, 2018) y esto no se detiene ,el uso de estos dispositivos es tal que en las proyecciones podemos encontrar “El mercado global de Internet de las cosas (IoT) alcanzó USD 598.2 mil millones en 2015 y se espera que el mercado alcance USD 724.2 mil millones para 2023” (*ResearchNester*, 2019)

Ecológico: En primer lugar, la pandemia generada por el *COVID 19* ha puesto a prueba toda cadena de suministros de la industria manufacturera y en paralelo al sector médico de todos los países.

En resumen, se puede coincidir que todos los países del mundo no están preparados para atacar virus como este. Las primeras apariciones del virus fueron en Asia, pronto se trasladó a Europa y por hoy ya está en América, el panorama es de incertidumbre social pero también los países muy importantes están realizando fuertes inversiones para obtener una solución de raíz. Por otro lado, en términos de escasez de materias primas utilizados en los procesos de manufactura por parte de compañías como Plexus se puede concluir que las tecnologías actuales han generado nuevos mercados para adquirir productos interconectados o bien de uso diario que utilizan redes de telecomunicación. Poco a poco cada producto se vuelve más complejo, en su diseño se les va concediendo la terminología de inteligentes, pero a su vez requieren un mayor número de componentes electrónicos. Desde los automóviles que han pasado de requerir más del 100% de componentes con una demanda en aumento, los teléfonos inteligentes cada vez más completos incrementando hasta un 50% el uso de componentes debido a sus diseños también una demanda mayor con ciclos de vida cada vez menores, los productos de uso diario que se vuelven parte de internet de las cosas hasta la oferta de redes más completas que permiten mejores velocidades como la red 5G y velocidad de hasta 1Gbps dan como resultado una demanda global que se intensifica con el paso de los años. Por su parte el mercado de la oferta de componentes electrónicos se ha visto rebasado en la velocidad de este crecimiento lo que ha conllevado a una situación de limitantes denominada el desabasto en el suministro de componentes electrónicos.

Legal: Nuevamente en otra de las características como lo es la Legal, aparece el tema del impacto del *COVID-19*. En este rubro se ha puesto a prueba a los gobiernos del mundo para reaccionar con leyes y acciones que permitan proteger a las personas y los intereses del país. En México no es la excepción y algunas variables se presentan en la ley del trabajo, como son las siguientes. Uno de ellos es que los empleadores no pueden despedir a los trabajadores por la contingencia sanitaria que se enfrenta, sin embargo, pueden negociar descansos, jornadas de medio turno o trabajo a distancia. Se podrá negociar con la fuente de empleo la toma de “vacaciones” en términos administrativos, a fin de que se ausente del trabajo por la contingencia sanitaria, aunque no precisamente sea con el objetivo de esparcimiento, sino con un fin de salud pública. La reducción salarial no puede realizarse en ninguna circunstancia, debido a que el sueldo es algo irrenunciable y debe permanecer como tal. Además, autoridades estatales, líderes sindicales y empresarios, acordaron pagar el sueldo íntegro a aquellas personas que ganen menos, mientras que los que tengan sueldos más altos entrarán en un proceso de negociación con las compañías para evitar la rescisión de su contrato. En la fase 2 y caso de que la compañía no cierre podría incurrir en amonestaciones, clausuras parciales y totales e incluso llegar a arrestos administrativos, pues se deben apegar al decreto de emergencia sanitaria del 30 de marzo al 30 de abril del presente año. En el caso del sueldo, no se puede suprimir, pero si puedes

negociar días sin goce de sueldo o días a cuenta de vacaciones. Si la empresa no sigue las medidas de higiene se puede denunciar ante la STyPS, para que un inspector asista a tu centro de trabajo, y en un tono de diálogo exhorte a los empleados a cumplir las medidas sanitarias para contener el covid-19. De no hacerlo podría hacerse acreedor a sanciones administrativas. Por último, si el empleado es una persona vulnerable, (embarazada, hipertensa o de la tercera edad) te pueden pagar siempre y cuando exista un acuerdo entre empleado y empleador por el tema de la contingencia sanitaria. Tu patrón está obligado a diseñar instrumentos (en este momento) para que trabajes a distancia, en caso de que la naturaleza de tu trabajo lo permita. De lo contrario podrás negociar días de vacaciones, descansos con permiso u otra figura que convenga a las dos partes. (Secretaría de Trabajo y prevision social, 2020)

Hasta este punto tenemos los principales elementos políticos, económicos, socioculturales, tecnológicos, ecológicos y legales como entorno de la organización Plexus. Los elementos que parecen más relevantes, pueden influir en el sector manufacturero electrónico y principalmente Plexus son: Las oportunidades que genera el nuevo tratado de libre comercio entre estados Unidos, México y Canadá que al tener aranceles más accesibles conviertan la sede de Guadalajara en más atractiva para incrementar la inversión para un nuevo site. Otro elemento relevante es la tendencia a la alza del uso de tecnologías 5G, el *IoT* y los automóviles eléctricos pueden representar una amenaza para el sector manufacturero pues entra en mayor competencia para tener suministros de materia prima como lo son componentes electrónicos utilizados comúnmente en todos los sectores y por último el impacto del *COVID-19* en el sector manufacturero es relevante pues si en un inicio se mostró como una amenaza por los riesgos que implica a la salud y la falta de labor directa para las necesidades básicas también se tienen las oportunidades generadas al incrementar los canales de comunicación como son voz y video para mejorar el flujo de la información dentro de la organización. Los elementos anteriores proveen un panorama general y podrán servir para próximas evaluaciones para determinar las causas raíces del problema a solucionar, pero definitivamente influyen en la generación de proyecciones de ventas y uso eficiente de los recursos operativos.

A continuación, se describe el análisis de cinco fuerzas de Porter:

Poder de negociación con los clientes: Medio-Bajo, Debido a que la cantidad de clientes es reducida a nivel mundial, mayormente los clientes mantienen estrategias muy agresivas en búsqueda de mayores beneficios económicos y adquieren volúmenes muy considerables. La amenaza en este rubro es que al existir más compañías similares a Plexus constantemente los clientes están aprovechando para renegociar precios.

Poder de negociación con proveedores: Medio – Bajo, debido a la gran cantidad de proveedores disponibles en el mercado se facilita que una organización como Plexus pueda tener injerencia a negociar con proveedores. La amenaza en este sentido es que hay un pequeño grupo de proveedores de componentes electrónicos muy específicos, que proveen el servicio a todo el mundo, generando, pero a su vez las limitantes en la capacidad de producción y escasas en la materia prima para atender la demanda mundial.

Barreras de entrada (amenaza de nuevos entrantes): Medio -Baja La gran ventaja de Plexus es que es una marca consolidada a nivel global, además de participar como una compañía pública en la bolsa de valores de los Estados Unidos. Lo anterior lo hace una empresa sólida, que a pesar de no tener riesgos que existan competencias nuevas de forma sencilla, debido a la alta inversión que se requiere para generar una compañía similar. La amenaza puede ser que sea absorbida por una empresa mucho más grande.

Barreras de salida (productos sustitutivos): Medio-Bajo. Los servicios ofrecidos por Plexus son de manufactura avanzada con altos niveles de calidad. La amenaza en este rubro es los bajos costos por estos procesos ofrecidos por la competencia basada en localización geográfica, por ejemplo, una empresa similar ubicada en China.

Rivalidad entre los competidores: Media-Alta. La rivalidad industrial es muy grande pues se tiene como competidores directos a compañías de una alta reputación como lo son Jabil, Flextronics, Sanmina y hasta Continental. Lo que genera una constante adaptación al mercado de precios buscando mayor flexibilidad para los clientes.

En conclusión, utilizando la herramienta PESTEL y el modelo de análisis de las 5 fuerzas de Porter tenemos una visión 360 grados de los principales agentes y factores que actúan sobre el sector manufacturero electrónico y la organización Plexus. Las principales tendencias que tiene la industria es el incremento en el uso de tecnologías IoT, uso de redes 5G y mayor producción en automóviles eléctricos, otra de ellas es la situación política debido a los nuevos tratados de libre comercio, así como las elecciones de presidente en Estados Unidos y por último es la reingeniería de las organizaciones para sobrellevar los impactos generados por el *COVID-19*.

Lo anterior trae consigo las principales oportunidades desde ser altamente atractivo para la inversión extranjera en Guadalajara por la situación arancelaria generada por el tratado entre Estados Unidos, México y Canadá. También la localización geográfica de la sede de Guadalajara podría apoyar a afianzar la confianza corporativa. Por otro lado las principales amenazas son que al ser una organización en crecimiento pueda ser que sea absorbida por una empresa mucho más grande, además de la tendencia tecnológica anteriormente mencionada puede ser una amenaza debido a que

existe un reducido grupo de proveedores de componentes electrónicos muy específicos, que proveen el servicio a todo el mundo, a su vez con limitantes en la capacidad de producción y escases en la materia prima para atender la demanda mundial y por último la potencial pérdida de clientes en la sede de Guadalajara pues se tiene como competidores directos a compañías de una alta reputación como lo son Jabil, Flextronics, Sanmina y hasta Continental. Lo que genera una constante adaptación al mercado de precios buscando mayor flexibilidad para los clientes. Todas estas oportunidades y amenazas serán consideradas para la solución del problema de una óptima proyección de ventas y uso eficiente de los recursos operativos.

1.5. Análisis inicial de la problemática: primera hipótesis.

Al evaluar la información obtenida mediante los análisis previos y en conjunto con una metodología de “Árbol de problemas” se plantea la hipótesis del problema definido como una deficiente “Proyección de ventas y optimización operativa” como resultado de múltiples problemas trabajando en conjunto definidos como causas raíces, estos son los siguientes: la capacidad, la demanda del cliente y la materia prima disponible.

1.5.1. Matriz de marco lógico del problema

La metodología seleccionada para el análisis del problema fue la de mapa de problemática con el que se puede obtener los efectos y las causas. De esta manera tener las principales fuentes para continuar con el proyecto y atacarlo de raíz. Con este método se correlaciona los problemas de la organización Plexus a manera de causa y efecto. Este finalmente se describe como un mapa de problemática. Con esta herramienta se genera un mapa de una manera sistémica, los diferentes problemas y su interrelación.

A continuación, se describen las causas y efectos:

Planteamiento del problema:

La compañía presenta un proceso deficiente para la creación la proyección de ventas o bien en inglés se conoce como (*S&OP Sales and Operation Planning*).

Efectos:

1: Retrabajos en la proyección de ventas mensuales: Durante cada mes se abre un ciclo financiero en el cual se retoman la situación de la organización y se genera un pronóstico de ventas por cada proyecto, considerando que requiere el cliente, a medida que pasan el mes uno y dos del cuarto fiscal

es más visible los cambios requeridos en este ciclo financiero por requerimientos de último momento o bien compromisos previamente hechos que no se podrán realizar , generando cambios al número original del cuarto y representando re-trabajos en áreas funcionales para soportar este número comprometido nuevamente.

2: Baja confianza de la corporación hacia la metodología y resultado en la predictibilidad de ventas: La corporación realiza compromisos a los inversionistas basados en las proyecciones que realizan las regiones operativas, estas últimas son Asia, América y Europa. Guadalajara representa 10% de las ventas de la organización por lo que al realizar cambios en el ciclo financiero genera un ambiente de incertidumbre para los inversionistas disminuyendo la confianza de la organización a la región de Guadalajara por el proceso con baja predictibilidad.

3: Baja eficiencia en el uso de los recursos operativos: El uso eficiente de los activos es vital para que permanezcan competitivas estas compañías, altas inversiones son realizadas en generar ventas. Es constante la retroalimentación de la corporación mencionando la necesidad de subir la eficiencia de los recursos operativos.

4: Sobrecontratación & sobreestimación de recursos para generar las ventas: Las organizaciones manufactureras requieren de equipos denominados máquinas y a su vez de personas para generar y transformar los productos para los que son diseñadas. En ocasiones los recursos son subutilizados o bien no llegan a ser suficientes para satisfacer las necesidades proyectadas en ventas.

Causas

1: Modelo de capacidad deficiente: Al evaluar el método para estimar recursos operativos y la ejecución de una eficiente utilización de los mismos se pudo encontrar que el proceso para definirlos carece de flexibilidad y amplitud para captar los cambios constantes de las demandas de los clientes y su ejecución en el proceso operativo.

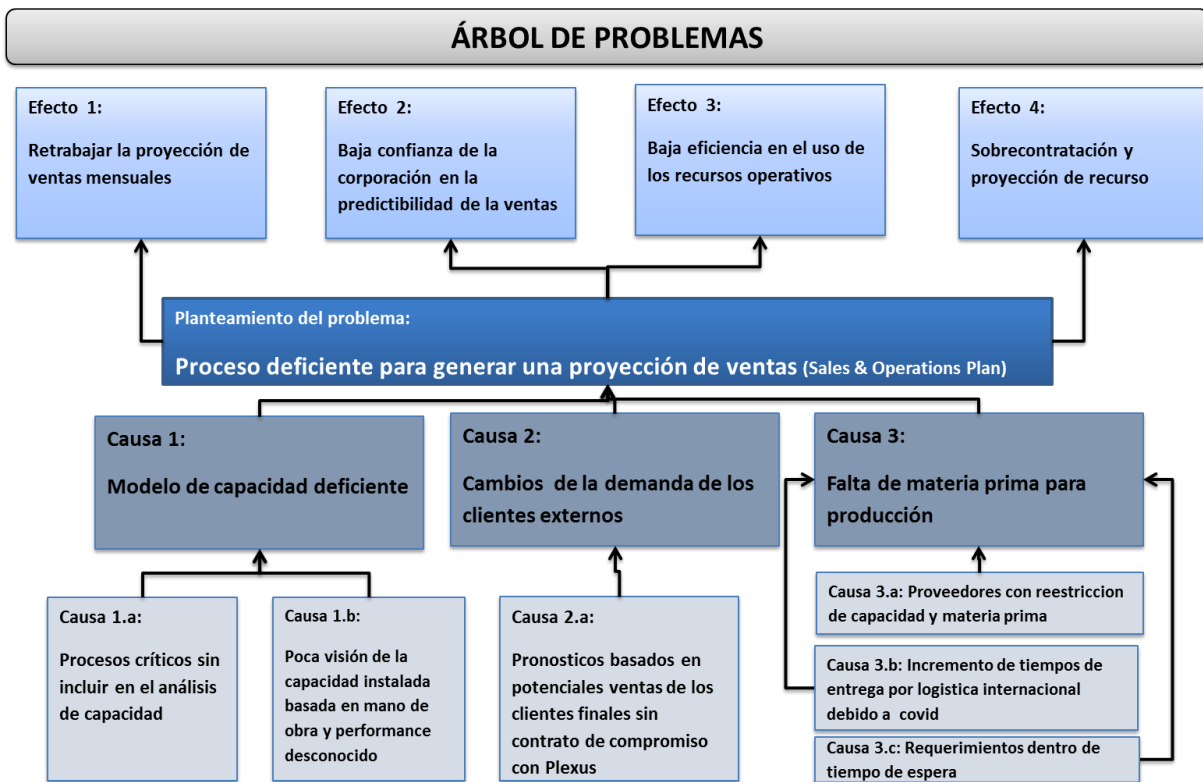
2: Cambios de la demanda de los clientes externos: Las proyecciones de ventas utilizan como base los pronósticos de los clientes, los cuales, al inicio del cuarto contra el actual del último mes del cuarto a comparar, llega a tener una alta variabilidad. Clientes llegan a mencionar que las causas son

externas debido a falta de órdenes de compra de sus clientes finales, impactos generados por Covid-19 y cambios de prioridades.

3: Falta de materia prima para producción: La última causa de una deficiente eficiencia operativa e incumplimiento a las ventas estimadas, es la falta de materiales primarios para su transformación, evaluando las recurrencias los proveedores mencionan conflictos debido a solicitudes dentro de sus tiempos de entrega que dificultan una correcta planeación, impactos en la logística internacional para entrega de sus materias primas así como una sobredemanda de componentes de telecomunicación requeridos en autos eléctricos, celulares y otros equipos de alta demanda (Gráfica 1).

Gráfica 1

Título: Árbol de problemas para generar una proyección de ventas eficiente.



Nota: Con base al árbol de problemas se visualizan los 4 efectos principales de las causas.

1.6. Objetivos de la intervención

Evaluando la situación de alta oportunidad en la proyección de ventas y una optimización de los recursos operativos. La intervención se enfocará en los siguientes objetivos:

- Generar un modelo de capacidad robusto que incluya los procesos críticos y no críticos de la organización para proveer visibilidad de los alcances de la organización basados en la demanda acumulada de los diferentes clientes y proyección de venta.
- Determinar una solución sistémica para el manejo de la demanda de los clientes externos, asegurando que los compromisos de la organización estarán salvaguardados mediante alguna garantía de los clientes externos.
- Integrar una solución amplia y sistémica para detectar potenciales riesgos de los proveedores, así como las variables internas que podrían poner en riesgo las entregas de los proveedores.

1.7. Delimitaciones y área funcional a intervenir

Las áreas funcionales que estarán involucradas en la intervención son Planeación, Compras, Ingeniería industrial y Negocios.

- Durante los meses de enero 2021 a mayo 2021 se recabará la información actual con la que se tomaron decisiones para determinar las ventas y los recursos para evaluar el problema que genera los efectos de: Retrabajos en la proyección de ventas mensuales, Baja confianza a la predictibilidad y la óptima utilización de los recursos operativos.
- Los procesos específicos a evaluar e intervenir son el Plan de operaciones y ventas de la organización, el ciclo financiero y el proceso de modelación de la capacidad.

1.8. Justificación y pertinencia del trabajo

La necesidad de tener un proceso robusto y que permita ser predictivo mediante todas las variables funcionales está basada en la confianza corporativa y como esto generara mayor inversión en la organización y en el área de Guadalajara. Estableciendo el mecanismo que permita establecer y monitorear que las ventas proyectadas están acompañadas de una eficiencia operativa, entablara las bases para generar una edición más con más trabajo para la población y mejores ganancias para los inversionistas, que de acuerdo a la estrategia de la organización es: incrementar las ventas 12% anualmente y proveer de un 5% de retorno de inversión más WACC.

2. Análisis de la problemática

Como se ha mencionado el proyecto consiste en una solución integral para una eficiente proyección de ventas, debido a que el proyecto tiene características como: los requerimientos y expectativas del Cliente, la problemática identificada a solucionar, vamos a explorar los procesos claves involucrados y su vez crear diagramas de flujo. Lo anterior se ajusta a una metodología de *Six Sigma* denominada *DMAIC*. Por ello vamos a utilizarla para la siguiente fase.

2.1. Definición de la metodología del análisis de la problemática, selección de las herramientas requeridas y el cronograma.

En la búsqueda de obtener una definición más concreta del problema, se procede a utilizar las siguientes herramientas:

2.1.1. Project Charter

Se define el título del proyecto, así como los alcances y objetivos utilizando el esquema de Project chart, el objetivo está enfocado en crear un procedimiento aplicable a la organización que pueda garantizar un proceso eficiente para pronosticar ventas. A continuación, se presenta el detalle. Cabe mencionar que el proyecto se ha definido con un alcance al área de telecomunicaciones & comercial, con la finalidad de abarcar la mayor parte de contribución en ventas de la organización. Este proyecto al ser multidisciplinario se tiene a miembros del equipo a diferentes áreas y funciones los cuales proveerán de guía y soluciones sistémicas.

Project charter

Título: Project Charter para Generar un proceso eficiente para pronosticar ventas

Project ID				
Project Title	Generar un proceso eficiente para pronosticar ventas			
Lead BU/CF	Materials Manager			
BU/CF Substructure	Materials Manager			
Location	GDL			
Project Area	Operations			
Lead Function	Planning Manager			
Special Project Type	Procedimiento operativo estándar			
Status	Open			
Project Start	Aug-20			
Project End	Feb-22			
Completion Approval Date				
Current Situation / Problem Description	<p>Durante el 2019 y 2020 se ha tenido que re trabajar las proyecciones de ventas mes con mes, generando baja eficiencia en el uso de los recursos operativos y poca confianza de los clientes internos debido a la baja predictibilidad de la proyeccion. En paralelo se ha detectado que no se tiene un proceso documentado para realizar eficientemente el pronostico de ventas.</p> <p>Esta situacion impacta los principales indicadores de la estrategia global como lo son el crecimiento en ventas del 12% y un ROIC de WACC + 5%.</p>			
Future Situation / Project Objectives	<p>Generar un procedimiento operativo estándar (Ingles SOP) que describa el proceso para la proyección de las ventas dentro del sector comercial y de telecomunicaciones.</p> <p>Reducir el error entre el pronóstico de ventas y las ventas reales minimo en cinco puntos porcentuales.</p>			
Improvement Actions / Milestones	<ol style="list-style-type: none"> 0 . Project Charter Formato. 1. Estado actual Fcast vs Actual (Done) 2. Pareto de causas (Fcast vs Actual) 3. SIPOC (Visio) expectativa es entradas y salidas de procesos críticos de parte de estimación de la venta. 4. Mapear el proceso e identificar las restricciones del sistema 5. CTQ 6. FODA de la estimación de venta 7 . A3 del Proyecto (problema y objetivo) 8. Gantt del Proyecto 9. Conclusiones 			
CBS Approach	Sostenibilidad, flujo, confiabilidad, simplicidad, participación y flujo			
Sponsor	Planning Manager			
Steering Board	NA			
Project Manager	Planning Manager			
Team Members	Materials Manager, Planning Manager, Planning SME, Data Analyst, Finance Analyst , Industrial Eng. Program Manager			
CBS BU/CF Coach	Materials Manager			
Local/Project Coach(es)	Ignacio Alvarez Plascencia			
Financial Efforts	NA			
Reached Qualitative Results	Se espera una reducción de al menos 5 puntos porcentuales en el error del pronostico de la venta			
Specifications of KPIs	Value Before	Value After	Direction	Change (%)
KPI "1" Sales Performance (Fcast vs Actual)	14%	9%	Reduction	<5%
KPI "1" (Error %)				
KPI "2" (Days of inventory DOI)	89	80	Reduction	<9
KPI "2" (DOI)				
KPI "3" (ship on time)	82%	95%	Increase	>7%
KPI "3" (%)				
Comments	El Proyecto esta acotado al sector de telecomunicaciones & comercial			

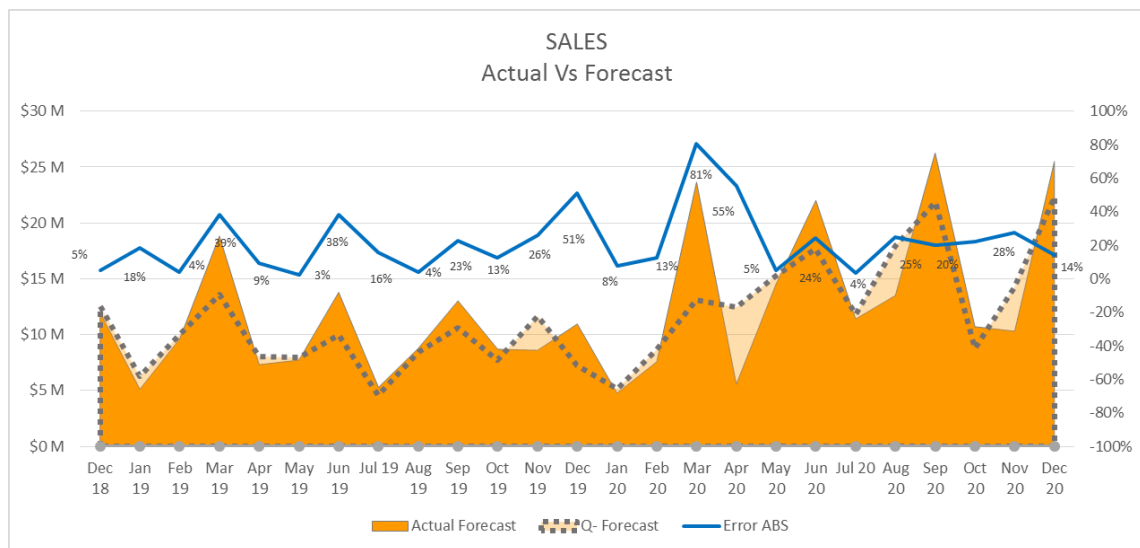
Nota: Se describe el proyecto con base a la metodología Project charter.

2.1.2.Estado Actual

Se evalúa el estado actual del área de telecomunicaciones y comercial. Durante los últimos meses del año 2020, específicamente de agosto 2020 a diciembre 2020 el error absoluto entre el pronóstico de ventas y las ventas reales oscila entre un 28% y 14% siendo este último el valor al cierre del mes de diciembre. (Gráfica 2)

Gráfica 2

Título: Pronostico de ventas contra los resultados actuales.



Nota: Muestra el resultado desde diciembre 2018 a diciembre 2020

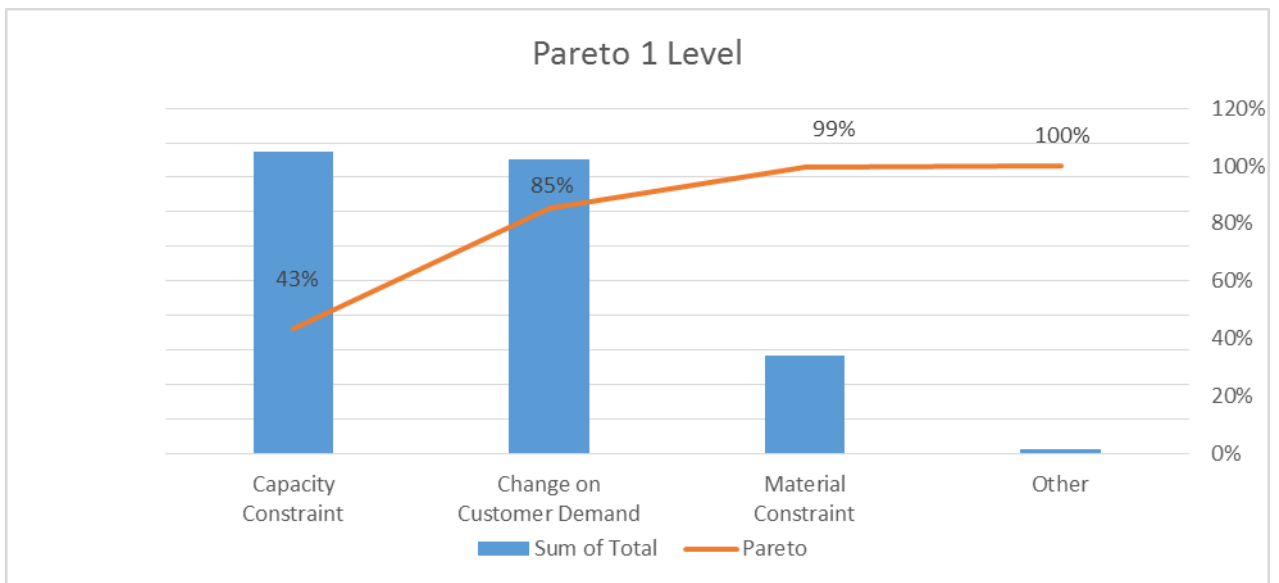
Se tiene histórico de ventas desde diciembre 2018, lo que nos muestra que hay un comportamiento de estacionalidad al cierre de cuarto en actuales, así como en el error. De esta forma se tiene un panorama con datos de la situación actual. Estas variaciones que se tienen a través del tiempo impactan los objetivos estratégicos. Primeramente, se realizan re trabajos mes con mes en la proyección de ventas mensuales, disminución de la confianza de la corporación en la predictibilidad de las ventas, este último es muy importante para seguir siendo una posición atractiva para el crecimiento establecido en la estrategia global. Por otro lado, genera sobrecontratación y baja eficiencia en el uso de los recursos operativos.

2.1.3.Pareto Causa

Utilizando el histórico de las ventas se han categorizado los múltiples efectos que han llevado generado diferencias entre el pronóstico y las ventas reales. Se han agrupado los efectos en diferentes causas raíz y se logra obtener el siguiente gráfico. Una vez organizado de forma descendente identificamos el Pareto de causas raíces. En primer lugar, se identifica problemas generados por temas de capacidad, esto puede ser que el cálculo no fue el adecuado o bien poca visión de la capacidad instalada basada en mano de obra y performance. En segundo lugar, se tiene la categoría de cambios en la demanda por parte del cliente, el cual es causado por cambios en los pronósticos que envía el cliente final a la organización. En tercer y por último situaciones del tipo de falta de materiales, en esta categoría entran desde llegadas tardías, materiales en presentación inadecuada o bien un problema con el suministro de materia prima (Gráfica 3).

Grafica 3

Título: Pareto de primer nivel

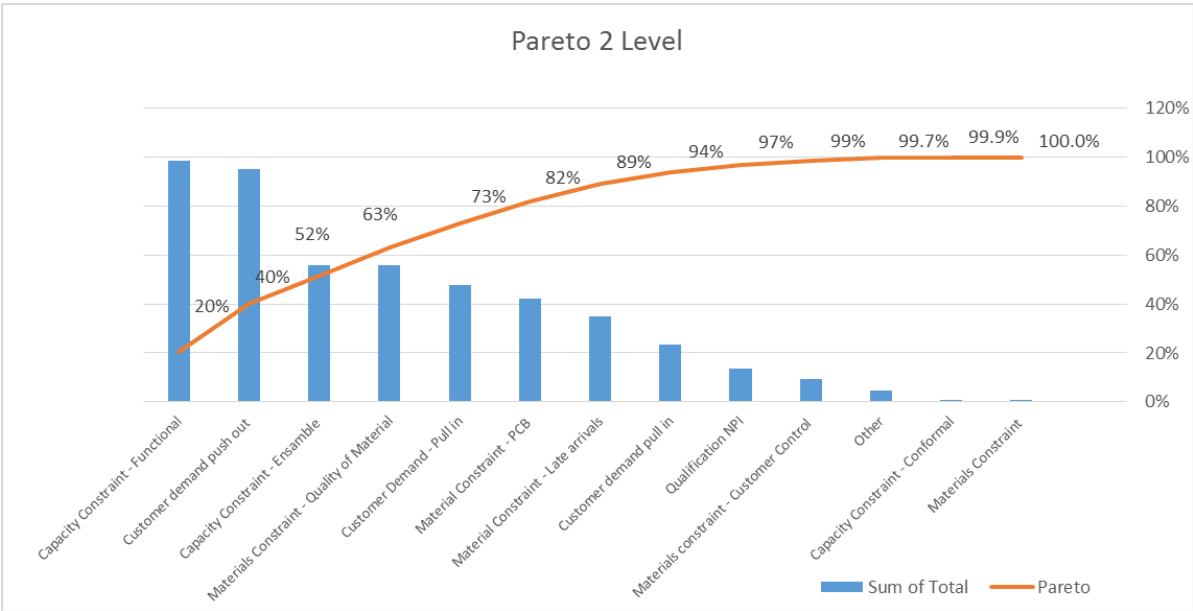


Nota: Muestra los principales contribuidores de las causas raíz en formato de Pareto

Por otro lado, continuando con un Pareto de segundo nivel se puede observar que las contribuciones principales son relacionadas a capacidad, donde después de evaluar no se tiene un modelo sistémico para definir cuál es la capacidad teórica y real del proceso en cuestión. Por otro lado, los cambios de la demanda del cliente en términos de empujar el requerimiento original a otro mes posterior (Gráfica 4).

Grafica 4

Título: Pareto de segundo nivel



Nota: Muestra los principales contribuidores de las causas raíz en formato de Pareto

El tercero del Pareto es relacionado a capacidad en línea de ensamble, para este tercero se detecta que, si se tiene un modelo, pero las variables incluidas asumen que todos los productos corren a la misma velocidad y en la realidad pueden llegar a tardar más tiempos lo que genera una pérdida de hasta el 36%.

Esto lo podemos visualizar en la siguiente tabla de pérdida de tiempos en la línea de ensamble (Gráfica 5).

Grafica 5

Título: Capacidad de línea de ensamble

Rate (UPH)	Tiempo de ciclo por estación (HRS)	Diferencia tiempos de ciclo por estación (HRS)	Perdida en todas las estaciones por la primera unidad (HRS)	Perdida en todas las estaciones por las unidades planeadas (HRS)	Tiempo requerido total Unidades planeadas (HRS)	Cantidad de estaciones por línea
0.70	1.43	-	-	-	17.12	12.00
1.02	0.98	0.44	5.34	52.94	117.79	12.00
0.51	1.96	0.98	11.80	4.92	25.58	12.00
0.54	1.84	0.12	1.49	5.95	88.36	12.00
0.92	1.09	0.75	9.05	72.37	104.35	12.00
0.70	1.43	0.34	4.07	9.85	51.55	12.00
0.75	1.35	0.10	1.17	0.99	15.94	12.00
1.02	0.98	0.35	4.17	40.96	117.79	12.00
0.64	1.56	0.58	7.00	19.24	56.33	12.00
0.75	1.35	0.24	2.83	19.35	111.61	12.00
1.02	0.98	0.55	4.17	3.47	11.78	12.00
1.02	0.98	-	-	-	11.78	12.00
1.02	0.98	-	-	-	11.78	12.00
1.02	0.98	-	-	-	11.78	12.00
0.70	1.43	0.44	5.33	31.96	102.64	12.00
1.02	0.98	0.44	5.33	50.61	117.79	12.00
0.44	2.25	1.27	15.20	30.40	55.96	12.00
1.02	0.98	1.27	15.20	152.00	117.79	12.00
0.75	1.35	0.35	4.17	12.30	47.83	12.00
1.02	0.98	0.35	4.17	31.24	94.23	12.00
0.45	2.33	1.34	16.13	32.26	55.81	12.00
			Horas perdidas primera unidad	Sum Horas perdidas en la línea	Tiempo requerido total (Min)	Tiempo disponible total
			Total Horas perdidas plan semanal	344.50	570.61	1,341.98
					Porcentaje plan/CAP	85%
					Porcentaje perdida total	36%
					Porcentaje perdida primera unidad	9%

Nota: Muestra el porcentaje de perdida de tiempos por línea.

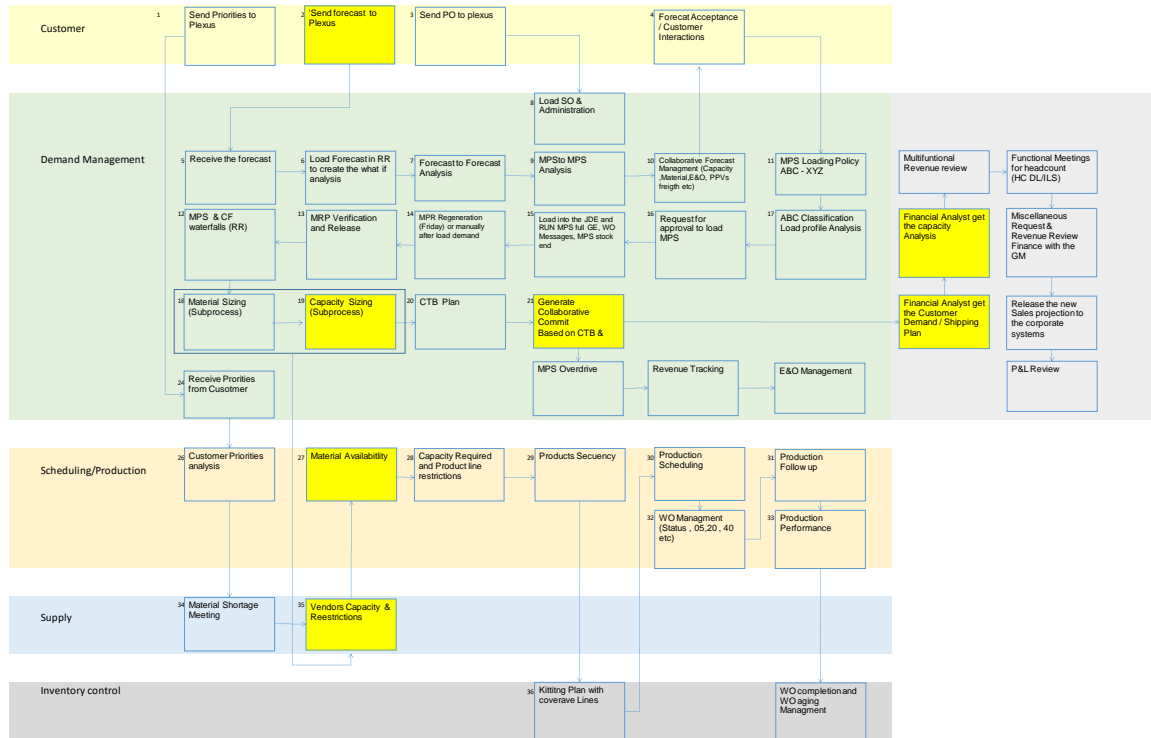
2.1.4. Mapa del proceso

Posteriormente se procede a generar un mapeo completo con todos los subprocesos que se conectan en el proceso para determinar la proyección de ventas. En el proceso se involucran múltiples áreas con los siguientes enfoques: Manejo y administración de la demanda, Producción y áreas de suministro. De igual manera algunas periféricas son áreas de ingeniería y finanzas. Con este *MAPEO* se pueden observar siete procesos con alta relevancia en el proceso. Como lo son: Él envió de la demanda por parte del cliente, en análisis de capacidad, la capacidad y restricciones de los proveedores externos, la disponibilidad de materia prima, la generación del CTB (Clear to build) en inglés, el plan de embarques al cliente y el cómo se integra la capacidad en el análisis financiero (Gráfica 6).

Grafica 6

Título: Mapa del proceso

Map Process



Nota: Muestra los procesos involucrados en la generación de las ventas.

Finalmente, estos procesos son de alto interés, pero se analizarán los clientes y proveedores utilizando el siguiente mecanismo denominado SIPOC.

2.1.5.SIPOC

Posteriormente procedemos a utilizar un diagrama de flujo alto nivel que nos permitirá entender con mayor precisión los proveedores del proceso para generar una proyección de ventas, a su vez las entradas que estos entregan al proceso para su vez salir de cierta manera al cliente. Con este diagrama nos “permite un mayor conocimiento o entendimiento de la manera en que se trabaja y se efectúan los procedimientos, dando una descripción asertiva de lo que se hace, impidiendo así también la aparición de posibles errores o fallas durante los procesos, siguiendo una serie de normas establecidas para mejorar la gestión en calidad” (Pacheco, 2019). Gráfica 7

Grafica 7

Título: SIPOC para una proyección de ventas

Generar la proyección de ventas				
Proveedor	Entradas	Proceso	Salida	Cliente
Cientes	Pronostico y ordenes de venta	1. Demanda del Cliente	Mail	Master Scheduler
Master Scheduler	Pronósticos anteriores y nuevos	2. Análisis de la demanda	Cambios en la demanda	Program Manager
Master Scheduler	Cargado de demanda	3. Cargado en el ERP	Señales al comprador	Comprador
Proveedores de materia prima	Recibo de material y entregas estimadas	4. Compra de materia prima	Orden de compra	Comprador
Ingeniero industrial	Cargado de rates y cuellos de botella	5. Análisis de capacidad	Requerimientos de capacidad	Focus team
Compras	Llegada disponibilidad de materia prima	6. CTB de materia prima	Reporte de disponibilidad para plan de produccion	Program Manager
Master Scheduler y focus team	CTB y capacidad	7. Compromisos y plan de embarque	Plan de embarque	Cliente y analista financiero
Program manager y focus team	Vent adicionales	8. Requerimientos Misceláneos	Plan de venta miscelánea	Program Manager
Program Manager	Plan de CTB , Embarque y capacidad	9. Proyección de ventas	Venta del cuarto	Financial Analyst
Financial Analyst	Proyección de ventas	10. Presentación a VP	P&L proyectado	Ops Manager
Ops Manager	P&L proyectado	11. Presentación a la corporacion	Plan de venta de la region	Corporativo

Nota: se visualizan los proveedores y clientes de todo el proceso, resaltando los mecanismos de entrada y salida

Como podemos ver en la gráfica anterior los clientes y proveedores de los procesos relevantes son los planeadores de producción, los proveedores de materia prima, Ingeniero Industrial, Comprador, gerente de programa y analista financiero. Concluyendo que las áreas principales de colaboración corresponden a las áreas funcionales de Materiales, Negocios, Finanzas e Ingeniería.

2.1.6.CTQ

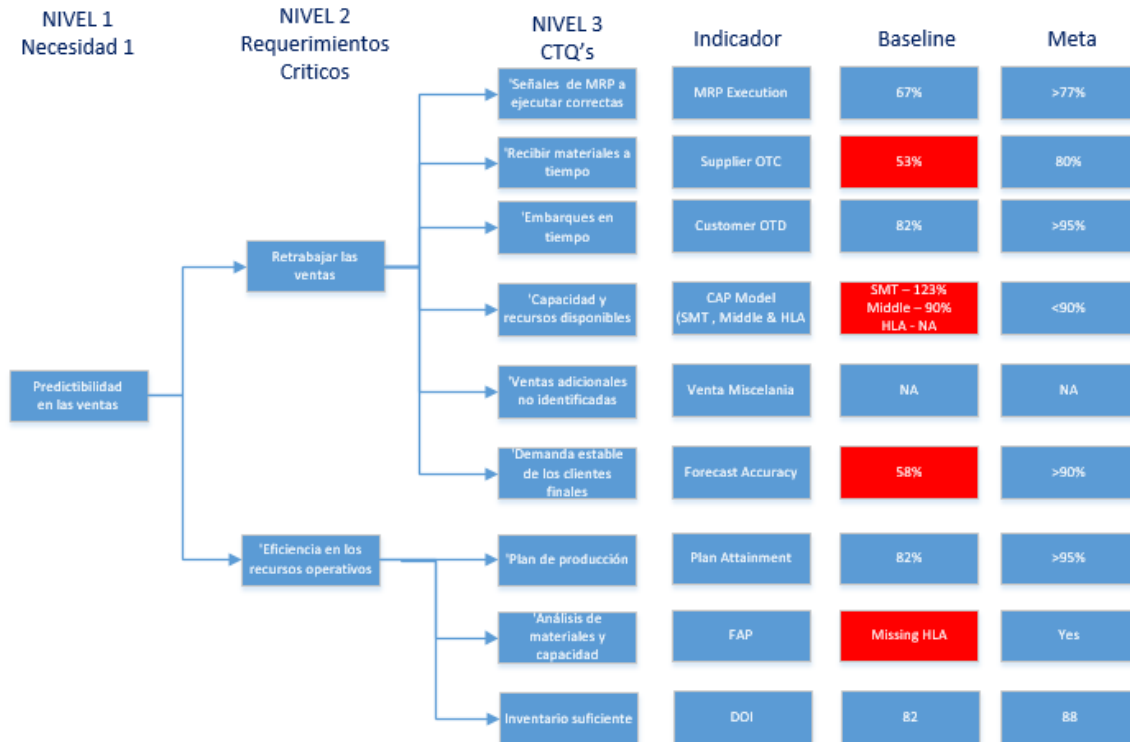
En este paso para la definición de nuestro proyecto utilizaremos la metodología de los parámetros críticos de la calidad o CTQ en inglés. Para ello utilizando la voz del cliente se procede a organizarlos para determinar áreas en las que se pueden enfocar las acciones de mejora y control en la proyección de ventas. El CTQ nos está otorgando el nivel tres con ocho potenciales indicadores para asegurar que se alcance el objetivo. Los principales que se visualizan y son consistentes con el SIPOC son: El de recibir materiales a tiempo, capacidad y recursos disponibles así también el tener demanda de los clientes. Mediante esto podemos establecer un patrón de trabajo para los procesos siguientes.

En el siguiente grafico podemos entender que los indicadores que se alejan más del objetivo son el “*Supplier OTC*” que corresponde a las entregas por parte de los proveedores. Por otro lado, oportunidad en el indicador de modelo de capacidad ya que carece de una sección para la fase final de ensamble. Por último, la demanda de los clientes, en este indicador el “*accuracy*” de la demanda se encuentra muy por debajo del esperado, esto significa que los cambios que se reciben en el cuarto son representativos para la cadena de suministro. Estos mismo se remarcan en el mapa del proceso

y aquellos que contribuyen al problema son: el proceso de proveedores y restricciones, el análisis de la capacidad y el envío de la demanda del cliente. (Gráfica 8)

Grafica 8

Título: CTQ de las necesidades del cliente



Nota: Se muestran los indicadores con sus líneas base y objetivos

2.1.7.FODA

“Uno de los aspectos fundamentales de la planeación estratégica lo constituye el análisis situacional, también conocido como análisis FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), mediante esta herramienta nos permiten conocer el perfil del proceso para generar una proyección de ventas” y a partir de ello establecer un diagnóstico objetivo para el diseño e implementación de estrategias para mejorar la el proceso” (Rojas, 2021).

A continuación, podemos visualizar los resultados: (Gráfica 9)

Grafica 9

Título: FODA de la organización para realizar un pronóstico de ventas



Nota: Se visualizan las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.

En este caso podemos ver que las principales amenazas del proceso son posibles impactos por falta de materiales debido al mercado global y la baja estabilidad de la demanda de los clientes finales. Por otro lado, tenemos altas oportunidades por las diferentes cadenas de suministros a nivel global que se están estableciendo y la ubicación geográfica de la organización en Guadalajara. Adicional hacia lo interno tenemos fortalezas debido a los sistemas de gestión y el proceso robusto para determinar la capacidad en procesos iniciales. Las debilidades están principalmente en la alta dependencia a las llegadas de proveedores externos y la falta de un proceso robusto para determinar la capacidad en ensambles y funcionales. En resumen, tenemos un proceso que puede ser influenciado desde lo interno a lo externo, pero mediante un buen plan se podría atacar los problemas que dependen de la organización.

2.1.8.A3 del proyecto

“A3 Report es una herramienta de resolución de problemas, fundamentada en el Ciclo de Deming (PDCA). Facilita el aprendizaje organizativo y apoya a definir acciones de mejora. En este informe A3, se están planteando cuatro principales implementaciones para atacar los problemas y llegar al objetivo de Generar un procedimiento operativo estándar que describa el proceso para la proyección de las ventas dentro del sector comercial y de telecomunicaciones.” (PROGRESSA LEAN, 2016) Gráfica 10.

Gráfica 10

Título: A3 Problem solving para generar un proceso eficiente para pronosticar ventas.

A3 Problem Solving														
P r o b l e m D e f i n i t i o n	Title Generar un proceso eficiente para pronosticar ventas		Start Date 20-Aug		Estimated Completion Date 22-Feb									
	Problem Description Durante el 2019 y 2020 se ha tenido que retribajar las proyecciones de ventas mes con mes, generando baja eficiencia en el uso de los recursos operativos y poca confianza de los clientes internos debido a la baja predictibilidad de la proyeccion. En paralelo se ha detectado que no se tiene un proceso documentado para realizar eficientemente el pronostico de ventas. Esta situación impacta los principales indicadores de la estrategia global como lo son el crecimiento en ventas del 12% y un ROIC de WACC + 5%.		Problem Category											
			Quality		Waste and efficiency									
			Cost		Health and safety									
			Delivery	x	Customer satisfaction									
			Moral	x	Other									
	Goal Generar un procedimiento operativo estándar (Ingles SOP) que describa el proceso para la proyección de las ventas dentro del sector comercial y de telecomunicaciones. "Reducir el error entre el pronóstico de ventas y las ventas reales minimo en cinco puntos porcentuales.		Confirmation of the Effect KPI "1" Sales Performance (Fcast vs Actual) KPI "2" Schedule Attainment KPI "3" (ship on time)											
C a u s e A n a l i s i s	Cause and Effect and 5 Whys			Cause Analysis Summary (Prioritize in order of importance)										
				Procesos criticos sin incluir en el análisis de capacidad (HLA) Cambios de la demanda de los clientes externos (Accuracy) Falta de materia prima para producción (Supplier OTC)										
C o r r e c t i v e	Corrective Actions and Quick Wins			Team members										
	Priority Incluir los procesos de criticos faltantes de las áreas de ensamble y pruebas funcional al modelo de capacidad Realizar plan para mejorar el accuracy del forecast que proveen los clientes Identificando el método que utiliza el cliente y dar propuestas de demanda Identificar los proveedores con restricción de capacidad y materia prima Detectar e implementar un plan de contención para los productos que sufrieron incremento de tiempos de entrega debido a covid			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Area</th> <th>Role</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ingenieria Industrial</td> <td>Industrial Eng. Manager</td> </tr> <tr> <td>Negocios/Planeacion</td> <td>Program Manager</td> </tr> <tr> <td>Materiales</td> <td>Gerente de Compras</td> </tr> <tr> <td>Materiales</td> <td>Gerente de Compras</td> </tr> </tbody> </table>		Area	Role	Ingenieria Industrial	Industrial Eng. Manager	Negocios/Planeacion	Program Manager	Materiales	Gerente de Compras	Materiales
Area	Role													
Ingenieria Industrial	Industrial Eng. Manager													
Negocios/Planeacion	Program Manager													
Materiales	Gerente de Compras													
Materiales	Gerente de Compras													
I m p l e m e n t a c i o n	Implementation Plan													
	Activity	Who?	Start Date	Due To	Status									
	1. Incluir los procesos de criticos faltantes de las áreas de ensamble y pruebas funcional al modelo de capacidad	Industrial Eng. Manager	Apr-21	Feb-22	Open									
	2. Realizar plan para mejorar el accuracy del forecast que proveen los clientes Identificando el método que utiliza el cliente y dar propuestas de demanda	Program Manager	May-21	Apr-22	Open									
	3. Identificar los proveedores con restricción de capacidad materia prima y sus causas	Gerente de Compras	May-21	Jan-22	Open									
	4. Detectar e implementar un plan de contención para los productos que sufrieron incremento de tiempos de entrega debido a covid	Gerente de Compras	Apr-21	Dec-21	Open									
R e s u l t o s	Expected Result Summary (Including benefits obtained)		Follow-up Actions											
	Incluir la capacidad disponible para los procesos de ensamble y funcional (HLA) Aumentar 5 puntos porcentuales el accuracy de los forecast de los cliente Mejorar el on time to commit de los proveedores		What?	Who?	When?	Status								
			Revisar avance de la accion 1	Industrial Eng	Mensual	Open								
			Revisar avance de la accion 2	Program Man	Mensual	Open								
			Revisar avance de la accion 3	Gerente de Co	Semanal	Open								
			Revisar avance de la accion 4	Gerente de Co	Semanal	Open								

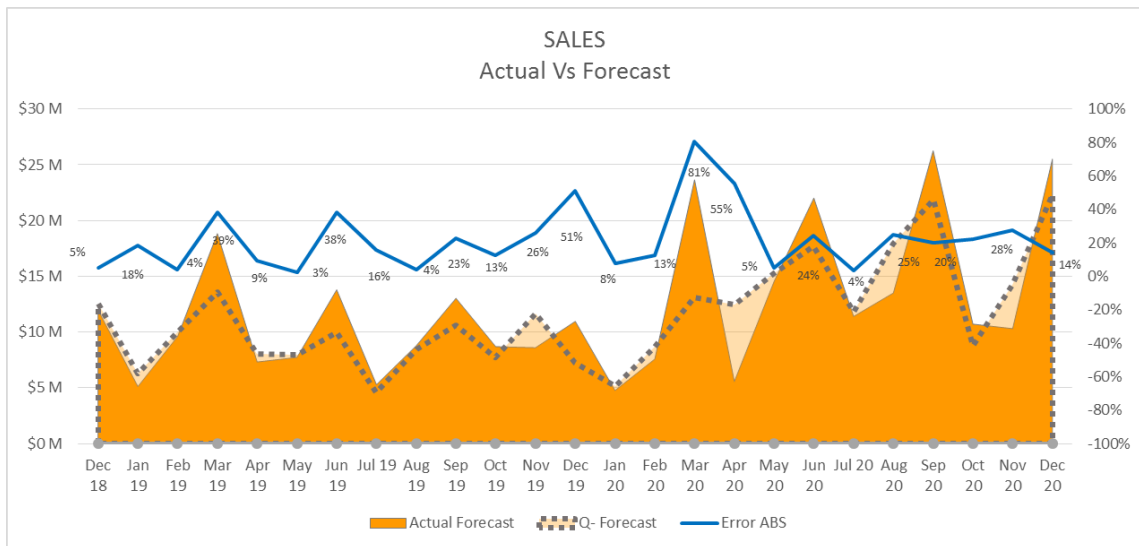
Nota: Se define un A3 para definir acciones, fechas y dueños para el proyecto.

'KPI "1" Sales Performance (Fcast vs Actual)

En el indicador el de sales performance podemos ver que la línea base al mes de diciembre está en un 14% de error entre lo proyectado contra el actual. Parte del A3 tiene como objetivo que el efecto del proyecto se vea en un beneficio en este indicador (Gráfica 11).

Gráfica 11

Título: Pronostico de ventas contra los resultados actuales.



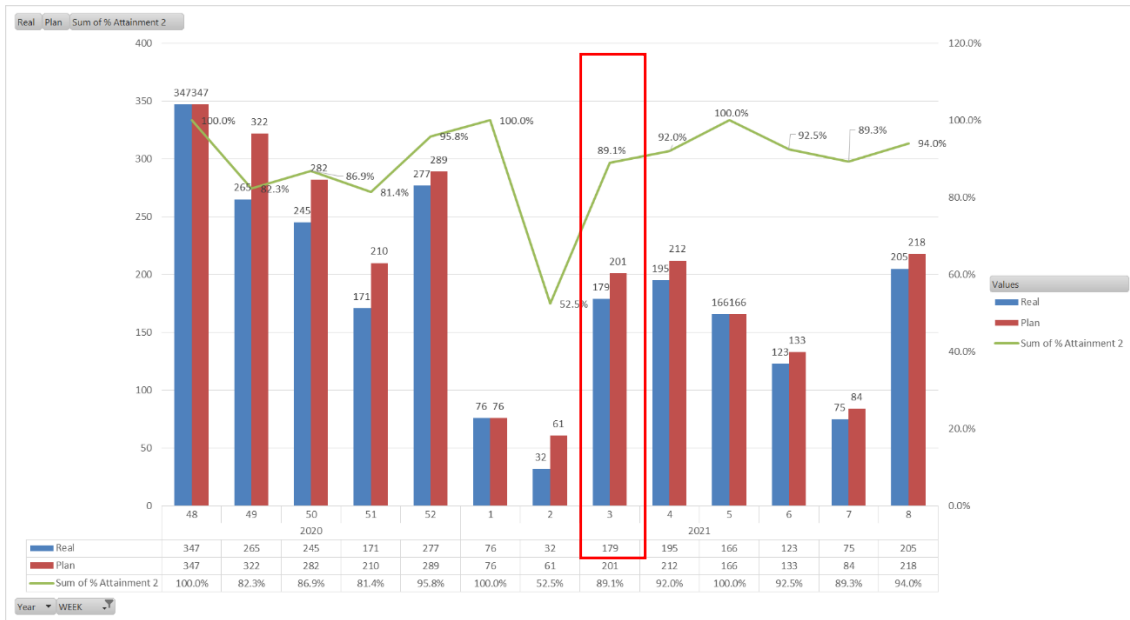
Nota: El pronóstico muestra un estado actual del 14% de error entre lo pronosticado y las ventas.

KPI "2" Schedule Attainment

En el indicador el de *Schedule attainment* podemos ver que la línea base al mes de diciembre está en un 11% de error entre lo proyectado contra el actual. Parte del A3 tiene como objetivo que el efecto del proyecto se vea en un beneficio en este indicador (Gráfica 12).

Gráfica 12

Título: Cumplimiento al plan de producción



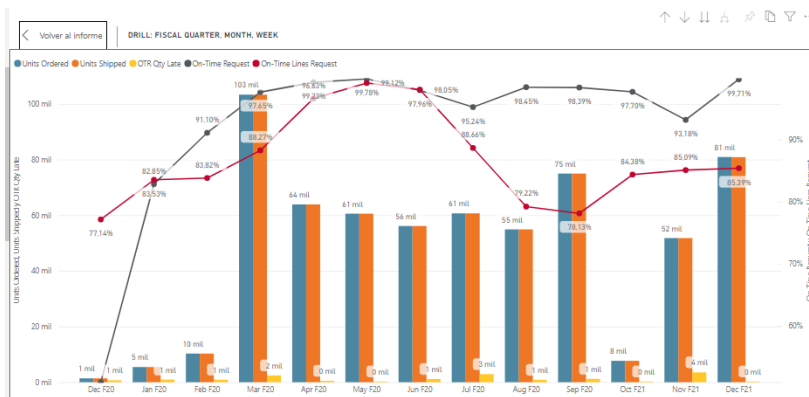
Nota: Muestra como estado actual el 94% entre lo que se planea y se ejecuta.

KPI "3" (ship on time)

En el indicador el de Ship on time podemos ver que la línea base al mes de diciembre está en 85% a líneas y a un 99.71% a cantidad entre lo proyectado contra el actual. Parte del A3 tiene como objetivo que el efecto del proyecto se vea en un beneficio en este indicador (Gráfica 13).

Gráfica 13

Título: Entregas al cliente.



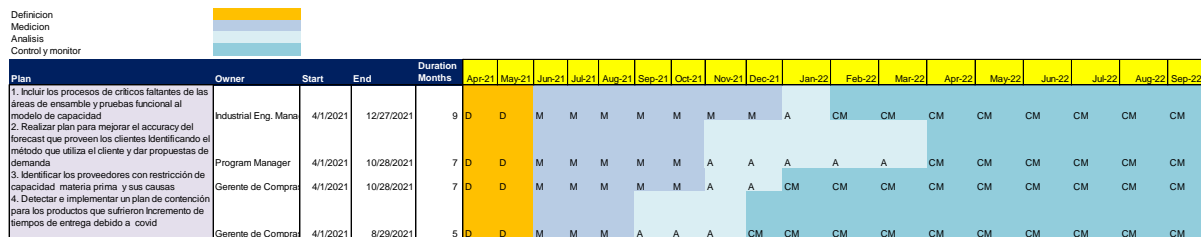
Nota: Se muestra el resultado actual de las entregas a los clientes

2.1.9. Gantt

De acuerdo a los análisis anteriores procedemos a un diagrama horizontal con una codificación de colores para reflejar el cronograma de los proyectos detectados. En este caso se visualizan cuatro proyectos que podrían trabajarse en paralelo para influir positivamente en el proceso de proyección de ventas. Y al final documentarlas dentro de una instrucción de trabajo para incluirla en los procesos estándares de la operación. En resumen, se tienen proyectadas mejoras mediante múltiples áreas funcionales que a su vez requieren un esfuerzo mayor. El proyectado de estas mismas es realizaras durante los próximos semestres. (Gráfica 14)

Gráfica 14

Título: Gantt del proyecto.



Nota: Se definen proyectos principales y sus fechas de cierre.

En cada uno de los planes anteriores se requiere del soporte de diferentes líderes por lo que cada uno tendrá un *Gantt* para definir las múltiples actividades. Se cuenta con múltiples equipos para cada líder y así atacar la problemática en paralelo. Se pretende que estos proyectos requieran recursos y licencias de software como los son Rapid Response, las cuales han sido aprobadas para dar herramientas a los involucrados. Por otra parte, la complejidad de cada una de ellas es diferente por ello se han catalogado con un mapa de colores en el Gantt pues como lo visualizamos son diferentes DIMAIC anidados en el DIMAIC de este proyecto, denominado: Generar un proceso eficiente para pronosticar ventas en una compañía manufacturera.

2.1.10. Conclusiones

Durante esta etapa de la definición se detectaron múltiples retos, el primero de ellos definir la metodología para abordarlo. Inicialmente con la idea que el proyecto consiste en una solución integral para una eficiente proyección de ventas. Se utilizó la guía del tutor para detectar de las

múltiples herramientas cual podría ser la mejor para dar guía a este proyecto. Debido a que el proyecto tiene características como: los requerimientos y expectativas del Cliente, la problemática identificada entre otras, Se define como opción una metodología de Six Sigma denominada DMAIC. Por lo tanto, procedimos en este camino y posteriormente delimitamos el proyecto, así como los alcances y objetivos utilizando el esquema de project chart. El objetivo está enfocado en crear un procedimiento aplicable a la organización que pueda garantizar un proceso eficiente para pronosticar ventas, tomado en cuenta el impacto en los objetivos estratégicos (Ventas, margen de utilidad, flujo de efectivo), mejorar en 5 puntos porcentuales el error del pronóstico de la venta como también en los indicadores de desempeño como lo son días de cobertura y ship on time de tal manera que comparemos la línea base de desempeño vs objetivo.

Posteriormente analizamos el estado actual mediante datos de agosto 2020 a diciembre 2020 donde pudimos visualizar que el error absoluto entre el pronóstico de ventas y las ventas reales oscila entre un 28% y 14% y con paretos de primer y segundo nivel logramos detectar los principales contribuidores de los síntomas. Se puede observar que las contribuciones principales son relacionadas a capacidad, donde después de evaluar no se tiene un modelo sistémico para definir cuál es la capacidad teórica y real del proceso en cuestión. Por otro lado, los cambios de la demanda del cliente en términos de empujar el requerimiento original a otro mes posterior. El tercero del Pareto es relacionado a capacidad en línea de ensamble, para este tercero se detecta que, si se tiene un modelo, pero las variables incluidas asumen que todos los productos corren a la misma velocidad y en la realidad pueden llegar a tardar más tiempos lo que genera una pérdida de hasta el 36%.

Lo anterior nos da una idea principal de lo que contribuye a la problemática, pero para generar una visión más sistémica y estratégica se procede a utilizar otras herramientas para aportar a la definición de las problemáticas. Mapeando el proceso se pueden observar siete procesos con alta relevancia en el proceso. Como lo son: El envío de la demanda por parte del cliente, el análisis de capacidad, la capacidad y restricciones de los proveedores externos, la disponibilidad de materia prima, la generación del *CTB (Clear to build)* en inglés, el plan de embarques al cliente y el cómo se integra la capacidad en el análisis financiero. De aquí que procedemos a generar un *SIPOC* para entender con mayor precisión los proveedores del proceso de la generación de ventas. Del *SIPOC* se pueden ver los clientes y proveedores de los procesos relevantes llegando a la conclusión que son los Planeadores de la producción, Los proveedores de materia prima, Ingeniero industrial, Comprador, Gerente de programa y el Analista Financiero. Concluyendo que las áreas principales de colaboración corresponden a las áreas funcionales de Materiales, Negocios, Finanzas e Ingeniería.

Tomando en cuenta problemática, causas raíz, clientes y proveedores del proceso se utiliza la metodología de los parámetros críticos de la calidad o *CTQ*. Mediante la voz del cliente determinamos que los potenciales indicadores para asegurar que se alcance el objetivo son: El de recibir materiales a tiempo, capacidad y recursos disponibles así también el tener demanda de los clientes. Mediante esto podemos establecer un patrón de trabajo para los procesos siguientes. Por medio del FODA identificamos factores de riesgo y oportunidades tanto debido a un contexto interno como un externo. Mediante esto podemos determinar que las principales amenazas del proceso son posibles impactos por falta de materiales debido al mercado global y la baja estabilidad de la demanda de los clientes finales. Y por otro lado tenemos altas oportunidades por las diferentes cadenas de suministros a nivel global que se están estableciendo y la ubicación geográfica de la organización en Guadalajara. Finalmente concluimos en un A3 para activar cuatro proyectos sistémicos de mejora por medio de diferentes áreas funcionales con la finalidad de atacar los problemas y llegar al objetivo de Generar un procedimiento operativo estándar que describa el proceso para la proyección de las ventas dentro del sector comercial y de telecomunicaciones.

2.2. Metas de Medición

En la sección anterior se definió la problemática y se visualizó mediante diferentes herramientas para establecer una guía hacia donde establecer las mediciones. En esta sección definiremos las metas de medición, se ha recolectado la información necesaria para evaluar la problemática y se tienen las siguientes líneas de base enfocadas en la solución del problema:

1. La relación entre los compromisos al cliente y las entregas a través de los últimos meses (Ship on time). La línea base muestra que nos encontramos por debajo de la meta alcanzando un 85.39%. El objetivo es entregar arriba del 90% en tiempo.
2. Se tiene histórico del plan de producción y su relación entre las entregas al área de embarque La línea base muestra que nos encontramos por debajo de la meta alcanzando un 89%. El objetivo es entregar el 100% de lo planeado de producción al área de embarques.
3. Se tiene histórico del objetivo mayor que es la relación entre el pronóstico de las ventas y las ventas reales por cuarto. La línea base muestra que nos encontramos con un 14% de error. El objetivo de esta medición se tiene como mejorarlo en cinco puntos porcentuales, alcanzando un 91% de confianza en las ventas pronosticadas.
4. En la medición de señales correctas del *MRP* se tiene el *MRP* execution. La línea base está en 67% y la meta es del >77%. Este indicador está fuera de control y se requiere un análisis más profundo para evaluar la causa raíz.

5. En las entregas a tiempo de los proveedores es una medición para confirmar que las entregas de materia prima están acorde a los compromisos de los proveedores. En la línea base se tiene un 53% de resultado con un objetivo de 80%.
6. La medición de capacidad y recursos disponibles podemos visualizar si se cuenta con el equipo necesario para satisfacer las necesidades de los clientes. Esta medición tiene una inconsistencia pues detectamos ausencia de medición sistémica para la sección de ensamble final. Para las primeras dos fases de un producto si se tiene mediciones las cuales se encuentran con una base de 123% y 90%. El objetivo es estar por debajo del 90%.

En la precisión del pronóstico de los clientes hacia sus consumos finales, podemos encontrar que se encuentra en una línea base del 58% lo que indica que se tienen constantes cambios entre los productos que espera consumir el cliente a inicios del cuarto, con los que al final se consumen. La expectativa y objetivo se encuentra en algo mayor del 90%.

Las mediciones anteriores son mediciones que se pueden extraer de diferentes bases de datos, fuera de manipulación humana que darán una visibilidad adecuada de la realidad y su búsqueda de las causas raíces.

2.3. Herramientas de medición

Como se mencionó anteriormente la información para el análisis proviene de bases de datos del *ERP* (planificación de recursos empresariales) y del *Global Shop floor System*. Y para analizar cada una de las siete líneas de base anteriormente mencionadas se utilizan diferentes herramientas de medición como lo son la cantidad y fecha de embarques, fechas de compromiso al cliente y fechas de pronósticos de ventas. Posteriormente se estarán tomando datos de mediciones de cada una de ellas con el objetivo de estratificar datos para comprender el problema a atacar.

2.3.1. Análisis de sistemas de Medición

“El análisis del sistema de medición es un método para determinar si un sistema de medición es aceptable. Para una variable de respuesta continua, utilice el análisis del sistema de medición para determinar la cantidad de la variación total que proviene del sistema de medición. Para una variable de respuesta de atributo, utilice el análisis del sistema de medición para evaluar la consistencia y la exactitud de los evaluadores.

Un análisis del sistema de medición es un componente crítico para cualquier proceso de mejora de la calidad. Evalúe el sistema de medición antes de utilizar las gráficas de control, el análisis de

capacidad u otros análisis, para comprobar que el sistema de medición sea exacto y preciso y que los datos sean fiables”. (MINITAB, 2019) En nuestro caso vamos a evaluar un sistema de medición basado en datos precisos como lo son fechas y cantidades de entrega. Por lo que no se considera necesario un realizar un estudio de la toma de los datos. Quizás en un proceso como lo es de generar la estructura de un modelo de capacidad si aplicaría para datos como los UPH son tomados por diferentes fuentes, en este momento el proceso se centrará en la medición de los ya mencionados.

2.3.2.Recolección de los datos

“Antes de mejorar cualquier proceso, es importante entender la relación entre las entradas y las salidas del mismo. En su nivel más básico, un proceso consiste de una combinación sistemática de entradas (materia prima, método, mano de obra, maquinaria, medio ambiente) que generan una salida. Todas las entradas son llamadas “X”, en tanto que la salida del proceso se conoce como la “Y””. (Placencia P. I., 2021)

En nuestro trabajo encontramos siete procesos críticos en los cuales se describen las variables de entrada y salida: (Gráfica 15)

Gráfica 15

Título: Variables de entrada y salida para los procesos críticos

Entradas	Proceso	Salida
x1=Compromiso de embarque x2= Fecha de compromiso en ERP x3=Embarque al cliente x4 = Produccion	Customer OTD	Y= Entregas al cliente
x1= Materia prima x2= Capacidad disponible x3= Yield producto x4= kiteo x5= Secuencia	Plan Attainment	Y= Materia transformada lista para embarcarse
x1= pronostico de ventas x2= ventas reales x3= Sales & ops Plan	Sales Performance	Y= Ventas
x1= Demanda del cliente X2= Entregas al cliente x3= Materia prima x4= Capacidad x5= logistica	Forecast Accuracy	Y= satisfaccion del cliente (embarques)
x1= Capacidad instalada x2= demanda requerida	5. Análisis de capacidad	Y= Requerimiento de capacidad
X1. Pull in de materia prima X2= colocacion de ordenes de compra x3= entregas del proveedor	MRP Execution	Y= requerimientos de materia prima
X1= compromisos de proveedor x2= recibos de proveedor	Supplier OTC	Y = disponibilidad de materia prima

Nota: Se muestran las entradas para cada proceso y las salidas esperadas

En conclusión, se tiene una alta dependencia a fechas tanto de recibo, entrega, embarque y pronóstico. Por lo que la capacidad para detectar cambios está directamente relacionada a lo que se ingresa en el ERP. El error podría venir de errores humanos al momento de acceder al sistema, pero van ligados a

escaneos o bien a sistemas que tienen múltiples validaciones antes de dejar como definitiva la fecha. Por ejemplo, un recibo de material es por medio de un escáner, el error podría estar generado por el tiempo que pueda tener el material en espera de ser inspeccionado, para ello se podrá tomar en cuenta métricos de segundo nivel para identificar el error en los procesos.

2.3.1. Sigma del proceso

El Nivel de calidad sigma del proceso: Te dice el número de desviaciones típicas que tu proceso puede aceptar para que tu producto sea conforme. Cuanto más grande sea, menos productos no conformes tendrá tu proceso, y por lo tanto tendrás menos costes de no calidad (desechar o reparar productos no conformes)” (Home, 2021). Gráfica 16

Gráfica 16

Título: Nivel de calidad sigma del proceso

Calcular el nivel sigma del proceso. Caso 1: Para productos Conformes/No conformes		
1. Número de unidades procesadas	N=	2383
2. Porcentaje de posibilidades de encontrar el defecto	O=	100%
3. Numero de defectos detectados	D=	232
4. Porcentaje de Defectos	$DPU=D/(N \times O)$	9.7%
5. Productividad (Rto. del proceso)	$=(1-DPU) \times 100$	90.3%
6.	Nivel sigma del proceso =	2.80

Datos a introducir

- Número de unidades procesadas:** Número de unidades que se ha procesado en el periodo estudiado.
- Porcentaje de posibilidades de encontrar el defecto:** Porcentaje de productos que se han medido o verificado para detectar si son conformes o no (si verifican todos los productos, introducir O=100%).
- Numero de defectos detectados** en las mediciones o verificaciones que se han hecho.

Resultados

- El **Porcentaje de defectos** (o Defectos por Unidad, DPU) nos indica las probabilidades de que el producto salga defectuoso.
- Productividad (o Rendimiento del proceso)**, nos marca las probabilidades de que el producto salga conforme.
- Nivel de calidad sigma del proceso** Te dice el numero de desviaciones tipicas que tu proceso puede aceptar para que tu producto sea conforme.

Nota: Muestra que tiene un bajo rendimiento pues tiene varias desviaciones.

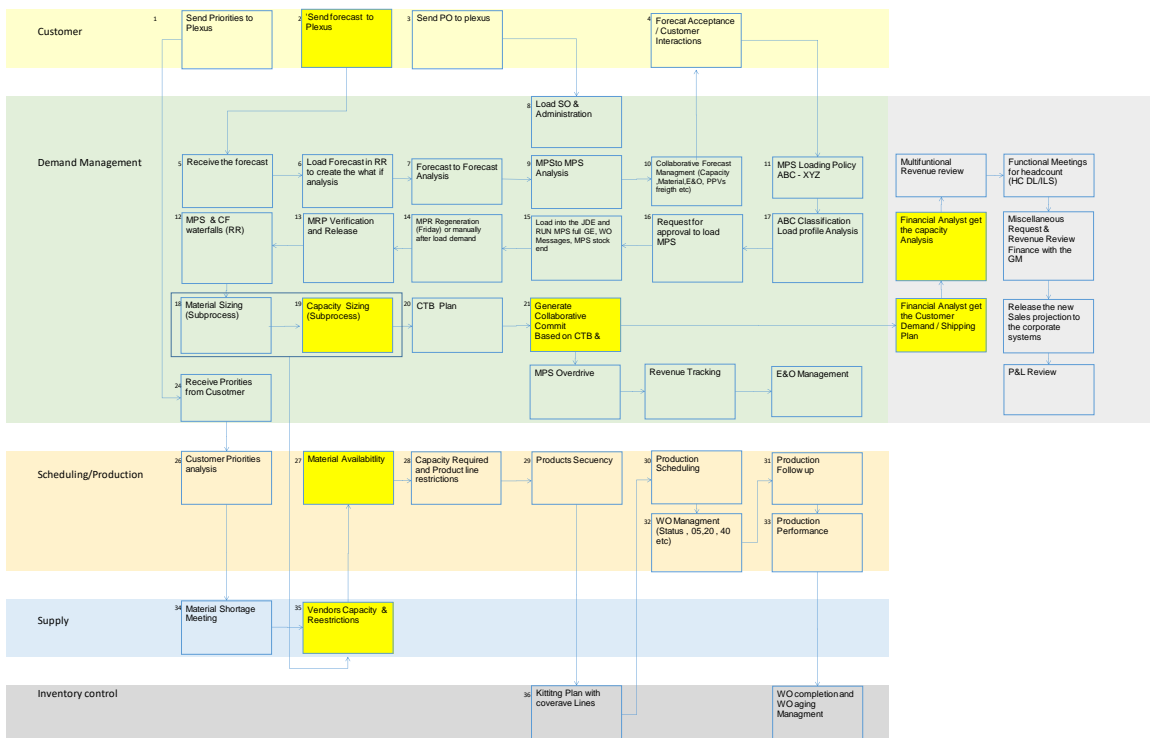
En este ejemplo se utiliza el modelo para determinar el nivel de sigma del proceso del *attainment* donde se tienen ciertas unidades planeadas y un porcentaje de unidades que pasaron efectivamente para poder ser embarcadas. El resultado nos indica que tiene un bajo rendimiento pues tiene varias desviaciones.

2.3.2. Mapeo de Procesos

Con este mapeo se pueden observar siete procesos con alta relevancia en el proceso y resaltamos que son fuentes de variación en el proceso. como lo son: El envío de la demanda por parte del cliente, en análisis de capacidad, la capacidad y restricciones de los proveedores externos, la disponibilidad de materia prima, la generación del *CTB (Clear to build)* en inglés, el plan de embarques al cliente y el cómo se integra la capacidad en el análisis financiero. Gráfica 17.

Gráfica 17

Título: Mapa del proceso de la proyección de ventas.



Nota: Se tienen 7 proceso críticos marcados en amarillo.

2.3.1.5 Puntos de vista

En la búsqueda de tener un proceso eficiente en la recolección de datos se procede a evaluar nuestros procesos críticos a través de un esquema de cinco elementos importantes donde cada uno de ellos se describe de la siguiente manera (Gráfica 18):

1. Autopsia: Esta característica describe y busca definir que se considera un defecto, identificar los diferentes tipos de defectos y por ultimo identificar que tan grande es el problema.
2. Productos: Esta característica se trata para identificar si el problema afecta cierto tipo de productos, modelos, versiones, tamaños, partes, etc
3. Localización: Esta característica busca identificar el lugar específico del problema.
4. Fuente: Aquí es crítico identificar la y las fuentes donde se generan los defectos
5. Tiempo: Identificando la temporalidad y aparición de los defectos.

Grafica 18

Título: Esquema de cinco elementos a través de la herramienta 5 puntos de vista.

Entradas	Proceso	Salida	5 Puntos de vista				
			Autopsia	Productos	Localización	Fuente	Tiempo
x1=Compromiso de embarque x2= Fecha de compromiso en ERP x3=Embarque al cliente x4 = Produccion	Customer OTD	Y= Entregas al cliente	No embarcar	Producto terminado	Cliente	Materia prima Capacidad	Mensual
x1= Materia prima x2= Capacidad disponible x3= Yield producto x4= kiteo x5= Secuencia	Plan Attainment	Y= Materia transformada lista para embarcarse	Falta de Producto terminado	Cientes	Equipo enfocado al cliente	Yiel Materia prima Secuencia Capacidad	Semanal
x1= pronostico de ventas x2= ventas reales x3= Sales & ops Plan	Sales Performance	Y= Ventas	Ventas	Operacion	Cientes y Operaciones	Pronostico de venta Producto terminado	Mensual
x1= Demanda del cliente X2= Entregas al cliente x3= Materia prima x4= Capacidad x5= logistica	Forecast Accuracy	Y= satisfaccion del cliente (embarques)	Cientes	Demanda Cliente	Embarques	Demanda Cliente Materia prima Capacidad Entregas	Mensual
x1= Capacidad instalada x2= demanda requerida	5. Análisis de capacidad	Y= Requerimiento de capacidad	Capacidad Requerida	Recursos	Modelo capacidad	Capacidad Demanda	Semanal
X1. Pull in de materia prima X2= colocacion de ordenes de compra x3= entregas del proveedor	MRP Execution	Y= requerimientos de materia prima	Falta Materia Prima	Comprador	Materia Prima	Ejecucion Entregas de proveedor	Semanal
X1= compromisos de proveedor x2= recibos de proveedor	Supplier OTC	Y= disponibilidad de matría prima	Falta Materia Prima	Almacen	Materia Prima	Compromisos Recibos	Semanal

Nota: Se muestran cada uno de los procesos críticos y sus posibles defectos.

En lo anterior se pueden visualizar las características principales puntos de vista de cada uno de los procesos.

2.4. Conclusiones:

Con base a las mediciones, se concluye que los factores críticos a modificar son aquellos que se muestran a continuación. El enfoque estará en la mejora de cada medición acorde los siguientes objetivos y la meta de cada uno de ellos (Gráfica 19).

Grafica 19

Título: Resumen de los indicadores clave

Indicador	Baseline	Meta
Customer OTD	85.39%	>90%
Plan Attainment	89%	>100%
Sales Performance	14% error	<9%
Forecast Accuracy	58%	>90%

Indicador	Baseline	Meta
MRP Execution	67%	>77%
Supplier OTC	53%	80%
CAP Model (SMT, Middle & HLA)	SMT – 123% Middle – 90% HLA - NA	<90%

Nota: Se muestran las siete métricas clave junto a sus líneas base y meta.

Para lo anterior se procede a realizar investigación adicional para definir la estrategia.

3. Estrategia metodológica de intervención.

A continuación, se describirán las estrategias a establecer para definir la metodología de la intervención para el proyecto descrito la sección anterior, Generar un proceso eficiente para proyectar ventas y la mejora de los factores críticos.

3.1. Justificación de la estrategia metodológica de intervención

El pronóstico de la demanda es fundamental en la toma de decisiones dentro de la organización ya que de aquí parte la base fundamental para que las múltiples áreas de la organización realicen su planeación estratégica para recursos. Una estimación mayor o menor genera riesgos ya sea en términos de satisfacción del cliente o bien en uso eficiente de los recursos operativos de la organización. “El nivel de precisión de los pronósticos de la demanda tiene un gran impacto en todos los niveles de la cadena de suministro de las organizaciones” (Corrêa, 2017). Para ello, estudiar los pronósticos de venta se hará con base a una clasificación utilizando métodos estadísticos y de caracterización de la

demanda. Además la selección de productos por medio de una metodología diseñada por el autor con base al ABC (Champa, 2006) XYZ de GMA (Chartered Global Management Accountant, 01) para establecer consideraciones sobre el error y definir mejoras al proceso.

3.2. Método y estructura del modelo a seguir

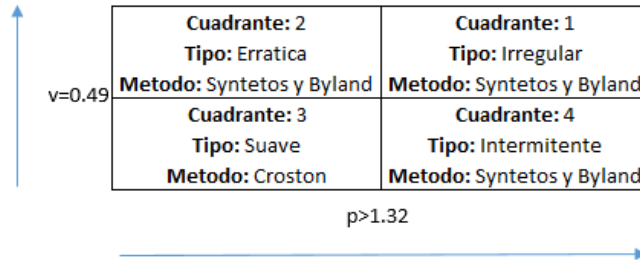
Generar un modelo de pronóstico de la demanda apropiado es totalmente dependiente del comportamiento a través del tiempo. El comportamiento se puede describir a través de su patrón por estacionalidad, ciclos, tendencias entre otros. “Además por la frecuencia, que va enfocada a la variabilidad en el tamaño y el tiempo de ocurrencia de la demanda”. (Mónica Balderas, 2019). Por lo tanto, se pueden dividir para asignar un mejor pronóstico. “La idea de categorizar los patrones de demanda apareció inicialmente en 1984 en la revista de la Sociedad de Investigación Operativa , donde se estudia la clasificación de productos por tipo de demanda, políticas de control de existencias para diferentes categorías de productos y métodos para pronosticar la demanda para las diferentes categorías de productos” (Mónica Balderas, 2019).

La metodología propuesta es basada en la investigación de Aris A. Syntetos. Quien propone seccionar las demandas en con base a los rangos que proporcionan el intervalo promedio de la demanda y el coeficiente de variación. Lo anterior se propone en cuadrantes y los cuatro cuadrantes están especificados de forma única por dos parámetros p y v , donde p es el intervalo promedio entre demanda y v es el coeficiente de variación al cuadrado de la demanda cuando ocurre. Además en cada cuadrante compara el método sugerido por Croston (Croston, 1972) y una versión ajustada al sesgo del método de Croston propuesto por Syntetos y Boyland (Syntetos, 2001), proponiendo las cuatro categorías discretas de demanda "errática", "irregular", "suave" e "intermitente". Los valores que definen los cuadrantes se dan como $p = 1:32$ y $v = 0:49$. “Tanto Croston como Synteto y Boyland utilizan una constante de suavizado para producir estimaciones de demandas positivas suavizadas exponencialmente. Ambos también usan el parámetro p para denotar el intervalo promedio entre demanda’ (Mónica Balderas, 2019).

La estructura de la metodología se basa en la lógica y se puede apreciar en la siguiente imagen a continuación (Gráfica 20):

Gráfica 20

Título: Cuadrantes para segmentar la demanda



Nota: Muestra cada uno de los cuadrantes con base a los rangos que proporcionan el intervalo promedio de la demanda y el coeficiente de variación.

Cuadrante 1: Demanda Irregular. Donde ($p \geq 1.32$ y $v \geq .49$) Este tipo de demanda tiene una alta variabilidad con algunos periodos en cero. La recomendación para los productos de este tipo el método recomendado para pronosticar demanda Syntetos y Boyland.

Cuadrante 2: Demanda Errática. Donde ($p < 1.32$ y $v \geq .49$) Este tipo de demanda tiene una alta variabilidad entre periodos. La recomendación para los productos de este tipo el método recomendado para pronosticar demanda Syntetos y Boyland.

Cuadrante 3: Demanda Suave. Donde ($p < 1.32$ y $v < .49$) Este tipo de demanda tiene una constancia en periodos. La recomendación para los productos de este tipo el método recomendado para pronosticar demanda es Croston.

Cuadrante 4: Demanda Intermitente. Donde ($p \geq 1.32$ y $v < .49$) Este tipo de demanda tiene una baja variabilidad entre periodos. La recomendación para los productos de este tipo el método recomendado para pronosticar demanda Syntetos y Boyland.

3.3. Selección y categorización de la demanda

En esta intervención se ha definido el analizar la demanda de los productos de una empresa manufacturera electrónica del estado de Jalisco. De un universo de diferentes ensambles de

producción se utiliza el método de ABC (Champa, 2006) para determinar los modelos que representan la mayoría de las ventas a la empresa. Donde se enumeran de mayor a menor en términos de ventas anuales y el 20 % superior de los artículos representara los productos los tipos A, a los que ocupan entre el 20 y 50 % serán artículos B y los que se encuentren en el inferior serán artículos C. Por otro lado, en términos de horas de producción capacidad requerida se hace una clasificación XYZ. Donde se enumeran de mayor a menor en términos de horas de capacidad requeridas y el 20 % superior de los artículos representara los productos los tipos X, a los que ocupan entre el 20 y 50 % serán artículos Y los que se encuentren en el inferior serán artículos Z. Finalmente, para seleccionar los productos se utilizarán los productos tipo AX y los tipos AY de esta manera tendremos una muestra suficiente que ocupa las mayores ventas y la mayor parte de la capacidad de la empresa. El resultado son 49 productos que se dividen en grupos para determinar su intervalo promedio entre demanda (p) y (v) el coeficiente de variación al cuadrado de la demanda para determinar en qué cuadrante se encuentran cada uno, puede ser uno de los siguientes: Demanda Irregular, Demanda Errática, Demanda Suave. Demanda Intermitente. En total es un análisis de un total de 49 ensambles que representan el 75% de las ventas anuales y son parte de 8 diferentes familias y dentro de ellos de un total de 15 subfamilias que llamaremos Item.

Esta tabla muestra los primeros 15 productos, su demanda mensual de los últimos 24 meses y un breve resumen de los resultados por producto, desde el total unidades, periodos sin demanda su clasificación entre constante o intermitente.

También los datos que utilizaremos para la metodología del cálculo de p (promedio entre demanda) y v (coeficiente de variación). (Gráfica 21)

Gráfica 21

Título: Segmentación de la demanda, primeros 15 productos

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ITEM	101	246	272	272	274	276	278	280	575	575	575	597	502	502	810
FAM	14A	270	270	741	270	270	270	270	635	635	635	13B	359	359	12B
PRODUCTO	1-14A	5-270	6-270	1-741	2-270	3-270	1-270	4-270	1-635	24-635	5-635	1-13B	1-359	2-359	1-12B
AUGUST	0	677	10	480	465	450	300	760	64	4	24	50	0	92866	0
SEPTEMBER	0	768	0	218	255	350	300	760	64	4	24	7	0	47132	0
OCTOBER	0	432	672	575	135	740	395	630	58	13	19	75	0	71280	6
NOVEMBER	0	240	672	205	310	620	120	600	88	2	36	158	0	55062	0
DECEMBER	0	1680	672	260	345	860	615	1110	28	3	19	97	0	55440	59
JANUARY	0	1392	288	135	510	450	650	540	64	4	24	52	0	92866	50
FEBRUARY	0	768	0	218	255	450	605	690	58	13	19	118	0	47132	90
MARCH	0	432	672	575	135	350	110	1380	88	2	36	279	0	71280	279
APRIL	0	240	672	205	310	740	615	1110	28	3	19	172	0	55062	190
MAY	0	1680	672	260	345	620	550	810	44	0	43	56	0	55440	31
JUNE	0	768	864	15	560	860	650	540	0	0	0	7	0	28440	9
JULY	0	1392	288	135	510	870	605	690	0	0	1	118	0	50580	31
AUGUST	0	2400	1248	660	525	1095	110	1380	64	4	24	279	0	40500	9
SEPTEMBER	0	2160	1152	598	625	480	475	870	58	13	19	172	0	27410	0
OCTOBER	0	1536	864	350	165	1030	1080	840	88	2	36	0	0	15840	6
NOVEMBER	0	2112	1056	380	50	1060	505	1380	28	3	19	96	6500	25140	0
DECEMBER	0	1392	864	160	755	830	728	510	44	0	43	303	4040	50000	59
JANUARY	0	1248	96	560	432	700	573	870	41	1	15	6	5762	32760	50
FEBRUARY	0	48	918	305	260	1383	545	990	53	1	63	9	7200	33480	90
MARCH	0	984	384	470	660	800	600	1874	37	2	48	238	360	28920	279
APRIL	0	480	1485	542	367	608	782	1165	50	3	56	26	2160	29196	190
MAY	0	0	93	390	693	1669	765	1941	32	4	56	6	5634	18719	31
JUNE	5	1056	288	345	645	870	1100	1200	38	2	55	9	7920	25243	9
JULY	5	1440	0	480	260	1810	325	1890	97	3	68	238	3024	19449	11
TOTAL	10	25325	13930	8521	9572	19695	13103	24530	1214	86	766	2571	42600	1069237	1479
PERIODOS SIN DEM	22	1	3	0	0	0	0	0	2	4	1	1	15	0	5
CONSTANTE/INTERMITENT	I	I	I	C	C	C	C	C	I	I	I	I	I	C	I
N=	2	23	21	24	24	24	24	24	22	20	23	23	9	24	19
ARTICULOS CONSTANTES	11	22.9%													
ARTICULOS INTERMITENTES	37	77.1%													
PROMEDIO	0.416667	1055.208	580.4167	355.0417	398.8333	820.625	545.9583	1022.083	50.58333	3.583333	31.91667	107.125	1775	44551.54167	61.625
DESVIACION STANDAR	1.411649	680.2663	433.6766	177.6453	195.9957	380.1676	258.0609	433.2676	25.33243	3.877658	18.68251	100.2038	2769.44	21687.32491	85.52132
CV	3.387958	0.644675	0.747181	0.500351	0.491423	0.463266	0.472675	0.423906	0.500806	1.082137	0.585353	0.935392	1.560248	0.486791794	1.38777
V coeficiente de variación	11.47826	0.415606	0.55828	0.250351	0.241496	0.214615	0.223422	0.179697	0.250806	1.171021	0.342638	0.874958	2.434374	0.236966251	1.925905
(P) Promedio entre demanda	12	1.043478	1.142857	1	1	1	1	1	1.090909	1.2	1.043478	1.043478	2.666667	1	1.263158

Nota: La tabla muestra un resumen de los resultados por producto, desde el total unidades, periodos sin demanda su clasificación entre constante o intermitente.

Esta tabla muestra del 16 al 30 de los productos, su demanda mensual de los últimos 24 meses y un breve resumen de los resultados por producto, desde el total unidades, periodos sin demanda su clasificación entre constante o intermitente.

También los datos que utilizaremos para la metodología del cálculo de p (promedio entre demanda) y v (coeficiente de variación). (Gráfica 22)

Gráfica 22

Título: Segmentación de la demanda, del producto 16 al 30.

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ITEM	810	853	853	853	853	853	853	853	853	853	853	853	853	853	853
FAM	12B	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635
PRODUCTO	2-12B	10-635	12-635	14-635	15-635	17-635	19-635	20-635	21-635	22-635	23-635	2-635	26-635	29-635	30-635
AUGUST	1	6	9	6	6	6	6	5	0	3	0	55	4	0	0
SEPTEMBER	0	0	2	0	3	0	4	9	0	1	3	85	0	0	3
OCTOBER	6	4	4	4	7	4	6	4	1	0	5	157	5	0	3
NOVEMBER	0	12	7	12	4	12	7	8	3	4	7	94	0	0	8
DECEMBER	9	17	7	17	4	17	6	15	7	4	3	97	0	0	10
JANUARY	12	2	7	2	5	2	6	0	28	24	0	111	5	0	7
FEBRUARY	22	8	0	8	5	8	4	11	13	24	0	87	2	0	4
MARCH	42	0	2	0	2	0	3	20	6	0	0	128	7	0	8
APRIL	50	9	1	9	6	9	0	30	8	0	0	136	0	0	4
MAY	20	16	4	16	3	16	3	13	17	21	3	134	0	0	8
JUNE	19	18	5	18	3	18	3	13	5	7	9	92	0	5	3
JULY	20	16	4	16	3	16	3	13	17	21	3	134	0	0	8
AUGUST	19	18	5	18	3	18	3	13	5	7	9	92	0	5	3
SEPTEMBER	0	0	2	0	3	0	4	9	0	1	3	85	0	0	3
OCTOBER	6	4	4	4	7	4	6	4	1	0	5	157	5	0	3
NOVEMBER	0	12	7	12	4	12	7	8	3	4	7	94	0	0	8
DECEMBER	9	17	7	17	4	17	6	15	7	4	3	97	0	0	10
JANUARY	12	2	7	2	5	2	6	0	28	24	0	111	5	0	7
FEBRUARY	22	8	0	8	5	8	4	11	13	24	0	87	2	0	4
MARCH	42	0	2	0	2	0	3	20	6	0	0	128	7	0	8
APRIL	50	9	1	9	6	9	0	30	8	0	0	136	0	0	4
MAY	20	16	4	16	3	16	3	13	17	21	3	134	0	0	8
JUNE	19	18	5	18	3	18	3	13	5	7	9	92	0	5	3
JULY	20	16	4	16	3	16	3	13	17	21	3	134	0	0	8
TOTAL	495	220	98	220	101	220	98	280	202	205	73	2691	42	15	131
PERIODOS SIN DEM	4	4	2	4	0	4	2	2	3	6	9	0	15	21	1
CONSTANTE/INTERMITENT	I	I	I	I	C	I	I	I	I	I	I	C	I	I	I
N=	20	20	22	20	24	20	22	22	21	18	15	24	9	3	23
ARTICULOS CONSTANTES															
ARTICULOS INTERMITENTES															
PROMEDIO	20.625	9.166667	4.083333	9.166667	4.208333	9.166667	4.083333	11.66667	8.416667	8.541667	3.041667	112.125	1.75	0.625	5.458333
DESVIACION STANDAR	21.98579	6.65724	2.569329	6.65724	1.473805	6.65724	1.976309	7.788881	8.026677	9.587035	3.18255	28.40593	2.540969	1.68916	2.750165
CV	1.065978	0.726244	0.629223	0.726244	0.350211	0.726244	0.483994	0.667618	0.953665	1.122385	1.046318	0.253342	1.451982	2.702656	0.503847
V coeficiente de variación	1.136309	0.527431	0.395922	0.527431	0.122648	0.527431	0.23425	0.445714	0.909476	1.259747	1.094781	0.064182	2.108252	7.304348	0.253862
(P) Promedio entre demanda	1.2	1.2	1.090909	1.2	1	1.2	1.090909	1.090909	1.142857	1.333333	1.6	1	2.666667	8	1.043478

Nota: La tabla muestra un resumen de los resultados por producto, desde el total unidades, periodos sin demanda su clasificación entre constante o intermitente.

Por ultimo esta tabla muestra del 31 al 49 de los productos, su demanda mensual de los últimos 24 meses y un breve resumen de los resultados por producto, desde el total unidades, periodos sin demanda su clasificación entre constante o intermitente. También los datos que utilizaremos para la metodología del cálculo de p (promedio entre demanda) y v (coeficiente de variación). (Gráfica 23)

Gráfica 23

Título: Segmentación de la demanda, del producto 31 al 49.

	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
ITEM	853	853	853	853	853	853	859	859	859	859	859	859	859	925	ARC	ARC	ARC	ARC	
FAM	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635	345	345	345	345	
PRODUCTO	33-635	34-635	35-635	36-635	7-635	8-635	11-635	13-635	16-635	18-635	27-635	28-635	31-635	9-635	3-635	3-345	1-345	2-345	4-345
AUGUST	1	0	4	0	0	6	6	36	0	0	0	3	0	0	6	261	566	0	30
SEPTEMBER	4	2	9	0	7	2	17	31	24	0	0	0	0	0	17	261	400	0	53
OCTOBER	3	6	1	0	7	5	19	84	39	0	3	1	23	0	19	67	303	0	113
NOVEMBER	8	0	10	0	4	5	24	52	11	11	16	0	0	19	4	24	67	205	0
DECEMBER	3	1	7	0	2	6	32	74	30	0	19	8	0	0	32	261	141	0	42
JANUARY	1	0	3	0	3	2	8	63	18	0	10	6	1	0	8	67	99	0	45
FEBRUARY	3	0	5	0	6	2	0	38	36	0	1	1	5	0	0	128	6	0	84
MARCH	7	3	8	0	10	11	8	86	95	0	0	5	6	11	8	261	125	4	205
APRIL	15	4	6	0	10	0	24	16	41	6	0	0	12	6	24	114	213	2	518
MAY	2	5	0	0	19	4	16	27	55	18	0	0	13	10	16	178	670	2	519
JUNE	0	2	2	5	23	7	14	18	74	3	11	0	0	30	0	14	296	694	0
JULY	2	5	0	0	19	4	16	27	55	18	0	0	13	10	16	263	748	0	399
AUGUST	0	2	2	5	23	7	14	18	74	3	11	0	0	30	0	14	88	439	0
SEPTEMBER	4	2	9	0	0	2	17	31	24	0	0	0	0	17	203	621	0	245	
OCTOBER	3	6	1	0	7	5	19	84	39	0	3	1	23	0	19	183	897	0	114
NOVEMBER	8	0	10	0	4	5	24	52	11	11	16	0	0	19	4	24	119	239	48
DECEMBER	3	1	7	0	2	6	32	74	30	0	19	8	0	0	32	85	847	140	159
JANUARY	1	0	3	0	3	2	8	63	18	0	10	6	1	0	8	55	277	113	271
FEBRUARY	3	0	5	0	6	2	0	38	36	0	1	1	5	0	0	46	212	244	61
MARCH	7	3	8	0	10	11	8	86	95	0	0	5	6	11	8	152	359	349	18
APRIL	15	4	6	0	10	0	24	16	41	6	0	0	12	6	24	25	159	55	5
MAY	2	5	0	0	19	4	16	27	55	18	0	0	13	10	16	46	212	244	61
JUNE	0	2	2	5	23	7	14	18	74	3	11	0	0	30	0	14	119	239	48
JULY	0	4	0	0	7	6	144	76	6	8	6	0	25	20	6	46	212	244	61
TOTAL	95	57	108	15	224	111	366	1203	1051	105	137	45	348	92	366	3391	8883	1493	5119
PERIODOS SIN DEM	4	7	4	21	2	2	2	0	1	13	10	13	3	14	2	0	0	12	0
CONSTANTE/INTERMITENT	1	1	1	1	1	1	1	C	1	1	1	1	1	1	1	C	C	C	C
Nº	20	17	20	3	22	22	22	24	23	11	14	11	21	10	22	24	24	12	24
ARTICULOS CONSTANTES																			
ARTICULOS INTERMITENTES																			
PROMEDIO	3.958333	2.375	4.5	0.625	9.333333	4.625	15.25	50.125	43.79167	4.375	5.708333	1.875	14.5	3.833333	15.25	141.2917	370.125	62.20833	213.2917
DESVIACION STANDAR	4.175281	2.081231	3.438908	1.68916	7.5335	2.886438	8.733992	31.90654	26.49197	6.316387	6.823738	2.786809	11.22884	5.49044	8.733992	87.41977	254.3078	103.7468	205.1505
CV	1.054808	0.876308	0.764202	2.702656	0.807161	0.624095	0.572721	0.636539	0.604955	1.443745	1.195399	1.486298	0.774403	1.432289	0.572721	0.618718	0.687086	1.667731	0.961831
V coeficiente de variación	1.11262	0.767915	0.584004	7.304348	0.651508	0.389494	0.328009	0.405182	0.36597	2.084401	1.42898	2.209082	0.5997	2.051451	0.328009	0.382813	0.472088	2.781326	0.925119
(P) Promedio entre demanda	1.2	1.411765	1.2	8	1.090909	1.090909	1.090909	1	1.043478	2.181818	1.714286	2.181818	1.142857	2.4	1.090909	1	1	2	1

Nota: La tabla muestra un resumen de los resultados por producto, desde el total unidades, periodos sin demanda su clasificación entre constante o intermitente.

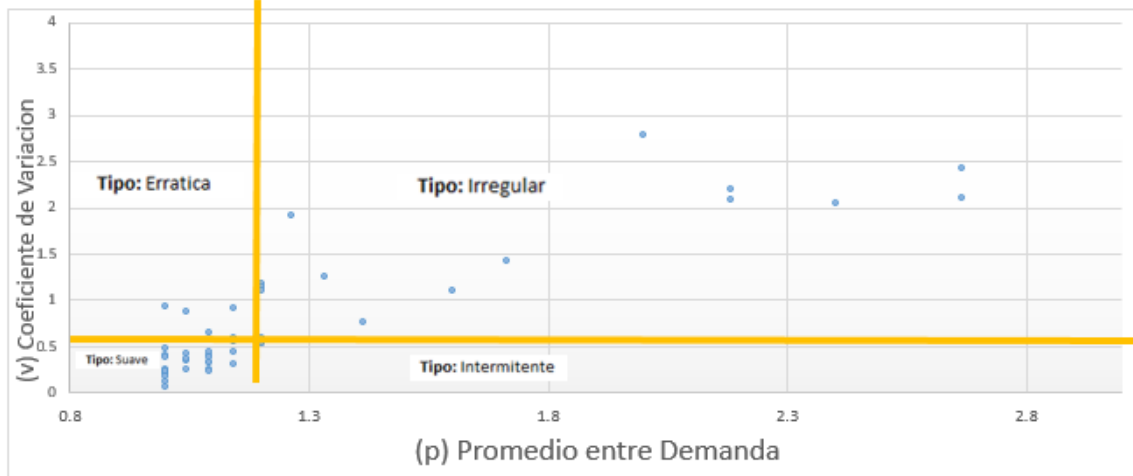
Así, en conclusión, se obtiene la categorización de cada uno de los productos. Con base a los valores del promedio entre la demanda y el coeficiente de variación, en el grafico siguiente podemos confirmar que la mayoría de los productos caen en tipos de demanda irregular y suave.

En función de su categorización es recomendable estimar la demanda para el futuro mediante los métodos previamente mostrados. Para la demanda suave es necesario utilizar Croston, para la demanda intermitente Syntetos y Boyland, para la demanda irregular Syntetos y Boyland y finalmente para la demanda errática Syntetos y Boyland.

Con la información obtenida posteriormente pasaremos a comparar con el método actual y obtener sus respectivos errores *MSE* y *MAE*. La siguiente imagen muestra la categorización de los productos: (Gráfica 24)

Gráfica 24

Título: *Dispersión de los 49 productos.*



Nota: La tabla muestra un resumen de los resultados por producto de los cuatro cuadrantes.

3.4. Análisis del estado actual de la demanda

Previamente se seleccionaron 49 productos los cuales pasaron por el proceso de categorización de acuerdo su demanda y el proceso de cuatro cuadrantes. Resultado entre ellos 11 productos constantes es decir pues presentan demanda en todos sus periodos y 37 productos son intermitentes ya que pueden presentar uno o más periodos sin demanda.

Posteriormente pasaremos a obtener el error promedio del pronóstico en valores absolutos (*MAD*) para determinar la dispersión de la demanda y así ver que tanta aleja del valor esperado.

Para esto vamos a obtener el valor absoluto de la resta entre la demanda real y la pronosticada mediante el método actual y dividida entre la cantidad de errores.

Podemos visualizar en el grafico siguiente el tipo de demanda de cada uno de los productos, su clasificación y los diferentes errores *MSE*, *MAE*, *MAPE* que se tiene con el pronóstico actual. (Gráfica 25)

Gráfica 25

Título: Error del pronóstico y clasificación de los productos del 1 al 25.

	ITEM	FAM	PRODUCTO	ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (M	ACTUAL MAPE	CUADRANTE	TIPO DE DEMAN	METODO PROP
1	101	14A	1-14A	1.71957672	0.396825397	0.095238095	1	IRREGULAR	SB
2	246	270	5-270	528566.1058	613.4126984	0.769861881	3	SUAVE	CROSTON
3	272	270	6-270	866266	406.8412698	0.744346817	2	ERRATICA	SB
4	272	741	1-741	298924.5185	171.7301587	0.632808879	3	SUAVE	CROSTON
5	274	270	2-270	41625.07937	182.8412698	0.499735681	3	SUAVE	CROSTON
6	276	270	3-270	42018.64021	292.6507937	0.380086297	3	SUAVE	CROSTON
7	278	270	1-270	373081.7302	228.9047619	0.462811129	3	SUAVE	CROSTON
8	280	270	4-270	117502.2963	339.984127	0.370699865	3	SUAVE	CROSTON
9	575	635	1-635	963499.9048	26.33333333	0.695501827	3	SUAVE	CROSTON
10	575	635	24-635	2260.619048	3.46031746	1.204299615	2	ERRATICA	SB
11	575	635	5-635	193.1534392	13.34920635	0.575305143	3	SUAVE	CROSTON
12	597	13B	1-13B	11174.7672	109.5079365	1.79362794	2	ERRATICA	SB
13	5D2	359	1-359	5665826	1418.380952	0.302627873	1	IRREGULAR	SB
14	5D2	359	2-359	215174903	11226.50794	0.259973689	3	SUAVE	CROSTON
15	810	12B	1-12B	2292752208	75.55555556	3.756356775	2	ERRATICA	SB
16	810	12B	2-12B	6510.248677	16.57142857	1.329690897	2	ERRATICA	SB
17	853	635	10-635	281.3756614	7.746031746	1.111980827	2	ERRATICA	SB
18	853	635	12-635	64.96825397	2.523809524	0.811965812	3	SUAVE	CROSTON
19	853	635	14-635	33.89417989	7.746031746	1.111980827	2	ERRATICA	SB
20	853	635	15-635	83.42328042	1.126984127	0.279787673	3	SUAVE	CROSTON
21	853	635	17-635	27.34391534	7.746031746	1.111980827	2	ERRATICA	SB
22	853	635	19-635	80.06878307	1.507936508	0.379399945	3	SUAVE	CROSTON
23	853	635	20-635	45.75661376	8.047619048	0.74182289	3	SUAVE	CROSTON
24	853	635	21-635	87.14814815	7.746031746	1.863959004	2	ERRATICA	SB
25	853	635	22-635	44.21693122	10.34920635	1.683673469	1	IRREGULAR	SB

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores *MSE*, *MAE*, *MAPE* .

Posteriormente están el resto de los productos donde se puede visualizar el efecto de aplicar la metodología para determinar su clasificación y los diferentes errores *MSE*, *MAE*, *MAPE* que se tiene con el pronóstico actual. (Gráfica 26)

Gráfica 26

Título: Error del pronóstico y clasificación de los productos del 26 al 49.

	ITEM	FAM	PRODUCTO	ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (M	ACTUAL MAPE	CUADRANTE	TIPO DE DEMAN	METODO PROP
26	853	635	23-635	78.13756614	2.968253968	1.28722489	1	IRREGULAR	SB
27	853	635	2-635	592.5608466	22.95238095	0.204313345	3	SUAVE	CROSTON
28	853	635	26-635	12130.82011	2.365079365	0.876190476	1	IRREGULAR	SB
29	853	635	29-635	4.899470899	2.603174603	0.840537241	3	SUAVE	CROSTON
30	853	635	30-635	6.333333333	2.873015873	0.626454231	3	SUAVE	CROSTON
31	853	635	33-635	12.91005291	4.761904762	1.388041762	2	ERRATICA	SB
32	853	635	34-635	11.76719577	2.047619048	1.658266337	1	IRREGULAR	SB
33	853	635	35-635	5.264550265	3.031746032	0.919666048	2	ERRATICA	SB
34	853	635	36-635	15.4021164	1.555555556	0.41213804	3	SUAVE	CROSTON
35	853	635	7-635	37.88359788	5.952380952	0.730401249	2	ERRATICA	SB
36	853	635	8-635	89.88359788	2.650793651	0.621610929	3	SUAVE	CROSTON
37	859	635	11-635	72.33862434	9.603174603	0.761946518	3	SUAVE	CROSTON
38	859	635	13-635	869.6296296	26.3015873	0.750049745	3	SUAVE	CROSTON
39	859	635	16-635	1514.820106	17.68253968	0.522723737	3	SUAVE	CROSTON
40	859	635	18-635	1571.820106	6.285714286	1.768111518	1	IRREGULAR	SB
41	859	635	27-635	52.63492063	7.444444444	1.644498693	1	IRREGULAR	SB
42	859	635	28-635	37.08465608	2.222222222	2.741496599	1	IRREGULAR	SB
43	859	635	31-635	114.1904762	9.222222222	0.930243401	2	ERRATICA	SB
44	859	635	9-635	173.4021164	4.857142857	0.829863764	1	IRREGULAR	SB
45	925	635	3-635	112.4920635	9.603174603	0.761946518	3	SUAVE	CROSTON
46	ARC	345	3-345	4122.492063	62.44444444	0.478073536	3	SUAVE	CROSTON
47	ARC	345	1-345	20304.59788	194.047619	0.717839523	3	SUAVE	CROSTON
48	ARC	345	2-345	151712.619	50.63492063	0.827377689	1	IRREGULAR	SB
49	ARC	345	4-345	33114.53968	163.0634921	1.775270456	2	ERRATICA	SB

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores *MSE*, *MAE*, *MAPE*.

Para conocer el error utilizando los otros métodos de pronóstico de la demanda se procede a calcular de cada uno de los productos, su pronóstico, pero principalmente sus errores como errores *MSE*, *MAE*, *MAPE*. De esta manera se obtienen los siguientes resultados (Gráfica 27):

Gráfica 27

Título: Error del pronóstico y clasificación de los productos del 1 al 25.

ITEM	FAM	PRODUCTO	ACTUAL			TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACION	BROWN			HOLT			
			MSE	MAE (MAD)	MAPE			MSE	MAE (MAD)	MAPE	MSE	MAE (MAD)	MAPE	
1	101	14A	1-14A	1.72	0.40	0.10	IRREGULAR	SB	1.75	0.40	0.10	1.40	0.34	0.04
2	246	270	5-270	528,566.11	613.41	0.77	IRREGULAR	SB	522,966.41	613.52	0.74	506,080.32	619.36	0.89
3	272	270	6-270	866,266.00	406.84	0.74	INTERMITENTE	SB	207,157.19	386.92	0.64	227,256.54	394.34	0.74
4	272	741	1-741	298,924.52	171.73	0.63	IRREGULAR	SB	47,093.33	170.82	0.60	43,067.01	165.70	0.62
5	274	270	2-270	41,625.08	182.84	0.50	IRREGULAR	SB	52,575.17	190.95	0.54	55,921.32	193.40	0.58
6	276	270	3-270	42,018.64	292.65	0.38	IRREGULAR	SB	127,533.05	299.02	0.39	146,595.32	312.52	0.40
7	278	270	1-270	373,081.73	228.90	0.46	IRREGULAR	SB	81,820.86	232.76	0.46	94,426.36	238.38	0.50
8	280	270	4-270	117,502.30	339.98	0.37	IRREGULAR	SB	170,107.27	312.64	0.33	199,290.08	362.49	0.38
9	575	635	1-635	963,499.90	26.33	0.70	IRREGULAR	SB	946.17	24.84	0.63	941.80	24.01	0.76
10	575	635	24-635	2,260.62	3.46	1.20	IRREGULAR	SB	22.00	3.50	1.34	19.27	3.18	1.45
11	575	635	5-635	193.15	13.35	0.58	IRREGULAR	SB	260.21	13.13	0.55	276.39	13.25	0.61
12	597	13B	1-13B	11,174.77	109.51	1.79	IRREGULAR	SB	12,346.32	93.54	0.90	16,909.13	109.32	1.56
13	5D2	359	1-359	5,665,826.00	1,418.38	0.30	IRREGULAR	SB	5,713,509.73	1,385.82	0.28	5,742,680.42	1,316.06	0.23
14	5D2	359	2-359	215,174,903.04	11,226.51	0.26	IRREGULAR	SB	235,068,454.62	12,196.89	0.27	242,103,122.83	11,901.49	0.27
15	810	12B	1-12B	2,292,752,208.22	75.56	3.76	IRREGULAR	SB	9,970.79	78.47	4.00	8,035.15	60.67	3.55
16	810	12B	2-12B	6,510.25	16.57	1.33	IRREGULAR	SB	447.89	16.63	1.35	440.40	14.98	1.14
17	853	635	10-635	281.38	7.75	1.11	IRREGULAR	SB	64.56	6.92	0.88	62.80	6.91	0.92
18	853	635	12-635	64.97	2.52	0.81	IRREGULAR	SB	8.53	2.52	0.66	7.25	2.06	0.57
19	853	635	14-635	33.89	7.75	1.11	IRREGULAR	SB	64.56	6.92	0.88	62.80	6.91	0.92
20	853	635	15-635	83.42	1.13	0.28	IRREGULAR	SB	2.81	1.27	0.31	3.13	1.39	0.35
21	853	635	17-635	27.34	7.75	1.11	IRREGULAR	SB	64.56	6.92	0.88	62.80	6.91	0.92
22	853	635	19-635	80.07	1.51	0.38	IRREGULAR	SB	4.05	1.45	0.33	3.01	1.35	0.38
23	853	635	20-635	45.76	8.05	0.74	IRREGULAR	SB	79.96	7.65	0.74	79.70	7.83	0.73
24	853	635	21-635	87.15	7.75	1.86	IRREGULAR	SB	87.61	7.02	1.57	88.98	7.52	1.29
25	853	635	22-635	44.22	10.35	1.68	IRREGULAR	SB	134.63	9.96	1.62	144.91	10.14	1.75

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores *MSE*, *MAE*, *MAPE*.

El método de Holt es utilizado para realizar pronósticos del comportamiento de una serie temporal a partir de los datos obtenidos anteriormente. Por otro lado, el método de Brown se basa en realizar dos suavizaciones exponenciales, de las cuales se obtendrá un valor estimado o el pronóstico que buscamos para un período específico, mediante un cálculo utilizando una sustitución en una función sencilla, obteniendo el siguiente resultado para el resto de los productos (Gráfica 28):

Gráfica 28

Título: Error del pronóstico y clasificación de los productos del 26 al 49.

ITEM	FAM	PRODUCTO	ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (MAD)	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACION	BROWN MSE	BROWN MAE (MAD)	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE (MAD)	HOLT MAPE	
26	853	635	23-635	78.14	2.97	1.29	IRREGULAR	SB	13.58	3.05	1.40	12.77	2.98	2.96
27	853	635	2-635	592.56	22.95	0.20	IRREGULAR	SB	947.63	26.39	0.23	904.65	25.87	0.23
28	853	635	26-635	12,130.82	2.37	0.88	INTERMITENTE	SB	9.83	2.65	1.20	9.30	2.45	13.19
29	853	635	29-635	4.90	2.60	0.84	INTERMITENTE	SB	8.41	2.45	0.66	7.37	2.11	0.60
30	853	635	30-635	6.33	2.87	0.63	IRREGULAR	SB	9.76	2.76	0.54	10.37	2.95	0.58
31	853	635	33-635	12.91	4.76	1.39	INTERMITENTE	SB	26.90	4.33	1.16	26.81	4.26	1.08
32	853	635	34-635	11.77	2.05	1.66	IRREGULAR	SB	6.72	2.30	2.04	5.07	1.99	1.78
33	853	635	35-635	5.26	3.03	0.92	INTERMITENTE	SB	16.25	3.03	1.27	14.99	2.94	0.86
34	853	635	36-635	15.40	1.56	0.41	INTERMITENTE	SB	4.24	1.54	0.38	3.15	1.38	0.41
35	853	635	7-635	37.88	5.95	0.73	IRREGULAR	SB	65.39	6.55	0.76	51.86	5.24	0.58
36	853	635	8-635	89.88	2.65	0.62	IRREGULAR	SB	11.74	2.62	0.60	15.86	3.01	0.74
37	859	635	11-635	72.34	9.60	0.76	IRREGULAR	SB	109.36	8.61	0.52	108.67	7.91	0.55
38	859	635	13-635	869.63	26.30	0.75	IRREGULAR	SB	1,368.75	28.27	0.65	1,400.91	26.05	0.69
39	859	635	16-635	1,514.82	17.68	0.52	IRREGULAR	SB	756.52	20.22	0.59	713.15	20.08	0.55
40	859	635	18-635	1,571.82	6.29	1.77	IRREGULAR	SB	56.76	6.17	1.53	60.04	6.40	3.90
41	859	635	27-635	52.63	7.44	1.64	IRREGULAR	SB	73.55	7.42	5.74	62.31	6.71	3.53
42	859	635	28-635	37.08	2.22	2.74	INTERMITENTE	SB	10.81	2.53	2.69	10.14	2.27	5.76
43	859	635	31-635	114.19	9.22	0.93	IRREGULAR	SB	142.27	9.68	0.91	103.68	7.81	0.63
44	859	635	9-635	173.40	4.86	0.83	IRREGULAR	SB	32.49	4.46	1.94	39.11	4.60	6.64
45	925	635	3-635	112.49	9.60	0.76	IRREGULAR	SB	109.36	8.61	0.52	108.67	7.91	0.55
46	ARC	345	3-345	4,122.49	62.44	0.48	IRREGULAR	SB	5,519.37	63.53	0.48	7,468.08	71.85	0.59
47	ARC	345	1-345	20,304.60	194.05	0.72	IRREGULAR	SB	67,640.54	204.96	0.70	60,771.77	194.90	0.62
48	ARC	345	2-345	151,712.62	50.63	0.83	IRREGULAR	SB	7,644.19	52.47	0.96	7,721.37	52.17	78.35
49	ARC	345	4-345	33,114.54	163.06	1.78	IRREGULAR	SB	47,193.24	168.37	1.47	43,543.68	155.12	1.21

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores *MSE*, *MAE*, *MAPE*.

Así con la información obtenida, se tienen modelos de comparación que servirán para poderlos evaluar en el siguiente apartado y así encontrar cual es la estimación que mejor se adapta al modelo de pronóstico deseado.

3.5. Evaluación de los pronósticos

En la sección anterior se categorizo la demanda de acuerdo al comportamiento de la demanda en cuatro tipos Suave, errática, intermitente e irregular. Además, que de los 49 productos seleccionados obtuvimos que 11 productos son constantes es decir pues presentan demanda en todos sus periodos y 37 productos son intermitentes ya que pueden presentar uno o más periodos sin demanda. Además de categorizar y analizar la demanda se utilizaron diferentes métodos de pronóstico para determinar los diferentes errores *MSE*, *MAE*, *MAPE*.

Suavización Exponencial Simple: “Ajusta los pesos de los datos pasados otorgando un valor α ($0 \leq \alpha \leq 1$) a la última demanda y $(1 - \alpha)$ al pronóstico anterior con la ecuación:

$$S_T = \alpha x_T + (1 - \alpha) S_{T-1}$$

. Donde S T = pronóstico al final del periodo T. S T-1 pronóstico al

periodo anterior, x_T = demanda Real α = constante de suavización. Para la optimización de la constante de suavización, se sugieren valores entre 0,01 y 0,30 (VIDAL, 2003) 0,05 y 0,20 debido al contexto de demanda intermitente, eligiendo el que minimice el error” (RICARDO ALBERTO PÉREZ1, 2012)

Método de Holt-Winters. Para ítems con demanda estacional y requiere de valores de arranque para $\hat{a}_1(0), \hat{b}_1(0)$ y $\hat{c}_1(0)$ utilizando datos históricos Al final del periodo T, se revisa la estimación de la

componente permanente con la ecuación $\hat{a}_1(t) = \alpha \frac{x_t}{c_{t-L}} + (1-\alpha)[\hat{a}_1(t-1) + \hat{b}_1(t-1)]$ donde $0 < \alpha < 1$ es una primera

constante para suavizar. Luego, se estima la tendencia $\hat{b}_1(t) = \beta [\hat{a}_1(t) - \hat{a}_1(t-1)] + (1-\beta)\hat{b}_1(t-1)$ Donde: $x_T =$

última demanda. $L = 12$ periodo que cubre la estación; $L-T = 1$ componente estacional, $m =$ datos históricos. $0 < \beta < 1 =$ segunda constante de suavización. Seguido, se estima el factor estacional para

el periodo T. y por ultimo $\hat{c}_1(t) = \gamma \frac{x_t}{a_1(t)} + (1-\gamma)\hat{c}_1(t-L)$ donde $0 < \gamma < 1 =$ Tercera constante de suavización.

Finalmente, se pronostica la demanda de cualquier periodo futuro $T + \tau$ igual al a siguiente ecuación $\hat{x}_{T+\tau}(T) = [\hat{a}_1(T) + \tau \hat{b}_1(T)] \hat{c}_{T+\tau}(T+\tau-L)$ ” (RICARDO ALBERTO PÉREZ1, 2012)

Una vez aplicados los métodos anteriores a los productos actuales podemos separar por tipos de demanda y así evaluar si las estimaciones ayudan a reducir el error. El error *MAE* protege los valores atípicos, mientras que *MSE* nos asegura que obtendremos un pronóstico imparcial. Por lo que vamos a identificar la mejora mediante el porcentaje respecto al original utilizando *MSE*.

Situación 1

Alfa para pronóstico de suavización Exponencial Simple:

$\alpha =$	0.3161
------------	---------------

 y parámetros de alfa

$\alpha =$	$\beta =$
0.574	0.004

y beta para Método de Holt-Winters.

Errática:

Tenemos un 29% de los productos que caen en este tipo de categorización. En los cuales tenemos hasta 5 tipos de familia diferentes que caen en este conjunto y al aplicar los tres métodos de pronóstico podemos visualizar que 3 de los productos tienen demanda intermitente y 11 irregular. Al aplicar el

pronóstico Suavización Exponencial Simple se puede mejorar en 69.82% el error (*MSE*) y aplicando Método de *Holt-Winters* se puede mejorar el error en 67.75% el error (*MSE*) (Gráfica 29).

Gráfica 29

Título: Error del pronóstico aplicando suavización exponencial simple y método de Holt-Winters

ITEM	FAM	PRODUCTO	Tipo	ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (MAD)	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACI	BROWN MSE	BROWN MAE (MAD)	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE (MAD)	HOLT MAPE	
3	272	270	6-270	ERRATICA	866,266.00	406.84	0.74	INTERMITENTE	SB	207,157.19	386.92	0.64	227,256.54	394.34	0.74
10	575	635	24-635	ERRATICA	2,260.62	3.46	1.20	IRREGULAR	SB	22.00	3.50	1.34	19.27	3.18	1.45
12	597	138	1-138	ERRATICA	11,174.77	109.51	1.79	IRREGULAR	SB	12,346.32	93.54	0.90	16,909.13	109.32	1.56
15	810	128	1-128	ERRATICA	2292752208.2169	75.56	3.76	IRREGULAR	SB	9,970.79	78.47	4.00	8,035.15	60.67	3.55
16	810	128	2-128	ERRATICA	6,510.25	16.57	1.33	IRREGULAR	SB	447.89	16.63	1.35	440.40	14.98	1.14
17	853	635	10-635	ERRATICA	281.38	7.75	1.11	IRREGULAR	SB	64.56	6.92	0.88	62.80	6.91	0.92
19	853	635	14-635	ERRATICA	33.89	7.75	1.11	IRREGULAR	SB	64.56	6.92	0.88	62.80	6.91	0.92
21	853	635	17-635	ERRATICA	27.34	7.75	1.11	IRREGULAR	SB	64.56	6.92	0.88	62.80	6.91	0.92
24	853	635	21-635	ERRATICA	87.15	7.75	1.86	IRREGULAR	SB	87.61	7.02	1.57	88.98	7.52	1.29
31	853	635	33-635	ERRATICA	12.91	4.76	1.39	INTERMITENTE	SB	26.90	4.33	1.16	26.81	4.26	1.08
33	853	635	35-635	ERRATICA	5.26	3.03	0.92	INTERMITENTE	SB	16.25	3.03	1.27	14.99	2.94	0.86
35	853	635	7-635	ERRATICA	37.88	5.95	0.73	IRREGULAR	SB	65.39	6.55	0.76	51.86	5.24	0.58
43	859	635	31-635	ERRATICA	114.19	9.22	0.93	IRREGULAR	SB	142.27	9.68	0.91	103.68	7.81	0.63
49	ARC	345	4-345	ERRATICA	33,114.54	163.06	1.78	IRREGULAR	SB	47,193.24	168.37	1.47	43,543.68	155.12	1.21
Total					919,926.19	828.95	19.77			277,669.52	798.78	18.01	296,678.87	786.13	16.84
									69.82%	3.64%	8.89%	67.75%	5.17%	14.82%	

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores *MSE*, *MAE*, *MAPE*.

Irregular:

Tenemos un 22% de los productos que caen en este tipo de categorización. En los cuales tenemos hasta 4 tipos de familia diferentes que caen en este conjunto y al aplicar los tres métodos de pronóstico podemos visualizar que 2 de los productos tienen demanda intermitente y 9 irregular. Al aplicar el pronóstico Suavización Exponencial Simple se puede mejorar en 1.89% el error (*MSE*) y aplicando Método de *Holt-Winters* se puede mejorar el error en 1.39% el error (*MSE*). (Gráfica 30)

Gráfica 30

Título: Error del pronóstico aplicando suavización exponencial simple y método de Holt-Winters

ITEM	FAM	PRODUCTO	Tipo	ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (MAD)	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACI	BROWN MSE	BROWN MAE (MAD)	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE (MAD)	HOLT MAPE	
1	101	14A	1-14A	IRREGULAR	1.72	0.40	0.10	IRREGULAR	SB	1.75	0.40	0.10	1.40	0.34	0.04
3	SD2	359	1-359	IRREGULAR	5,665,826.00	1,418.38	0.30	IRREGULAR	SB	5,713,509.73	1,385.82	0.28	5,742,680.42	1,316.06	0.23
5	853	635	22-635	IRREGULAR	44.22	10.35	1.68	IRREGULAR	SB	134.63	9.96	1.62	144.91	10.14	1.75
6	853	635	23-635	IRREGULAR	78.14	2.97	1.29	IRREGULAR	SB	13.58	3.05	1.40	12.77	2.98	2.96
8	853	635	26-635	IRREGULAR	12,130.82	2.37	0.88	INTERMITENTE	SB	9.83	2.65	1.20	9.30	2.45	13.19
2	853	635	34-635	IRREGULAR	11.77	2.05	1.66	IRREGULAR	SB	6.72	2.30	2.04	5.07	1.99	1.78
0	859	635	18-635	IRREGULAR	1,571.82	6.29	1.77	IRREGULAR	SB	56.76	6.17	1.53	60.04	6.40	3.90
1	859	635	27-635	IRREGULAR	52.63	7.44	1.64	IRREGULAR	SB	73.55	7.42	5.74	62.31	6.71	3.53
2	859	635	28-635	IRREGULAR	37.08	2.22	2.74	INTERMITENTE	SB	10.81	2.53	2.69	10.14	2.27	5.76
4	859	635	9-635	IRREGULAR	173.40	4.86	0.83	IRREGULAR	SB	32.49	4.46	1.94	39.11	4.60	6.64
8	ARC	345	2-345	IRREGULAR	151,712.62	50.63	0.83	IRREGULAR	SB	7,644.19	52.47	0.96	7,721.37	52.17	78.35
Total					5,831,640.22	1,507.95	13.71			5,721,494.03	1,477.23	19.52	5,750,746.85	1,406.10	118.15
									1.89%	2.04%	-42.30%	1.39%	6.75%	-761.47%	

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores *MSE*, *MAE*, *MAPE*.

Suave:

Tenemos un 59% de los productos que caen en este tipo de categorización. En los cuales tenemos hasta 5 tipos de familia diferentes que caen en este conjunto y al aplicar los tres métodos de pronóstico podemos visualizar que 2 de los productos tienen demanda intermitente y 22 irregular. Al aplicar el pronóstico Suavización Exponencial Simple se puede mejorar en -8.54% el error (*MSE*) & 8.42% *MAPE* y aplicando Método de *Holt-Winters* se puede mejorar el error en -11.79% el error (*MSE*) & 3% (*MAPE*). (Gráfica 31)

Gráfica 31

Título: Error del pronóstico aplicando suavización exponencial simple y método de Holt-Winters

ITEM	FAM	PRODUCTO	Tipo	ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (MA)	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACION	BROWN MSE	BROWN MAE (MA)	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE (MA)	HOLT MAPE
246	270	5-270	SUAVE	528,566.11	613.41	0.77	IRREGULAR	SB	522,966.41	613.52	0.74	506,080.32	619.36	0.89
272	741	1-741	SUAVE	298,924.52	171.73	0.63	IRREGULAR	SB	47,093.33	170.82	0.60	43,067.01	165.70	0.62
274	270	2-270	SUAVE	41,625.08	182.84	0.50	IRREGULAR	SB	52,575.17	190.95	0.54	55,921.32	193.40	0.58
276	270	3-270	SUAVE	42,018.64	292.65	0.38	IRREGULAR	SB	127,533.05	299.02	0.39	146,595.32	312.52	0.40
278	270	1-270	SUAVE	373,081.73	228.90	0.46	IRREGULAR	SB	81,820.86	232.76	0.46	94,426.36	238.38	0.50
280	270	4-270	SUAVE	117,502.30	339.98	0.37	IRREGULAR	SB	170,107.27	312.64	0.33	199,290.08	362.49	0.38
575	635	1-635	SUAVE	963,499.90	26.33	0.70	IRREGULAR	SB	946.17	24.84	0.63	941.80	24.01	0.76
575	635	5-635	SUAVE	193.15	13.35	0.58	IRREGULAR	SB	260.21	13.13	0.55	276.39	13.25	0.61
502	359	2-359	SUAVE	215,174,903.04	11,226.51	0.26	IRREGULAR	SB	235,068,454.62	12,196.89	0.27	242,103,122.83	11,901.49	0.27
853	635	12-635	SUAVE	64.97	2.52	0.81	IRREGULAR	SB	8.53	2.52	0.66	7.25	2.06	0.57
853	635	15-635	SUAVE	83.42	1.13	0.28	IRREGULAR	SB	2.81	1.27	0.31	3.13	1.39	0.35
853	635	19-635	SUAVE	80.07	1.51	0.38	IRREGULAR	SB	4.05	1.45	0.33	3.01	1.35	0.38
853	635	20-635	SUAVE	45.76	8.05	0.74	IRREGULAR	SB	79.96	7.65	0.74	79.70	7.83	0.73
853	635	2-635	SUAVE	592.56	22.95	0.20	IRREGULAR	SB	947.63	26.39	0.23	904.65	25.87	0.23
853	635	29-635	SUAVE	4.90	2.60	0.84	INTERMITENTE	SB	8.41	2.45	0.66	7.37	2.11	0.60
853	635	30-635	SUAVE	6.33	2.87	0.63	IRREGULAR	SB	9.76	2.76	0.54	10.37	2.95	0.58
853	635	36-635	SUAVE	15.40	1.56	0.41	INTERMITENTE	SB	4.24	1.54	0.38	3.15	1.38	0.41
853	635	8-635	SUAVE	89.88	2.65	0.62	IRREGULAR	SB	11.74	2.62	0.60	15.86	3.01	0.74
859	635	11-635	SUAVE	72.34	9.60	0.76	IRREGULAR	SB	109.36	8.61	0.52	108.67	7.91	0.55
859	635	13-635	SUAVE	869.63	26.30	0.75	IRREGULAR	SB	1,368.75	28.27	0.65	1,400.91	26.05	0.69
859	635	16-635	SUAVE	1,514.82	17.68	0.52	IRREGULAR	SB	756.52	20.22	0.59	713.15	20.08	0.55
925	635	3-635	SUAVE	112.49	9.60	0.76	IRREGULAR	SB	109.36	8.61	0.52	108.67	7.91	0.55
ARC	345	3-345	SUAVE	4,122.49	62.44	0.48	IRREGULAR	SB	5,519.37	63.53	0.48	7,468.08	71.85	0.59
ARC	345	1-345	SUAVE	20,304.60	194.05	0.72	IRREGULAR	SB	67,640.54	204.96	0.70	60,771.77	194.90	0.62
Total				217,568,294.13	13,461.24	13.56			236,148,338.12	14,437.42	12.42	243,221,327.17	14,207.23	13.14
									-8.54%	-7.25%	8.42%	-11.79%	-5.54%	3.08%

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores *MSE*, *MAE*, *MAPE*.

Situación 2

Utilizando el solver de Excel se hace un procesamiento para buscar la suma total de los errores que sea menor *MSE* y así tener una sugerencia de alfa y beta. Obteniendo los siguientes datos para el pronóstico de suavización Exponencial Simple: $\alpha = 0.281457$ y parámetros de alfa y beta

para Método de Holt-Winters. $\alpha = 0.285$ $\beta = 0.115$.

Errática:

Tenemos un 29% de los productos que caen en este tipo de categorización. En los cuales tenemos hasta 5 tipos de familia diferentes que caen en este conjunto y al aplicar los tres métodos de pronóstico podemos visualizar que 3 de los productos tienen demanda intermitente y 11 irregular. Al aplicar el pronóstico Suavización Exponencial Simple se puede mejorar en 69.81% el error (*MSE*) y aplicando Método de *Holt-Winters* se puede mejorar el error en 68.17% el error (*MSE*). (Gráfica 32)

Gráfica 32

Título: Error del pronóstico aplicando suavización exponencial simple y método de Holt-Winters

ITEM	FAM	PRODUCTO	Tipo	ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (MA)	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACION	BROWN MSE	BROWN MAE (MA)	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE (MA)	HOLT MAPE
272	270	6-270	ERRATICA	866,266.00	406.84	0.74	INTERMITENTE	SB	206,162.31	386.36	0.63	217,713.40	391.50	0.67
575	635	24-635	ERRATICA	2,260.62	3.46	1.20	IRREGULAR	SB	22.25	3.52	1.39	16.81	3.15	0.98
597	13B	1-13B	ERRATICA	11,174.77	109.51	1.79	IRREGULAR	SB	12,265.47	94.49	0.90	14,436.29	101.19	1.01
810	12B	1-12B	ERRATICA	2292752208.21693	75.56	3.76	IRREGULAR	SB	10,362.26	80.63	3.93	10,010.30	81.46	3.36
810	12B	2-12B	ERRATICA	6,510.25	16.57	1.33	IRREGULAR	SB	454.29	16.84	1.38	490.27	17.01	1.26
853	635	10-635	ERRATICA	281.38	7.75	1.11	IRREGULAR	SB	65.91	6.98	0.90	59.91	6.78	0.80
853	635	14-635	ERRATICA	33.89	7.75	1.11	IRREGULAR	SB	65.91	6.98	0.90	59.91	6.78	0.80
853	635	17-635	ERRATICA	27.34	7.75	1.11	IRREGULAR	SB	65.91	6.98	0.90	59.91	6.78	0.80
853	635	21-635	ERRATICA	87.15	7.75	1.86	IRREGULAR	SB	89.00	7.14	1.66	90.20	7.37	1.73
853	635	33-635	ERRATICA	12.91	4.76	1.39	INTERMITENTE	SB	27.45	4.36	1.18	25.61	4.16	0.97
853	635	35-635	ERRATICA	5.26	3.03	0.92	INTERMITENTE	SB	16.32	3.07	1.29	14.24	3.03	0.74
853	635	7-635	ERRATICA	37.88	5.95	0.73	IRREGULAR	SB	67.29	6.68	0.79	67.48	6.47	0.66
859	635	31-635	ERRATICA	114.19	9.22	0.93	IRREGULAR	SB	147.71	9.88	0.94	135.26	9.49	0.67
ARC	345	4-345	ERRATICA	33,114.54	163.06	1.78	IRREGULAR	SB	47,870.87	169.18	1.52	49,647.75	179.31	1.01
Total				ACTUAL MSE	ACTUAL MAE	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACION	BROWN MSE	BROWN MAE	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE	HOLT MAPE
				919,926.19	828.95	19.77			277,682.96	803.09	18.32	292,827.36	824.50	15.45
									69.81%	3.12%	7.32%	68.17%	0.54%	21.83%

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores *MSE*, *MAE*, *MAPE*.

Irregular:

Tenemos un 22% de los productos que caen en este tipo de categorización. En los cuales tenemos hasta 4 tipos de familia diferentes que caen en este conjunto y al aplicar los tres métodos de pronóstico podemos visualizar que 2 de los productos tienen demanda intermitente y 9 irregular. Al aplicar el pronóstico Suavización Exponencial Simple se puede mejorar en 0.47% el error (*MSE*) y aplicando Método de *Holt-Winters* se puede mejorar el error en 4.59% el error (*MSE*). (Gráfica 33)

Gráfica 33

Título: Error del pronóstico aplicando suavización exponencial simple y método de Holt-Winters

ITEM	FAM	PRODUCTO	Tipo	ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (M)	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACION	BROWN MSE	BROWN MAE (M)	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE (M)	HOLT MAPE
101	14A	1-14A	IRREGULAR	1.72	0.40	0.10	IRREGULAR	SB	1.81	0.41	0.12	1.74	0.40	0.11
502	635	1-359	IRREGULAR	5,665,826.00	1,418.38	0.30	IRREGULAR	SB	5,796,426.68	1,400.79	0.30	5,555,982.17	1,408.96	0.30
853	635	22-635	IRREGULAR	44.22	10.35	1.68	IRREGULAR	SB	136.29	9.99	1.67	131.73	10.13	1.41
853	635	23-635	IRREGULAR	78.14	2.97	1.29	IRREGULAR	SB	13.83	3.06	1.51	13.70	3.17	1.25
853	635	26-635	IRREGULAR	12,130.82	2.37	0.88	INTERMITENTE	SB	9.84	2.65	1.18	8.40	2.36	9.50
853	635	34-635	IRREGULAR	11.77	2.05	1.66	IRREGULAR	SB	6.82	2.32	2.02	4.69	2.04	0.95
859	635	18-635	IRREGULAR	1,571.82	6.29	1.77	IRREGULAR	SB	56.80	6.12	1.63	55.26	6.25	1.64
859	635	27-635	IRREGULAR	52.63	7.44	1.64	IRREGULAR	SB	76.07	7.53	5.54	68.82	7.30	1.98
859	635	28-635	IRREGULAR	37.08	2.22	2.74	INTERMITENTE	SB	10.95	2.55	2.61	10.43	2.57	22.81
859	635	9-635	IRREGULAR	173.40	4.86	0.83	IRREGULAR	SB	31.96	4.46	1.89	35.90	4.77	2.31
ARC	545	2-345	IRREGULAR	151,712.62	50.63	0.83	IRREGULAR	SB	7,616.86	52.17	1.03	7,385.92	50.88	6.61
Total				5,831,640.22	1,507.95	13.71			5,804,387.90	1,492.05	19.50	5,563,698.77	1,498.83	48.87
									0.47%	1.05%	-42.18%	4.59%	0.61%	-256.33%

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores MSE, MAE, MAPE .

Suave:

Tenemos un 59% de los productos que caen en este tipo de categorización. En los cuales tenemos hasta 5 tipos de familia diferentes que caen en este conjunto y al aplicar los tres métodos de pronóstico podemos visualizar que 2 de los productos tienen demanda intermitente y 22 irregular. Al aplicar el pronóstico Suavización Exponencial Simple se puede mejorar en -8% el error (MSE) y aplicando Método de Holt-Winters se puede mejorar el error en 3.47% el error (MSE). (Gráfica 34)

Gráfica 34

Título: Error del pronóstico aplicando suavización exponencial simple y método de Holt-Winters

ITEM	FAM	PRODUCTO	Tipo	ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (MA)	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACION	BROWN MSE	BROWN MAE (MA)	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE (MA)	HOLT MAPE
246	270	5-270	SUAVE	528,566.11	613.41	0.77	IRREGULAR	SB	531,628.25	618.08	0.74	577,261.45	659.11	0.69
272	741	1-741	SUAVE	298,924.52	171.73	0.63	IRREGULAR	SB	47,754.73	171.56	0.60	40,076.81	151.79	0.56
274	270	2-270	SUAVE	41,625.08	182.84	0.50	IRREGULAR	SB	52,529.61	191.64	0.54	48,200.36	183.95	0.49
276	270	3-270	SUAVE	42,018.64	292.65	0.38	IRREGULAR	SB	124,807.96	296.25	0.38	116,334.50	293.89	0.37
278	270	1-270	SUAVE	373,081.73	228.90	0.46	IRREGULAR	SB	81,221.72	231.22	0.46	77,499.56	217.40	0.44
280	270	4-270	SUAVE	117,502.30	339.98	0.37	IRREGULAR	SB	168,246.21	312.16	0.33	167,292.06	327.60	0.35
575	635	1-635	SUAVE	963,499.90	26.33	0.70	IRREGULAR	SB	953.14	24.90	0.63	879.68	23.23	0.54
575	635	5-635	SUAVE	193.15	13.35	0.58	IRREGULAR	SB	258.34	13.09	0.55	254.20	12.96	0.52
5D2	359	2-359	SUAVE	215,174,903.04	11,226.51	0.26	IRREGULAR	SB	234,699,298.62	12,337.42	0.27	208,903,525.45	11,050.63	0.26
853	635	12-635	SUAVE	64.97	2.52	0.81	IRREGULAR	SB	8.78	2.57	0.68	7.34	2.36	0.65
853	635	15-635	SUAVE	83.42	1.13	0.28	IRREGULAR	SB	2.75	1.25	0.30	2.60	1.22	0.31
853	635	19-635	SUAVE	80.07	1.51	0.38	IRREGULAR	SB	4.22	1.49	0.34	4.28	1.52	0.38
853	635	20-635	SUAVE	45.76	8.05	0.74	IRREGULAR	SB	81.43	7.66	0.74	83.04	7.86	0.71
853	635	2-635	SUAVE	592.56	22.95	0.20	IRREGULAR	SB	935.62	26.25	0.23	747.66	23.13	0.20
853	635	29-635	SUAVE	4.90	2.60	0.84	INTERMITENTE	SB	8.67	2.50	0.68	7.68	2.31	0.55
853	635	30-635	SUAVE	6.33	2.87	0.63	IRREGULAR	SB	9.83	2.76	0.55	11.28	2.93	0.65
853	635	36-635	SUAVE	15.40	1.56	0.41	INTERMITENTE	SB	4.41	1.58	0.39	4.48	1.55	0.38
853	635	8-635	SUAVE	89.88	2.65	0.62	IRREGULAR	SB	11.31	2.57	0.59	11.98	2.64	0.62
859	635	11-635	SUAVE	72.34	9.60	0.76	IRREGULAR	SB	112.59	8.79	0.53	108.28	8.19	0.49
859	635	13-635	SUAVE	869.63	26.30	0.75	IRREGULAR	SB	1,361.68	28.50	0.65	1,322.96	27.67	0.62
859	635	16-635	SUAVE	1,514.82	17.68	0.52	IRREGULAR	SB	761.32	20.08	0.59	755.91	20.26	0.52
925	635	3-635	SUAVE	112.49	9.60	0.76	IRREGULAR	SB	112.59	8.79	0.53	108.28	8.19	0.49
ARC	345	3-345	SUAVE	4,122.49	62.44	0.48	IRREGULAR	SB	5,398.83	62.69	0.48	6,830.67	70.31	0.52
ARC	345	1-345	SUAVE	20,304.60	194.05	0.72	IRREGULAR	SB	68,530.79	207.08	0.72	80,688.61	238.40	0.83
Total				ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (MA)	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACION	BROWN MSE	BROWN MAE (MA)	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE (MA)	HOLT MAPE
				217,568,294.13	13,461.24	13.56			235,784,043.37	14,580.88	12.50	210,022,019.11	13,339.10	12.13
								-8.37%	-8.32%	7.82%	3.47%	0.91%	10.49%	

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores MSE, MAE, MAPE.

Con la información obtenida se puede resumir que tenemos variables importantes en los pronósticos como las beta y alfa que deben ser preparadas adecuadamente para obtener pronósticos deseados y por otro lado tanto el método de Brown y Holt están dando información relevante sobre en qué tipos de demanda pueden ser utilizados pues muestran beneficios en el error comparado con su pronóstico actual.

3.6. Selección e implementación en prueba piloto

Previamente definimos e un total de 49 ensamblajes que representan el 75% de las ventas anuales y son parte de 8 diferentes familias. Los 49 productos los cuales pasaron por el proceso de categorización de acuerdo su demanda y el proceso de cuatro cuadrantes. Resultado entre ellos 11 productos constantes es decir pues presentan demanda en todos sus periodos y 37 productos son intermitentes ya que pueden presentar uno o más periodos sin demanda (Gráfica 35).

Gráfica 35

Título: Proporción de productos por familia

FAM	PRODUCTOS	%
635	32	65%
270	6	12%
345	4	8%
12B	2	4%
359	2	4%
14A	1	2%
741	1	2%
13B	1	2%
Total	49	100%

Piloto

Nota: La tabla muestra clasificación de los productos por familia y su proporción.

Para el ejercicio piloto vamos a seleccionar una familia la cual corresponde al 65% de los 49 productos previamente seleccionados. De esta manera tendremos una mayor cobertura, pero concentrado en una familia. Previamente se determinaron dos escenarios para determinar alfa y beta donde mínima el *MSE*. Obteniendo los siguientes datos para el pronóstico de suavización Exponencial Simple: $\alpha = 0.281457$ y parámetros de alfa y beta para Método de Holt-Winters.

$\alpha =$	$\beta =$
0.285	0.115

Para los productos de categorización “Irregular” Al aplicar el pronóstico Suavización Exponencial Simple se puede mejorar en 97.57% el error (*MSE*) y -44.51% (*MAPE*) aplicando Método de *Holt-Winters* se puede mejorar el error en 97.67% el error (*MSE*) y -235% (*MAPE*) (Gráfica 36).

Gráfica 36

Título: Error del pronóstico aplicando suavización exponencial simple y método de Holt-Winters a la primera familia y sus productos irregulares

ITEM	FAM	PRODUCTO	Tipo	ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (MA)	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACION	BROWN MSE	BROWN MAE (MA)	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE (MA)	HOLT MAPE
853	635	22-635	IRREGULAR	44.22	10.35	1.68	IRREGULAR	SB	136.29	9.99	1.67	131.73	10.13	1.41
853	635	23-635	IRREGULAR	78.14	2.97	1.29	IRREGULAR	SB	13.83	3.06	1.51	13.70	3.17	1.25
853	635	26-635	IRREGULAR	12,130.82	2.37	0.88	INTERMITENTE	SB	9.84	2.65	1.18	8.40	2.36	9.50
853	635	34-635	IRREGULAR	11.77	2.05	1.66	IRREGULAR	SB	6.82	2.32	2.02	4.69	2.04	0.95
859	635	18-635	IRREGULAR	1,571.82	6.29	1.77	IRREGULAR	SB	56.80	6.12	1.63	55.26	6.25	1.64
859	635	27-635	IRREGULAR	52.63	7.44	1.64	IRREGULAR	SB	76.07	7.53	5.54	68.82	7.30	1.98
859	635	28-635	IRREGULAR	37.08	2.22	2.74	INTERMITENTE	SB	10.95	2.55	2.61	10.43	2.57	2.31
859	635	9-635	IRREGULAR	173.40	4.86	0.83	IRREGULAR	SB	31.96	4.46	1.89	35.90	4.77	2.31
Total				14,099.88	38.54	12.49			342.55	38.69	18.05	328.93	38.59	41.85
								97.57%	-0.38%	-44.51%	97.67%	-0.14%	-235.08%	

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores MSE, MAE, MAPE.

Para los productos de categorización “Suave” Al aplicar el pronóstico Suavización Exponencial Simple se puede mejorar en 99.52% el error (MSE) y 11.19% (MAPE) aplicando Método de Holt-Winters se puede mejorar el error en 99.55% el error (MSE) y 15.13% (MAPE) (Gráfica 37).

Gráfica 37

Título: Error del pronóstico aplicando suavización exponencial simple y método de Holt-Winters a la primera familia y sus productos suaves.

ITEM	FAM	PRODUCTO	Tipo	ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (MA)	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACION	BROWN MSE	BROWN MAE (MA)	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE (MA)	HOLT MAPE
575	635	1-635	SUAVE	963,499.90	26.33	0.70	IRREGULAR	SB	953.14	24.90	0.63	879.68	23.23	0.54
575	635	5-635	SUAVE	193.15	13.35	0.58	IRREGULAR	SB	258.34	13.09	0.55	254.20	12.96	0.52
853	635	12-635	SUAVE	64.97	2.52	0.81	IRREGULAR	SB	8.78	2.57	0.68	7.34	2.36	0.65
853	635	15-635	SUAVE	83.42	1.13	0.28	IRREGULAR	SB	2.75	1.25	0.30	2.60	1.22	0.31
853	635	19-635	SUAVE	80.07	1.51	0.38	IRREGULAR	SB	4.22	1.49	0.34	4.28	1.52	0.38
853	635	20-635	SUAVE	45.76	8.05	0.74	IRREGULAR	SB	81.43	7.66	0.74	83.04	7.86	0.71
853	635	2-635	SUAVE	592.56	22.95	0.20	IRREGULAR	SB	935.62	26.25	0.23	747.66	23.13	0.20
853	635	29-635	SUAVE	4.90	2.60	0.84	INTERMITENTE	SB	8.67	2.50	0.68	7.68	2.31	0.55
853	635	30-635	SUAVE	6.33	2.87	0.63	IRREGULAR	SB	9.83	2.76	0.55	11.28	2.93	0.65
853	635	36-635	SUAVE	15.40	1.56	0.41	INTERMITENTE	SB	4.41	1.58	0.39	4.48	1.55	0.38
853	635	8-635	SUAVE	89.88	2.65	0.62	IRREGULAR	SB	11.31	2.57	0.59	11.98	2.64	0.62
859	635	11-635	SUAVE	72.34	9.60	0.76	IRREGULAR	SB	112.59	8.79	0.53	108.28	8.19	0.49
859	635	13-635	SUAVE	869.63	26.30	0.75	IRREGULAR	SB	1,361.68	28.50	0.65	1,322.96	27.67	0.62
859	635	16-635	SUAVE	1,514.82	17.68	0.52	IRREGULAR	SB	761.32	20.08	0.59	755.91	20.26	0.52
925	635	3-635	SUAVE	112.49	9.60	0.76	IRREGULAR	SB	112.59	8.79	0.53	108.28	8.19	0.49
Total				967,245.63	148.71	8.99			4,626.65	152.77	7.98	4,309.64	146.03	7.63
								99.52%	-2.73%	11.19%	99.55%	1.81%	15.13%	

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores MSE, MAE, MAPE.

Para los productos de categorización “Errática” Al aplicar el pronóstico Suavización Exponencial Simple se puede mejorar en 81.15% el error (MSE) y 3.98% (MAPE). Aplicando Método de Holt-Winters se puede mejorar el error en 81.5% el error (MSE) y 21.59% (MAPE) (Gráfica 38)

Gráfica 38

Título: Error del pronóstico aplicando suavización exponencial simple y método de Holt-Winters a la primera familia y sus productos erráticos.

ITEM	FAM	PRODUCTO	Tipo	ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (MA)	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACION	BROWN MSE	BROWN MAE (MA)	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE (MA)	HOLT MAPE
575	635	24-635	ERRATICA	2,260.62	3.46	1.20	IRREGULAR	SB	22.25	3.52	1.39	16.81	3.15	0.98
853	635	10-635	ERRATICA	281.38	7.75	1.11	IRREGULAR	SB	65.91	6.98	0.90	59.91	6.78	0.80
853	635	14-635	ERRATICA	33.89	7.75	1.11	IRREGULAR	SB	65.91	6.98	0.90	59.91	6.78	0.80
853	635	17-635	ERRATICA	27.34	7.75	1.11	IRREGULAR	SB	65.91	6.98	0.90	59.91	6.78	0.80
853	635	21-635	ERRATICA	87.15	7.75	1.86	IRREGULAR	SB	89.00	7.14	1.66	90.20	7.37	1.73
853	635	33-635	ERRATICA	12.91	4.76	1.39	INTERMITENTE	SB	27.45	4.36	1.18	25.61	4.16	0.97
853	635	35-635	ERRATICA	5.26	3.03	0.92	INTERMITENTE	SB	16.32	3.07	1.29	14.24	3.03	0.74
853	635	7-635	ERRATICA	37.88	5.95	0.73	IRREGULAR	SB	67.29	6.68	0.79	67.48	6.47	0.66
859	635	31-635	ERRATICA	114.19	9.22	0.93	IRREGULAR	SB	147.71	9.88	0.94	135.26	9.49	0.67
Total				ACTUAL MSE	ACTUAL MAE (MA)	ACTUAL MAPE	TIPO DE DEMANDA	CLASIFICACION	BROWN MSE	BROWN MAE (MA)	BROWN MAPE	HOLT MSE	HOLT MAE (MA)	HOLT MAPE
				2,860.63	57.41	10.37			567.76	55.59	9.96	529.35	54.02	8.13
									80.15%	3.17%	3.98%	81.50%	5.90%	21.59%

Nota: La tabla muestra clasificación de la demanda y los diferentes errores MSE, MAE, MAPE.

Con la información anterior podemos determinar que el pronóstico que minimiza el error y mejora en mayor porcentaje el pronóstico es el método de *Holt-Winters* para la familia seleccionada. La evidencia muestra que en sus tres tipos de categorización como lo son Errática, Suave e Intermitente tenemos mejores resultados entre un 81% a un 99% de mejora.

4. Exposición de hallazgos

En resumen, se han utilizado diferentes mecanismos y modelos para determinar la problemática, en conjunto con la propuesta de solución. Lo anterior utilizando la metodología *DMAIC*. Para las primeras dos etapas de definición y medición, utilizamos herramientas como el *SIPOC*, Mapas del proceso, análisis del tipo FODA, 5 puntos de vista, Pareto, *CTQ*, para definir las entradas y salidas del proceso entendiendo necesidades de clientes y proveedores, concluyendo que el objetivo es definir un proceso eficiente para pronosticar ventas.

Para las siguientes dos etapas de análisis y mejora; aplicamos metodologías de categorización de la demanda con base al método Syntetos, seleccionando una muestra representativa con base al valor de la venta y requerimiento de capacidad aplicamos modelos estadísticos para evaluar su comportamiento en el error *MSE*, *MAE* & *MAPE* obteniendo mejoras en error desde 80% a 99%. A continuación, se explican los siguientes pasos y resultados para la implementación y control.

4.1. Implementación

4.1.1. Planeación de los recursos y presupuesto

Llevar a cabo un cambio genera que se puedan tener algunas fuerzas positivas y negativas por parte de los involucrados. Por otro lado, algunos cambios en las fortalezas y debilidades del proceso. Antes de iniciar se tiene que tener consideración los recursos requeridos para llevarlos a la práctica y el presupuesto para llevarlo a cabo (Gráfica 39).

Gráfica 39

Título: Planeación de recursos y presupuesto

Concepto	Costo Total
(2) Analista de Datos	\$90,000.00 Mensual
Equipo de cómputo/Software	(Interno de la empresa/en caso de ext. a cotizar)
Entrenamiento y capacitación	\$180,000.00 Único
Infraestructura tecnológica	\$15,000.00 Mensual
TOTAL	\$285,000.00 MXN

Nota: La tabla muestra el costo total por cada uno de los rubros

4.1.2. FODA

Se procede a generar un análisis de fortalezas de debilidades del estado actual y de la situación futura con el proceso llamado “*Demand Categorization Process*”. Donde se puede apreciar que en el estado futuro hay un cambio en los factores internos, donde principalmente algunas debilidades como la falta de un proceso robusto para la proyección de ventas y el proceso poco robusto para definir la capacidad de procesos de ensamble y pruebas funcionales pasan al lado de las fortalezas. Al igual que al tener

un proceso de ventas más robusto se puede mitigar una de las amenazas que es la baja estabilidad de la demanda de los clientes.

Estado Actual (Gráfica 40):

Gráfica 40

Título: *Gráfico de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del estado actual*



Nota: La tabla muestra cada uno de los rubros del FODA.

Estado Futuro (Gráfica 41):

Gráfica 41

Título: Grafico de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del estado futuro



Nota: La tabla muestra cada uno de los rubros del FODA.

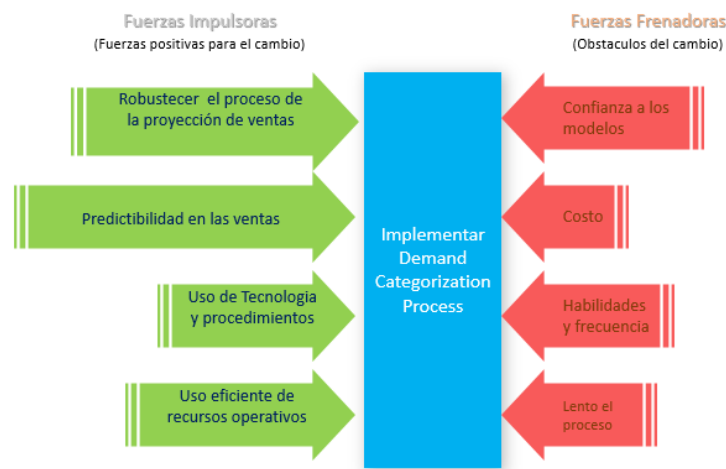
4.1.3. Análisis del campo de fuerza

Utilizando la herramienta del campo de fuerza se busca determinar la resistencia al cambio la resistencia al cambio a través de identificar las fuerzas positivas - impulsoras y las fuerzas negativas - represoras del cambio Ayudará además a encontrar los factores (internos y externos) que pueden apoyar el cambio, así como a contrarrestar los factores internos y externos que pueden estar

reprimiendo el cambio. (Escuela de Mentoring, 2019) Por otro lado, los hallazgos son que la representación lineal de las fuerzas internas y externas en las aplicaciones organizacionales de la teoría de campos (Creed, 2014). Evaluando el tener el *Demand Categorization Process* se tienen los siguientes resultados. (Gráfica 42)

Gráfica 42

Título: Análisis del campo de fuerza para implementar el proceso



Nota: La tabla muestra las fuerzas impulsoras contra las frenadoras

En resumen, se las fuerzas positivas son mayores que las negativas por lo que implementarlo se ve viable. Por otro lado, se debe ser consiente que se tendrá que trabajar en convencer a las áreas de negocios principalmente en el uso de los modelos para generar la confianza de la predictibilidad que dará a las ventas.

4.1.4.PDCA

Utilizando la información anterior se plantea esta metodología para llevar una implementación suave y eficiente. Como lo explica Deming Williams el PDCA o mejor conocido como el clico de Deming es para gestionar el clico de un cambio y no es costoso ya que sirve para superar los obstáculos internamente. (Deming, 1989)

En base a las pruebas piloto se plantea la ejecución el PDCA (Planear, hacer, revisar, actuar) de la siguiente manera:

Paso 1 – Planear: En esta sección se evaluarán los productos a los que se implementara el *Demand Categorization Process*. Tomando en cuenta la mayor contribución a ventas se definen prioridades para llevarlo a cabo. Pero a su vez es importante definir un experto o champion para realizar el análisis, en este caso lo denominamos el Analista de Datos (Gráfica 43)

Gráfica 43

Título: Prioridad 1 y 2 de los productos y familias

FAM	PRODUCTOS	%	Prioridad
635	32	65%	1
270	6	12%	2
345	4	8%	
12B	2	4%	
359	2	4%	
14A	1	2%	
741	1	2%	
13B	1	2%	
Total	49	100%	

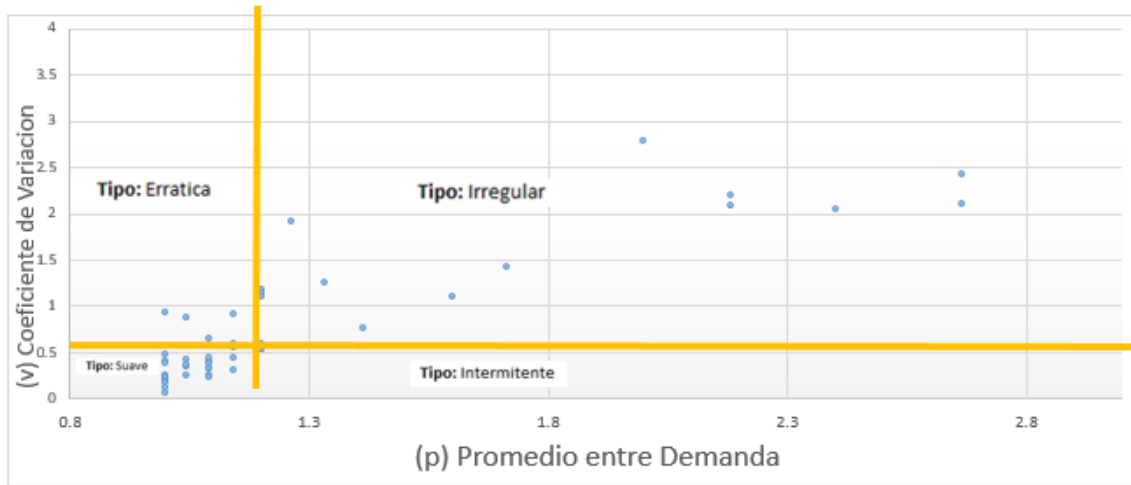
Nota: Se muestra la proporción definida como prioridad, equivalen al 77% de los productos.

Paso 2 – Hacer: se realizará el entrenamiento para que el analista de datos pueda realizar la categorización de la demanda y así definir qué pronóstico será utilizado con los datos previamente definidos.

Resultado de la categorización: (Gráfica 44)

Gráfica 44

Título: *Categorización de los productos Prioridad 1 y 2.*



Nota: Se muestra la dispersión de los productos en los cuatro cuadrantes.

Modelos a utilizar (Gráfica 45):

Gráfica 45

Título: *Tipos de demanda y pronostico*

TIPO DE DEMANDA	PRONOSTICO
ERRATICA	SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE (BROWN)
IRREGULAR	HOLT WINTER
SUAVE	HOLT WINTER

Nota: Se muestra la clasificación de la demanda y el pronóstico a utilizar

Paso 3 – Revisar: Con base a las prioridades previamente establecidas evaluar los resultados y confirmar que es viable utilizarlo como parte del plan de pronóstico de ventas. Se confirma que en la prioridad 1, aplicar los modelos de pronóstico a cada categoriza de la demanda llega a mejorar

desde un 80% el *MSE*. Cabe mencionar que en este paso llegamos a reevaluar los resultados ya que alpha y beta del modelo de *Brown* tienen que ser estimados usando solver de Excel para determinar cuál maximiza la mejora (Gráfica 46)

Gráfica 46

Título: Resultados de la prioridad

1 Prioridad 1:

FAM	PRODUCTOS	%
635	32	65%
270	6	12%
345	4	8%
12B	2	4%
359	2	4%
14A	1	2%
741	1	2%
13B	1	2%
Total	49	100%

2.Demanda Irregular –Holt - Winte

HOLT MSE	HOLT MAE (MA)	HOLT MAPE
131.73	10.13	1.41
13.70	3.17	1.25
8.40	2.36	9.50
4.69	2.04	0.95
55.26	6.25	1.64
68.82	7.30	1.98
10.43	2.57	22.81
35.90	4.77	2.31
HOLT MSE	HOLT MAE (MA)	HOLT MAPE
328.93	38.99	41.85
97.67%	-0.14%	-235.08%

3. Demanda Suave – Holt - Winter

HOLT MSE	HOLT MAE (MA)	HOLT MAPE
879.68	23.23	0.54
254.20	12.96	0.52
7.34	2.36	0.65
2.60	1.22	0.31
4.28	1.52	0.38
834.4	7.96	0.71
247.66	23.13	0.20
7.68	2.31	0.55
11.28	2.93	0.65
4.48	1.55	0.38
11.98	2.64	0.62
108.28	8.19	0.69
1.32296	27.67	0.52
755.91	20.26	0.52
108.28	8.19	0.49
HOLT MSE	HOLT MAE (MA)	HOLT MAPE
4,309.64	146.03	7.63
99.59%	1.81%	15.13%

4. Demanda Errática – BROWN

BROWN MSE	BROWN MAE (MA)	BROWN MAPE
22.25	3.52	1.39
65.91	6.98	0.90
65.91	6.98	0.90
65.91	6.98	0.90
89.00	7.14	1.66
27.45	4.36	1.18
16.32	3.07	1.29
67.29	6.68	0.79
147.71	9.88	0.94
BROWN MSE	BROWN MAE (MA)	BROWN MAPE
567.76	55.59	9.96
80.15%	3.17%	3.98%

Nota: Se muestran los resultados de mejora en el MSE al aplicar los métodos de pronóstico por cada tipo de demanda.

Paso 4 – Actuar: Al determinar que el modelo está funcionando para la prioridad uno se procede a utilizarlo como retroalimentación al área de negocios para ser utilizado en la propuesta de ventas para el siguiente ciclo fiscal. Posteriormente es iniciar el proceso con la prioridad 2 y así sucesivamente.

En resumen, utilizar esta metodología provee ciertos beneficios como proporcionar un método estandarizado para lograr una mejora continua que los empleados involucrados de cualquier departamento pueden utilizar para resolver problemas nuevos y recurrentes. Evita la pérdida de

tiempo implementando soluciones ineficaces o inferiores. Fomenta el trabajo en equipo a través de la lluvia de ideas y la resolución de problemas.

4.2. Metas de Control

4.2.1. Resultados cuantificados

Recolectando información después de las aplicaciones anteriores se pueden retomar los métricos definidos como base para evaluar la efectividad. Se tienen las siguientes líneas de base y el actual, cabe mencionar que los clientes implementado son la prioridad 1 y la prioridad 2:

1. La relación entre los compromisos al cliente y las entregas a través de los últimos meses (Ship on time). La línea base muestra que nos encontrábamos por debajo de la meta alcanzando un 85.39%. Y el estado actual muestra una mejora a 94%.
2. Se tiene histórico del plan de producción y su relación entre las entregas al área de embarque La línea base muestra que nos encontrábamos por debajo de la meta alcanzando un 89%. Y el estado actual muestra una mejora a 94% aún por debajo de la meta. El objetivo es entregar el 100% de lo planeado de producción al área de embarques.
3. Se tiene histórico del objetivo mayor que es la relación entre el pronóstico de las ventas y las ventas reales por cuarto. La línea base muestra que nos encontrábamos con un 14% de error. El estado actual es del 12% mostrando una mejora de dos puntos porcentuales.
4. En la medición de señales correctas del MRP se tiene el MRP execution. La línea base estaba en 67% y la meta es del >77%. Se tiene más controlado ya que el estado actual es del 85%.
5. En las entregas a tiempo de los proveedores es una medición para confirmar que las entregas de materia prima están acorde a los compromisos de los proveedores. En la línea base se tenía un 53% de resultado con un objetivo de 80%. El estado actual es de 64%.
6. La medición de capacidad y recursos disponibles podemos visualizar si se cuenta con el equipo necesario para satisfacer las necesidades de los clientes. Para las primeras dos fases de un producto se encontraban con una base de 123% y 90% de capacidad. El objetivo es estar por debajo del 90%. El estado actual es de 73% y 70% está en meta.
7. En la precisión del pronóstico de los clientes hacia sus consumos finales, podemos encontrar que se encontraba en una línea base del 58% lo que indica que se tienen constantes cambios entre los productos que espera consumir el cliente a inicios del cuarto, con los que al final se consumen. La expectativa y objetivo se encuentra en algo mayor del 90%. El estado actual es de 72%.

Las mediciones anteriores indican un efecto favorable y apoyan el continuar con el proyecto. Este es el resumen de la línea base y el estado actual (Gráfica 47):

Gráfica 47

Título: Resultados en las métricas clave

Indicador	Baseline	Actual	Meta	Indicador	Baseline	Actual	Meta
Customer OTD	85.39%	94%	>90%	MRP Execution	67%	85%	>77%
Plan Attainment	89%	92%	>100%	Supplier OTC	53%	64%	80%
Sales Performance	14% error	12% error	<9%	CAP Model (SMT, Middle & HLA)	SMT – 123% Middle – 90% HLA – NA	SMT – 73% Middle – %70 HLA – NA	<90%
Forecast Accuracy	58%	72%	>90%				

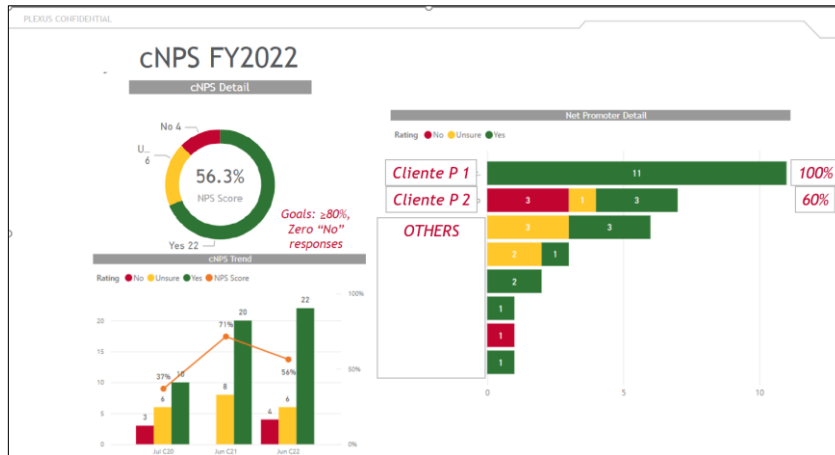
Nota: Se muestra el resultado actual en las métricas críticas

Adicional a las mediciones de base y actuales, tenemos el siguiente estado en satisfacción de los clientes con base a la encuesta anual realizada en junio del 2022. Se presenta una satisfacción del 100% en el cliente prioridad 1 donde fue implementado el proceso y en el cliente prioridad 2 se tiene una satisfacción del 60%. Donde sus principales inconformidades son áreas de oportunidad generadas por comunicación y costo. Lo que indica que el proceso apporto en la satisfacción ya que no apareció como un tema relevante los pronósticos o compromisos de venta.

La siguiente imagen muestra el resultado de la encuesta de satisfacción de los clientes (Gráfica 48)

Gráfica 48

Título: Encuesta de satisfacción de los clientes.



Nota: Se muestran los resultados de la encuesta para los clientes prioridad 1 y 2.

La siguiente imagen muestra las áreas de oportunidad identificadas por el cliente P2. Lo que confirma que las oportunidades detectadas son derivadas de comunicación u otras secciones ajenas al pronóstico de la venta (Gráfica 49)

Gráfica 49

Título: Comentarios del cliente prioridad 2.

Account Name	Description	Feedback Focus Area
Cliente P 2	struggles to proactively manage and track its suppliers, i.e. has a process, KPIs, proactively communicates and heads off issues before they impact	Meeting Commitments
	would like to see more "corporate support", particularly related to material shortages, staffing, and escalations	Strategic Engagement
	expects timely updates and proactive communication regarding delivery updates and supplier decommits.	Communication
	believes needs to do a better job managing costs rather than passing them along to us, including NREs, component pricing, and inventory investments.	Cost
	needs to be more proactive in resolving material challenges to include identifying alternate components and improving supplier management.	Meeting Commitments

Nota: Se muestran los comentarios del cliente prioridad 2 y las áreas de oportunidad

4.2.2. Controles visuales Poka – Yoke

“Los dispositivos Poka-Yoke siempre han sido considerados por las empresas de manufactura como herramientas de control y garantía de calidad para respaldar procesos y procedimientos de fabricación eficientes y efectivos. Gracias a su facilidad de uso y bajo costo, estos dispositivos ayudan a mantener altos estándares de calidad y también alientan a las organizaciones a emprender actividades de mejora continua Kaizen” (David Romero, 2022). Como lo explica David Romero en su artículo de “*Intelligent Poka-Yokes: Error-Proofing and Continuous Improvement in the Digital Lean Manufacturing World*”. A medida que incrementa la digitalización cambia las definiciones, funciones, enfoques y perspectivas de los Poka-Yokes tradicionales. Por lo tanto, se desarrolla un pokayoke inteligente basado en la estrategia y retroalimentar el error.

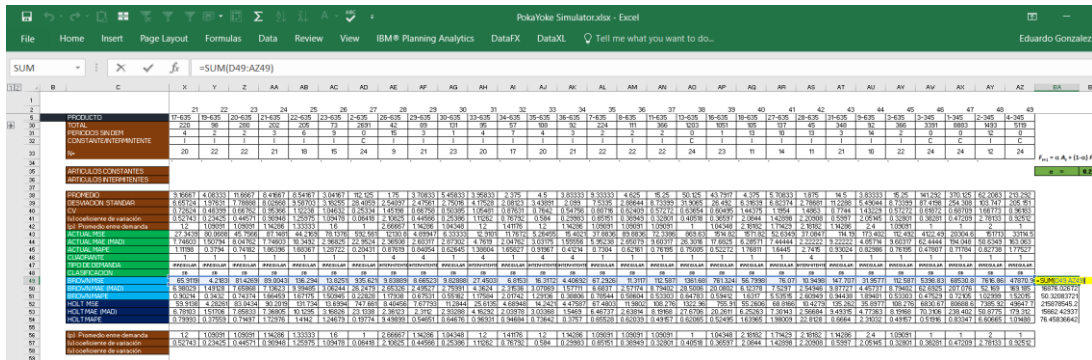
Poka – Yoke : Generador de Alpha y Beta para buscar la suma total de los errores que sea menor *MSE* y así tener una sugerencia de pronóstico en el proceso de *Demand Categorization Process*.

1. Seleccionar la tecnología de detección de Solver Excel
2. Analizar el error: Mínimo de la suma del error *MSE*

En la herramienta se visualiza cual es la celda que suma todos los errores cuadráticos medios (*MSE*) como se muestra es la celda BA49 para *Brown* y la celda BA52 para *Holt Winter* (Gráfica 50).

Gráfica 50

Título: Uso del Solver Excel



Nota: Se muestra en amarillo los errores cuadráticos medios.

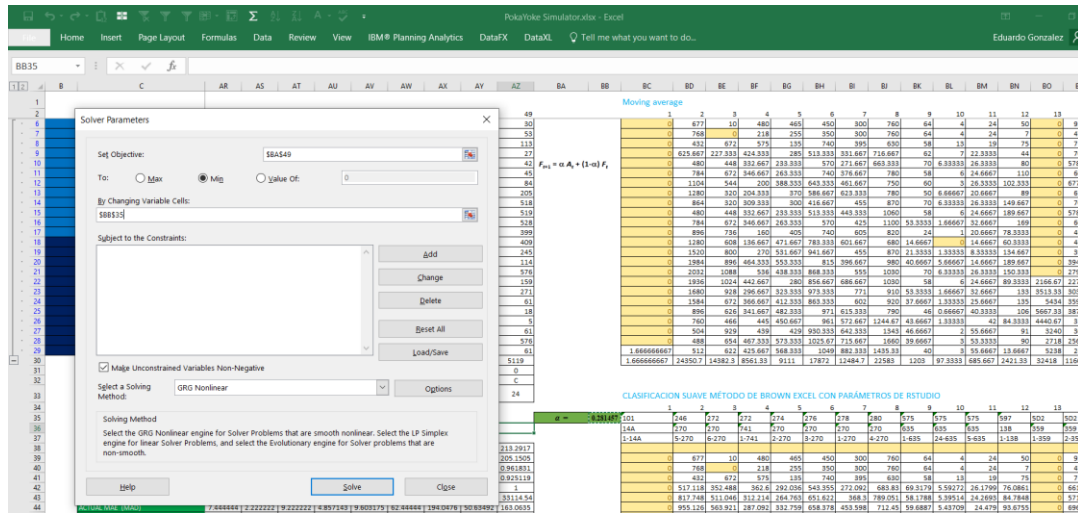
3. Determinar Causa raíz: Con base a la demanda se puede tener un error.

4. Rediseñar herramienta para tener un numero optimo: Propuesta de un nuevo *Alpha* y *Beta*.

Para la metodología *Brown* se define *ALPHA* buscando el valor que regrese el mínimo de la suma todos los errores cuadráticos medios (*MSE*) como se muestra es la celda BA49 y BB35 (Gráfica 51)

Gráfica 51

Título: Definición de Alpha y beta -Metodo Brown

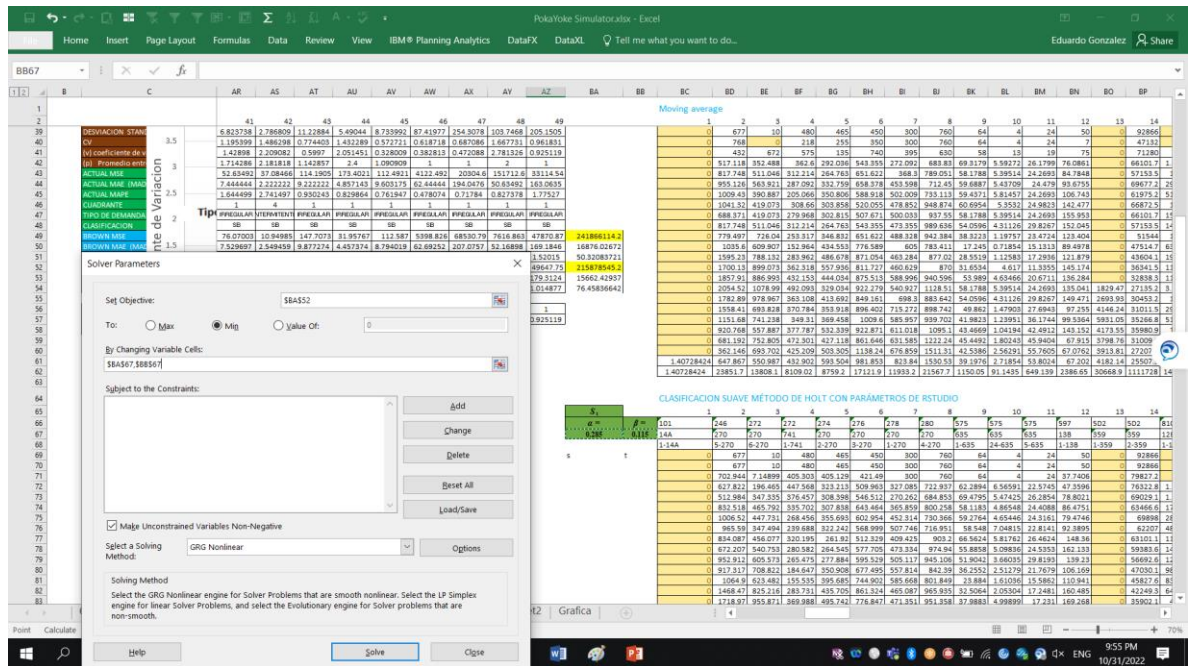


Nota: Se muestra la ejecución del solver excel buscando el menor de los MSE.

Para la metodología *Holt Winter* se define *Alpha* & *Beta* buscando el valor que regrese el mínimo de la suma todos los errores cuadráticos medios (*MSE*) como se muestra es la celda BA67 y BB67 (Gráfica 52)

Gráfica 51

Título: Definición de Alpha y beta -Metodo Holt winter



Nota: Se muestra la ejecución del solver excel buscando el menor de los MSE.

4.2.3. Estandarización de documento y proceso de operación

Este trabajo se desarrolló en un contexto durante y después de la pandemia del COVID 19. Y algo que ha sido clave para la competitividad de las organizaciones se basa en disponibilidad de producto, pero a su vez la efectividad de los pronósticos en las ventas (Dutta, 2022).

Después de evaluar los resultados obtenidos se identifica que al categorizar la demanda se puede conectar el tipo de la demanda con el modelo estadístico que mejor resultado con base al error *MSE*. Por lo tanto, en el proceso de mejora se utilizará como elemento en la instrucción del trabajo del pronóstico de ventas, el uso de los siguientes modelos de pronóstico acorde a cada categoría de la demanda (Gráfica 53):

Gráfica 53

Título: Tipos de demanda y pronóstico definidos

TIPO DE DEMANDA	PRONOSTICO
ERRÁTICA	SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE (BROWN)
IRREGULAR	HOLT WINTER
SUAVE	HOLT WINTER

Nota: Se muestra la definición del tipo de pronóstico acorde al tipo de demanda.

En el proceso operativo se incluye como un paso sistema adicional de retroalimentación para garantizar que el uso de un modelo de pronóstico pueda darle herramientas a la operación para proponer las ventas y definir estrategias para los objetivos de la organización.

El proceso se ha denominado como categorización de la demanda y consta de cuatro pasos donde funge este proceso como consultor y confirmar que el pronóstico propuesto es viable.

Paso 1: Se recibe la propuesta operativa de la venta y se categorizan los productos.

Paso 2: Se aplica el modelo de pronóstico a cada uno de ellos

Paso 3: Se compara el resultado del modelo con el propuesto previamente

Paso 4: Se realiza la propuesta para que sea considerada como una segunda opción para la estrategia financiera

Todo lo anterior se procede anclar en un mecanismo de gobierno en el proceso para asegurar su funcionalidad y aplicación.

Queda documentado en la instrucción de trabajo **13711 sección 5.6:**



13711_WI Demand
Load Process Rev_A-1

4.2.4. Capacitación y seguimiento de procesos

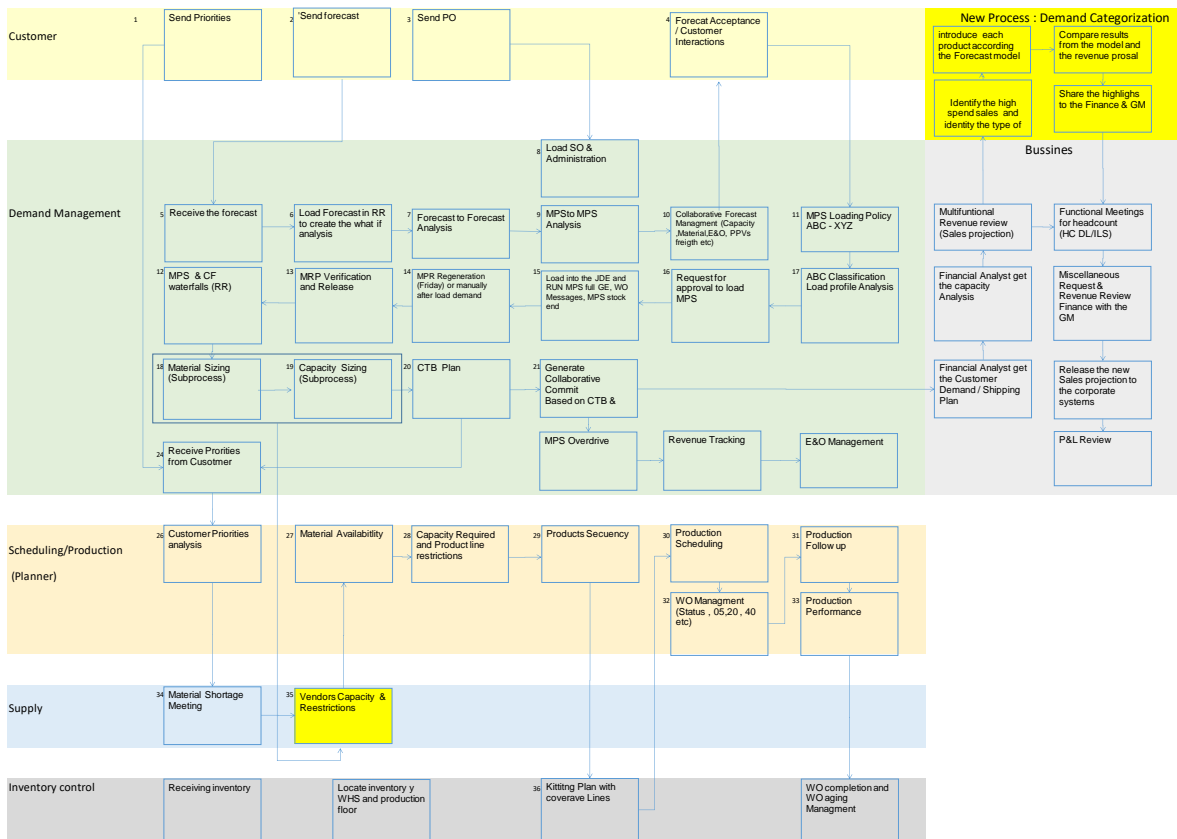
Una vez definido el nuevo proceso denominado “*Demand Categorization Process*” se establece que este sistema de control define qué tiempo de capacitación que se requiere y los ciclos de

reentrenamiento y a continuación, se muestra el mapa del proceso incluyendo el sistema de control y se establece en el proceso general o Governance del proceso de plan de ventas y operaciones (*S&Op plan*).

Nuevo Mapa del proceso (Gráfica 54):

Gráfica 54

Título: Nuevo Mapa del proceso incorporando el Demand Categorization



Nota: Se muestra el mapa incorporando el nuevo proceso.

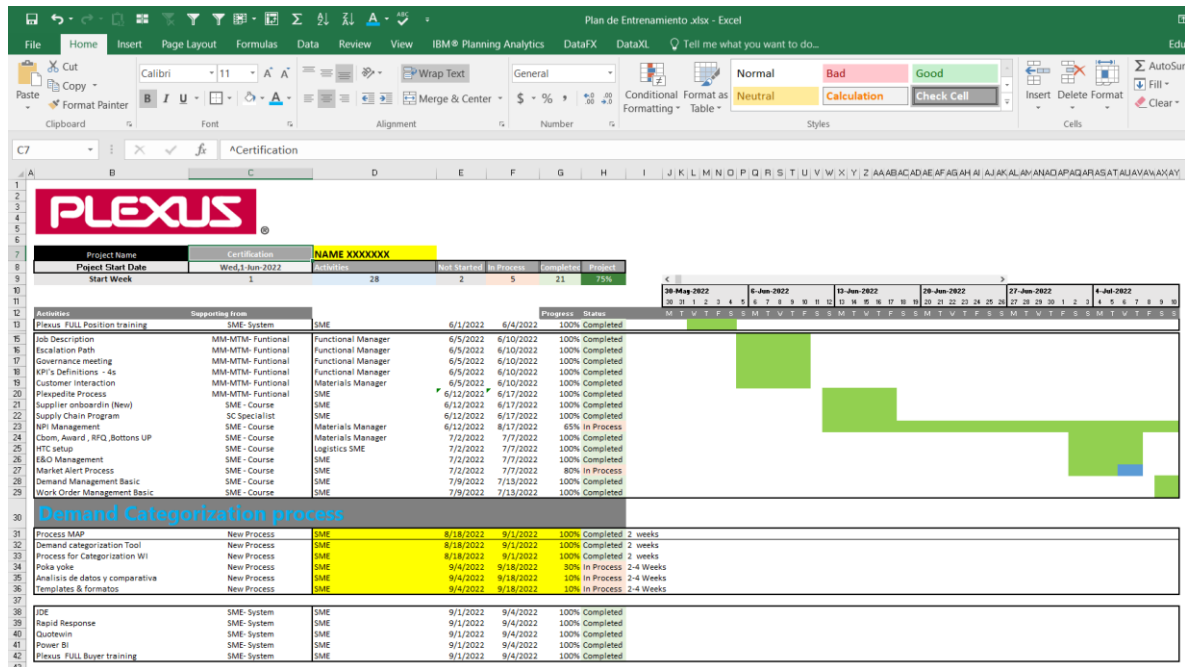
Ciclo de entrenamiento:

Se genera matriz de entrenamiento para las posiciones que estarán involucradas, toda posición tiene un arranque con los básicos requeridos y posteriormente en el específico del proceso del “*Demand Categorization Process*” se establece un plan de recurrencia para tres diferentes áreas y posiciones,

para ello se utiliza el mecanismo de control interno para entrenamientos por posición, este a su vez da información del porcentaje de entrenamiento y uso de sistemas (Gráfica 55).

Gráfica 55

Título: Plan de entrenamiento



Recurrencia	6 Meses	12 Meses	3 Meses
Departamento	Herramienta	Demand Categorization Process	Analisis resultados y del proceso
Analista de Datos	X		X
Departamento de administracion de la demanda		X	X
Departamento de Negocios			X

Nota: Se muestra el Gantt para entrenamientos y la recurrencia por departamento.

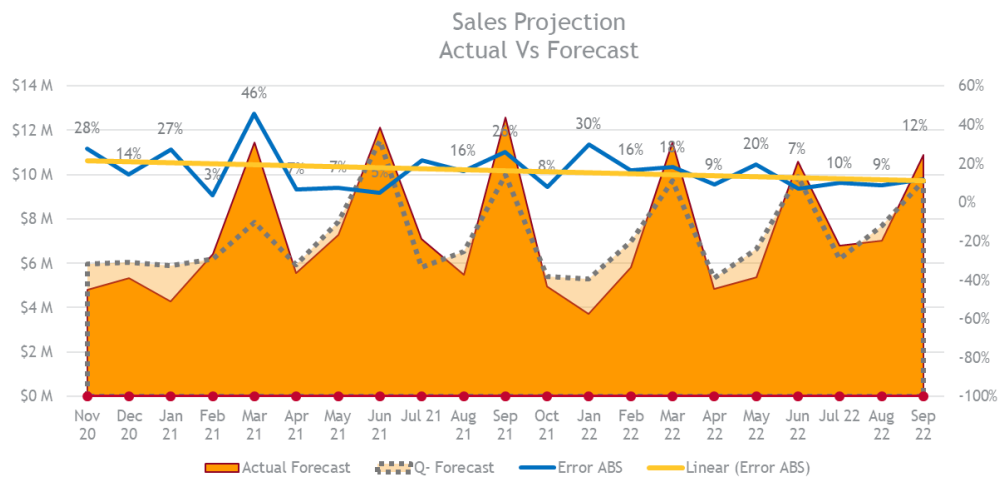
Con lo anterior se tiene el objetivo de tener los especialistas con el conocimiento técnico del proceso y su aplicación. Con los otros departamentos se tiene como objetivo puedan estar ligados en su función para el uso efectivo y dar retroalimentación constante a los analistas para permanecer en un ciclo de mejora continua. Uno de los resultados de este proyecto es que es totalmente escalable y se puede aplicar a toda la industria manufacturera o bien de otros servicios. Por lo que esta puede ser la base para un proceso efectivo en tiempos post COVID.

KPI de control:

Por otro lado, se determina que el KPI de control para la estabilización del proceso es el performance de las ventas, de esta manera se evaluó que las acciones estén afectando positivamente el porcentaje del error absoluto. El objetivo es estar por debajo del 12% del error absoluto. En caso de salirse del objetivo se debe aplicar análisis de causa raíz y aplicar el ciclo de PDCA para estabilizar y entrar en un ciclo de mejora continua (Gráfica 56).

Gráfica 56

Título: Métrico de control - Rendimiento de la venta contra su pronostico



Nota: Se muestra el resultado desde noviembre 2020 a septiembre 2022

4.3. Conclusiones y lecciones aprendidas

A continuación, se concluyen las lecciones aprendidas durante este periodo de intervención, combinado con las diferentes asignaturas que facilitaron el trabajo y dieron herramientas para concluirlo:

Gestión de un proyecto

Las gestiones de proyectos se componen de tener objetivo, objetivo medible y que se puede desgarnar en varias actividades, incluyendo algunos miembros, con recursos humanos y económicos definidos.

Para comenzar se aprendió a realizar un plan de trabajo donde se estipulan los objetivos, entregables & hitos. Donde los hitos se definen como momentos o eventos en el proyecto que se consideran importantes, técnicos, administrativos o *kill points*. Posteriormente descomponer el trabajo en paquetes de trabajo para tener entregables asociados. El nivel de incertidumbre es crítico en un contexto COVID. Al generar las ideas en las diferentes sesiones podemos poner en práctica que un proyecto se puede mover tan lejos como los límites que pongamos, de aquí la importancia de liderar un proyecto. En un proyecto se debe tener claro la diferencia entre tarea y entregables, de esta manera las tareas son parte de una idea general y los entregables darán visibilidad del avance del proyecto. Así también el Gantt del proyecto puede dar una visión Gráfica de las tareas y entregables que llevara a lo largo del tiempo.

Trabajo en equipo y liderazgo

Al final de este proyecto se reconoce que las empresas dependen de la colaboración interdisciplinaria, las jerarquías planas y la innovación continua. Además, para tener éxito las organizaciones también deben poder aprender. Por lo tanto, y utilizando el concepto aprendido en *Teaming* (Edmondson, 2012) y durante este proyecto se aprendió que la gente involucrada necesita trabajar y aprender juntos. Las implicaciones son enormes para el líder pues este se convierte en un facilitador presentando una forma nueva y flexible para que las tareas se lleven a cabo, proporcionando una visión y comprensión cruciales sobre lo que se necesita para que el trabajo en equipo funcione. El trabajo en equipo requiere que todos permanezcan atentos a las necesidades de los demás lo que implica relacionarse mejor y tomar decisiones.

Pensamiento estratégico

El termino pensamiento estratégico es recurrente en la industria y en los mecanismos utilizados para visualizar un futuro deseado, durante este proyecto se aprendió a utilizarlo a través de planear diferentes escenarios, esto como herramienta para aplicar el pensamiento estratégico en cualquier situación y a su vez describiendo en qué condiciones se pueden beneficiar. Lo que inicialmente puede parecer un escenario sombrío podría albergar las semillas de oportunidades no reconocidas. Pero esas oportunidades se pueden percibir solo si los buscas activamente. Me parece interesante como paradigmas como el hecho de creer que los modelos estadísticos, de pronósticos son de uso de áreas de mercadotecnia, pueden ser aplicados a diferentes conceptos como lo son las proyecciones de ventas. Utilizar esta herramienta puede dar una visión más amplia de las implicaciones de estar en un

estado futuro, sin olvidar el pasado y remarcando nuestros puntos ciegos. Llevarla a la práctica me parece sumamente complejo por el hecho de mantener un grupo multidisciplinario altamente enfocado por largos periodos de tiempo, pero funcional cuando hay algo estructurado como la metodología utilizada DMAIC.

Guía y reconocimiento

Después de colaborar con equipos multidisciplinarios de otros países o incluso de diferentes culturas se aprendieron que hay cuatro acciones ayudan a cultivar un entorno que fomenta los comportamientos esenciales para un trabajo exitoso. El trabajo en equipo y los buenos resultados no ocurren automáticamente. Requieren coordinación y cierta estructura para garantizar que se obtengan conocimientos de la experiencia colectiva de los miembros y se utilicen para guiar la acción posterior.

1. Acción 1: Limitar la situación para el aprendizaje.
2. Acción 2: Hacer que el trabajo en equipo sea psicológicamente seguro.
3. Acción 3: Aprender a aprender del fracaso.
4. Acción 4: Superar los límites ocupacionales y culturales

Por lo anterior se aprendió también que se debe tener presente que el éxito es cuando el plan de cumple con lo esperado o bien el objetivo definido. Los objetivos tienen que ser en una meta SMART y en paralelo reconocer el esfuerzo de los involucrados y sus equipos. En esta imagen se muestra como uno de los elementos claves fue la integración del equipo y sus *direct report*, reconocer los *early wings* en conjunto es una clave que el trabajo en equipo funcione.

Pandemia y rotación de personal

En diciembre del 2019 la organización mundial de la salud recibió información sobre una nueva neumonía presente en los habitantes de una región de China. Durante las primeras semanas de enero del 2020 el gobierno de china identificó que se propagaba de una manera extraordinaria. De acuerdo a informes preliminares en ese momento, el virus se transmite con el contacto entre personas e inmediatamente se promovieron utilizar ciertos protocolos de higiene. Por lo anterior el gobernador realizó un llamado a la población de Jalisco e indicó no salir de sus casas en una semana. La suspensión preventiva de eventos masivos de carácter social, cultural y deportivo; los filtros sanitarios

en aeropuertos, puertos y centrales camioneras; el cierre de bares, cantinas y salones de fiesta, así como los apoyos a pequeños empresarios y gente auto empleada para salvaguardar principalmente la salud, la vida de miles de personas y la economía. Lo que inicio como una semana duro por más de 24 meses. Y fue parte del contexto de este proyecto donde puso a prueba la innovación de nuestro equipo y empresa para salir adelante con los compromisos financieros, pero aún más, mantener al equipo unido. El PIB de Jalisco y México se han visto afectados por esta pandemia:

- La inversión en la industria electrónica sigue al alza en Jalisco 76M+
- Las ventas de la industria no se han recuperado (Capacidad y materia prima), aquí hay un efecto de desabasto de componentes que incluso impacto el sector automotriz.
- El empleo está creciendo, pero hay un potencial déficit de labor en Jalisco, páginas de contratación y noticias demuestran que hay una urgencia por conseguir talento en Jalisco. Lo raro es que no hay información en INDEX o en Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información.



Siguientes pasos

Después de evaluar los resultados obtenidos y entender que es un mecanismo viable, el gerente general ha instruido que en 2023 se tome el liderazgo del proyecto de mejorar la predictibilidad con enfoque a días de inventario.

Esto se convierte en una oportunidad para generar la extensión de este proyecto a un esquema regional (Gráfica 57).

Gráfica 57

Título: Proyecto para el año fiscal 2023

  					
CURRENT DATE	LEADS	REGION OR FUNCTION	PRIORITY LEVEL	STRATEGIC ALIGNMENT	OVERALL STATUS
07-Oct-2022	Eduardo Gonzalez Carlos Lopez Pinto	Guadalajara Maya	L1	Improve CTB for Azteca & Maya	■

File Message Tell me what you want to do...

Juanmanuel Jimenez  Eduardo Gonzalez

Template A3 initiative MYA Strategic Planning F23

 Example Initiatives template.pptx
2 MB

Buenas noches,

Antes que nada les agradezco su apoyo para liderar los equipos de trabajo el día de mañana.

Los resultados del slide los verán el día de mañana sin embargo les comparto el archivo que debe ser llenado por los equipos que ustedes van a liderar.

Favor de llevar sus laptop para poder trabajar sobre los templates.

Saludos.


Juan Manuel Jiménez Medina
General Manager
MAYA Site Industrial Sector
Plexus Manufacturing Solutions
Av. Guadalupe #920-C
Guadalajara Technology Park
Zapopan, Jalisco C.P. 45010

Nota: Se muestra la invitación a ser líder del proyecto del año fiscal 2023.

Este nuevo proyecto dará continuidad a los resultados obtenidos y será un buen momento para demostrar que el “*Demand Categorization Process*” puede aplicarse a proyecciones de venta y a proyecciones de inventario. A continuación, se muestra el plan de avances para el siguiente proyecto (Gráfica 58):

Gráfica 58

Título: Fechas de evaluación del proyecto 2023.

Gabriela Sanchez (CI)  Eduardo Gonzalez

F23 Initiative presentation: Team 3: Improve sales predictability and DOI

Hello

Team 3: Improve sales predictability and DOI

During F23 we will present the progress of this initiative, the assigned forum is the Kaizen Walk (Friday 12:00 pm)
In total there are 6 presentations throughout F23, however with your team you will have to continue with the work sessions.

- The presentation lasts 10 min.
- Focus should be on actions completed, benefit and impact on selected metric / Help needed
- The format to present is in the following path: [\\MAGuadData\Department\0_ Staff\Strategic Planning F23\1.- MAYA\A3 Initiatives](#)

I will send the sessions so you can have them in your calendars

Date	Team
16-ene.	Equipo 3
10-feb.	Equipo 3
24-mar.	Equipo 3
12-may.	Equipo 3
7-jul.	Equipo 3
18-ago.	Equipo 3

Thanks
Regards
Gabriela

Nota: Se muestra el plan de evaluación para el año 2023.

5. Bibliografía

- Blank, S. (2013). Why the lean start-up changes everything. *Harvard Business Review*. Recuperado el 21 de 08 de 2021, de <http://web.a.ebscohost.com.ezproxy.iteso.mx/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=f086ebdc-b98c-4bbc-b081-f38b7b7f748f%40sdc-v-sessmgr03>
- Champa, S. N. (2006). Planificacion y control de la produccion. En S. N. champa, *Planificacion y control de la produccion* (pág. 132). Mexico: Pearson. Recuperado el 16 de 09 de 2021, de <https://elibro-net.ezproxy.iteso.mx/es/ereader/iteso/74116?page=18>
- Chartered Global Management Accountan. (2021 de 01 de 01). *CGMA*. Recuperado el 26 de 08 de 2021, de Cost Transformation Model - ABC Analysis : <https://www.cgma.org/resources/tools/cost-transformation-model/abc-xyz-inventory-management.html>
- Ciscoorg. (01 de 01 de 2019). <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/internet-of-things/overview.html>. Obtenido de <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/internet-of-things/overview.html>: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/internet-of-things/overview.html>
- Corrêa, R. S. (2017). *Previsión de demanda intermitente con métodos de series de tiempo y redes neuronales artificiales: Estudio de caso*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Colombia Medellin: DYNA. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v84n203.63141>
- Creed, D. J. (2014). *Sharpening the Focus of Force Field Analysis*. *Journal of Change Management*,. doi: 10.1080/14697017.2013.788052
- Croston, J. (1972). Operational Research Quarterly,. En J. Croston, *Forecasting and Stock Control for Intermittent Demands*, (Vol. 23, págs. 289– 303). J.D. Recuperado el 26 de 08 de 2021
- David Romero, P. G. (2022). *Intelligent Poka-Yokes: Error-Proofing and Continuous Improvement in the Digital Lean Manufacturing World*. Digital Lean Manufacturing. Conference: APMS - Smart Manufacturing and Logistics Systems: Turning Ideas into Action. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-031-16411-8_68
- Deming, W. E. (1989). *Calidad, Productividad y Competitividad: la salida de la crisis*. Díaz de Santos. Recuperado el 20 de 09 de 2022, de https://gestionempresarialuts.files.wordpress.com/2014/08/calidad_productivida_d_y_competitividad_la_salida_de_la_crisis_17_to_131.pdf
- Dutta, D. (03 de 09 de 2022). *Competitive supply chain ensuring fast turn-around time, catering to rising demand, boosting profitability must for small businesses*. Obtenido de [financialexpress](https://www.financialexpress.com):

<https://www.financialexpress.com/industry/sme/cafesme/msme-logi-competitive-supply-chain-ensuring-fast-turn-around-time-catering-to-rising-demand-boosting-profitability-must-for-small-businesses/2654016/>

Edmondson, A. C. (2012). *Teaming : how organizations learn, Innovate, and compete in the Knowledge Economy*. San Francisco: Jossey Bass. Recuperado el 2022 de 02 de 06

EricssonCompany. (01 de 01 de 2019). *Ericsson*. Obtenido de Ericsson:
<https://www.ericsson.com/en/mobility-report/mobile-network-evolution>

Escuela de Mentoring. (24 de 10 de 2019). *CAMPO DE FUERZAS DE KURT LEWIN EN EL PROCESO DE CAMBIO*. Obtenido de Escuela de Mentoring:
[https://www.escueladementoring.com/herramientas/campo-de-fuerzas-de-kurt-lewin-en-el-proceso-de-cambio/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20Campo%20de,negativas%20\(represoras\)%20del%20cambio.](https://www.escueladementoring.com/herramientas/campo-de-fuerzas-de-kurt-lewin-en-el-proceso-de-cambio/#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20Campo%20de,negativas%20(represoras)%20del%20cambio.)

ExpansionMx. (29 de 10 de 2018). *Expansion*. Recuperado el 20 de 10 de 2020, de Empresarios cuestionan la legalidad de la consulta sobre el NAIM:
<https://expansion.mx/empresas/2018/10/29/empresarios-cuestionan-la-legalidad-de-la-consulta-sobre-el-naim>

GOAL PROJECT. (28 de 10 de 2019). *Series con Tendencia Método de Holt y Método de Brown*. Recuperado el 08 de 10 de 2021, de Youtube:
<https://www.youtube.com/watch?v=foxUHnvWVRO>

Gobierno de Jalisco. (01 de 10 de 2020). *Botón de emergencia*. Recuperado el 20 de 10 de 2020, de Botón de emergencia: <https://coronavirus.jalisco.gob.mx/criterios-para-la-activacion-del-boton-de-emergencia/>

Gobierno de Mexico. (01 de 10 de 2020). *Gobierno de Mexico*. Recuperado el 20 de 10 de 2020, de Gobierno de Mexico T-MEC: <https://www.gob.mx/t-mec>

GU, Y. S. (2018). Design Thinking Exploration From Three Disciplines That Influence Industry Development. *anadian Social Science*, 62-66 ; 1923-6697 ; 1712-8056. Recuperado el 21 de 08 de 2021, de
<http://cscanada.net/index.php/css/article/view/10765/11028>

Home, P. (29 de 04 de 2021). *Cómo calcular el nivel de calidad sigma de un proceso*. Recuperado el 29 de 04 de 2021, de pdcahome:
[https://www.pdcahome.com/4466/calcular-el-nivel-sigma-del-proceso/#:~:text=%E2%80%93%20Nivel%20de%20calidad%20sigma%20del,o%20reparar%20productos%20no%20conformes\).](https://www.pdcahome.com/4466/calcular-el-nivel-sigma-del-proceso/#:~:text=%E2%80%93%20Nivel%20de%20calidad%20sigma%20del,o%20reparar%20productos%20no%20conformes).)

INEGI. (20 de 10 de 2020). *INEGI*. Recuperado el 21 de 10 de 2020, de Inversión Fija Bruta:
https://www.inegi.org.mx/temas/ifb/default.html#Informacion_general

INEGI. (20 de 10 de 2020). *INEGI*. Recuperado el 20 de 10 de 2020, de Inflación anual:
<https://www.inegi.org.mx/app/indicesdepresos/Estructura.aspx?idEstructura=112>

001300030&T=%C3%8Dndices%20de%20Precios%20al%20Consumidor&ST=Inflaci%C3%B3n%20Mensual

- INEGI. (20 de 10 de 2020). *INEGI*. Recuperado el 21 de 10 de 2020, de Tablero de indicadores económicos: <https://www.inegi.org.mx/app/tablero/>
- INEGI. (01 de 10 de 2020). *Investigación, desarrollo tecnológico e innovación*. Recuperado el 22 de 10 de 2020, de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/temas/ciencia/>
- INEGI. (01 de 10 de 2020). *Nupcialidad*. Recuperado el 21 de 10 de 2020, de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/temas/nupcialidad/>
- INEGI. (01 de 10 de 2020). *Población*. Recuperado el 21 de 10 de 2020, de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/>
- innovando.org. (29 de 05 de 2015). *Los parámetros de calidad críticos (CTQ)*. Obtenido de innovando: <https://innovando.net/como-identificamos-a-nuestro-cliente-y-sus-parametros-de-calidad-criticos-ctq/>
- MINITAB. (2019). *Acerca del análisis del sistema de medición*. Recuperado el 2021 de 04 de 29, de minitab: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/measurement-system-analysis/supporting-topics/basics/about-measurement-systems-analysis/>
- Mónica Balderas, A. A. (2019). *Improving Forecasting Accuracy to Reduce Variability of Customer Service Level*. Universidad de Monterrey. San Pedro Garza García, N.L.: IEOM Society International. Recuperado el 26 de 08 de 2021
- Morales, F. C. (05 de 03 de 2018). *Invertir en I+D, solución al mundo competitivo*. Recuperado el 24 de 11 de 2020, de forbes: <https://www.forbes.com.mx/invertir-en-id-solucion-al-mundo-competitivo/>
- Pacheco, J. (15 de 08 de 2019). *webyempresas*. Recuperado el 23 de 02 de 2021, de ¿Qué es un Diagrama SIPOC y para qué sirve?: <https://www.webyempresas.com/diagrama-sipoc/>
- Placencia, I. A. (2021). *Sales Forecast for aggregate Planning : Case study of an Industrial Products company in Mexico*. unniversidad Popular Autonoma del Estado de Puebla. Puebla: Acta Logistica. doi:10.22306/al.v8i4.240
- Placencia, P. I. (2021). *Six Sigma Metodologia DMAIC Medicion del problema*. Recuperado el 29 de 04 de 2021
- PROGRESSA LEAN. (19 de 09 de 2016). *A3 Report: Herramienta Lean Manufacturing de Resolución de Problemas*. Recuperado el 18 de 03 de 2021, de progressalean.com: <https://www.progressalean.com/a3-report-herramienta-lean-manufacturing-de-resolucion-de-problemas/>
- ResearchNester. (01 de 09 de 2019). Obtenido de ResearchNester: 1. <https://www.researchnester.com/reports/internet-of-things-iot-market-global-demand-growth-analysis-opportunity-outlook-2023/216>

- RICARDO ALBERTO PÉREZ1, S. A. (2012). *APPLICATION OF FORECAST MODELS IN PRODUCTS OF MASSIVE CONSUMPTION*. Colombia: Universidad del Cauca.
- Rojas, J. L. (18 de 03 de 2021). *UV.MX*. Obtenido de Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como:
<https://www.uv.mx/iiesca/files/2012/12/herramienta2009-2.pdf>
- Sánchez, E. (24 de 03 de 2019). *Pensamiento estratégico: características y ejercicios para fomentarlo*. Recuperado el 20 de 02 de 2021, de *amenteesmaravillosa*:
<https://lamenteesmaravillosa.com/pensamiento-estrategico-caracteristicas-y-ejercicios-para-fomentarlo/>
- Secretaria de Trabajo y prevision social. (20 de 03 de 2020). *Secretaria de Trabajo*. Recuperado el 23 de 10 de 2020, de DUDAS LABORALES ANTE EL COVID-19:
<https://stps.jalisco.gob.mx/content/dudas-laborales-ante-el-covid-19>
- Softgrade. (06 de 06 de 2020). <https://softgrade.mx/mapeo-de-procesos/>. Recuperado el 15 de 02 de 2021, de <https://softgrade.mx>: <https://softgrade.mx/mapeo-de-procesos/>
- Sydle. (15 de 12 de 2021). *Ciclo PDCA: ¿cuáles son los pasos y cómo funciona? Conoce algunos ejemplos*. Obtenido de SYDLE: <https://www.sydle.com/es/blog/ciclo-pdca-61ba2a15876cf6271d556be9/>
- Syntetos, A. a. (2001). On the bias of information estimates. *International Journal of Production Economics*, págs. 457-466.
- VIDAL, C. (2003). *Fundamentos de gestión de inventarios*. Universidad del Valle.
- Warner, J. (02 de 11 de 2018). *ResourcesAltium*. Obtenido de ResourcesAltium:
<https://resources.altium.com/pcb-design-blog/design-survival-guide-in-a-world-of-parts-shortages>