



Universidad de Panamá

Facultad de Ingeniería



Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos

Sistemas Integrados de Gestión como Estrategia de Optimización
Organizacional Sinérgica

Proyecto de Tesis

Elaborado por:

Julián José Ow Young Gutiérrez

8-864-900

Profesor Asesor

MSc. Ing. Ernesto Barberena

Trabajo de Graduación para optar por
el Título de Ingeniero Industrial con
énfasis en Auditoría y Gestión de
Procesos

Panamá, Julio del 2022

Agradecimientos

A Dios, Todopoderoso, por ser quien me da el aliento de vida, la fuerza, el conocimiento y la capacidad para poder ahondar en razonamientos complejos y me ha permitido llevar a cabo este trabajo.

A mi madre, gracias a su apoyo incondicional, por ser mi guía y fuerza. Sin ella tantas cosas no hubieran sido posibles.

A la profesora, Ing. Anarcellys Alfaro, por su apoyo y por ayudar a fomentar ese pensamiento, que ayuda a crear conciencia sobre la necesidad de ser un Ingeniero más humano, un agente de cambio para el servicio de la sociedad.

A mi profesor asesor, el ingeniero Ernesto Barberena, por el gran apoyo brindado y por toda su gestión para la sustentación y desarrollo de este proyecto de investigación.

Al profesor Rubenad Rivera, gracias por esas palabras de aliento dadas en las aulas de clases: “No sean ustedes quienes se cierran las puertas! en caso tal, que sean a ustedes a quienes se las cierren, pero no ustedes a sí mismos”. Palabras que me han ayudado a dejar de infravalorar mi potencial. Palabras que también le he compartido a otros.

Al profesor Ing. Paul Pérez, por su calidad humana y por ayudar a fortalecer ese componente diferenciador profesional y personal, la humildad.

Al profesor Ing. Jorge Martínez, por ayudar a fortalecer el pensamiento ingenieril en mí y en varios colegas.

A todos los docentes, ingenieros y otros profesionales que, a lo largo de su enseñanza o convivencia, me han ayudado a forjar los conocimientos que me han permitido desarrollar este Proyecto investigativo. A todas las personas que, de una forma u otra, me brindaron su apoyo o aportaron conocimientos, que a su vez han hecho posible llevar a cabo este Proyecto de Tesis.

¡Este trabajo es gracias a todos ustedes!

“Y esta es la confianza que tenemos en Él, que, si pedimos alguna cosa conforme a su voluntad, Él nos oye”. 1 Juan 5:14

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Dedicatoria

A mi Madre, a quien dedico en primera instancia este trabajo.

A mis hermanos Xavier y Cybill.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Indice

<i>Introducción</i>	6
<i>Marco Teórico</i>	9
Suboptimización Organizacional	9
Caso de Marketing, Ventas y Cadena de Suministro.....	10
Aporte ISO.....	10
<i>Desambiguación</i>	12
Sistema Integrado de Gestión	12
¿Qué no es?.....	13
Tipos de Sistemas	13
<i>Marco Regulatorio – Marco de Referencia</i>	13
Acuerdos de Nivel de Servicio	14
<i>Implementación</i>	16
Análisis del Contexto	16
Análisis de Brecha / Gap Analysis	17
Relevancia	17
Implementación de Gap Análisis	17
Planificación Estratégica	17
Alineamiento.....	18
Coordinación.....	18
Efectividad.....	19
Dirección Estratégica	19
Uso del Enfoque Basado en Procesos	20
<i>Herramientas de Medición</i>	22
Analítica Descriptiva - Diagnóstica	24
Analítica Predictiva	24
Analítica Prescriptiva	25
Métodos de Pronósticos Objetivos	31
Estadística Descriptiva para la Demanda Futura, basada en Datos Pasados	34
<i>Notación para las Predicciones de Escenarios Futuros</i>	36
Implementación de KPI's	45

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Reestructuración de KPI's	46
<i>Modelos Matemáticos para La Toma De Decisiones</i>	47
Planificación.....	47
Formulación de un Modelo.....	48
Simulación.....	60
Tipos de Simulación	61
Análisis de Modelos	63
Optimización Estocástica	63
<i>Evaluación del Sistema</i>	66
Análisis de Sensibilidad	66
Análisis Posóptimo	66
Acciones Preventivas	67
Acciones Correctivas	67
<i>Recomendaciones</i>	68
Modelo de Gestión Ideal.....	68
Supuesto Ideal.....	68
<i>Conclusiones</i>	70
<i>Bibliografía</i>	72

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Introducción

La presente investigación trata sobre la Propuesta de Implementar el Enfoque sistémico para trabajar en las organizaciones bajo un Sistema Integrado de Gestión, como una metodología de trabajo que permita resarcir y en su máxima expresión solucionar la problemática de cuellos de botella dentro de las Organizaciones. Con el objetivo de encausar de manera concatenada los esfuerzos interdepartamentales y multidisciplinarios, para el cumplimiento de los Objetivos Organizacionales.

Esta investigación es de tipo cualitativa, cuantitativa y se encuentra fundamentada por el método de análisis de datos secundarios, cuyo propósito es el de lograr establecer un punto de inicio, dentro de una hoja de ruta, **que a su vez permita trazar una ruta crítica**, para lograr el cumplimiento de múltiples requisitos establecidos bajo un marco de referencia, que a su vez permita dimensionar una serie de restricciones dentro del sistema, **que en muchos de los casos se encuentran establecidas y descritas en términos de** los acuerdos de nivel de servicio, para así llevar de la manera más efectiva las operaciones y proyectos organizacionales dentro de los ecosistemas de negocio organizacionales y de esta forma lograr la tan deseada sinergia dentro de las organizaciones.

Uno de los escenarios más comúnmente observados a nivel Organizacional son las restricciones impuestas por parte de departamentos, que, por el cumplimiento del marco regulatorio, accionan mecanismos para delimitar riesgos y el impacto, producto de las operaciones de otras áreas de la organización. Como es el caso de las restricciones impuestas por finanzas, las cuales comúnmente se observan en múltiples organizaciones en términos del presupuesto disponible para la realización de diferentes actividades. Pero ¿A qué se debe esta restricción? o bien dicho qué impacto ayuda a mitigar, o cuáles riesgos logra gestionar contemplar y aplicar este marco regulatorio, que por momentos pueden encontrar tan restrictivo otros departamentos?

Optimizar un proceso haciendo uso de uno de los recursos de la organización como es en este caso, el dinero, específicamente una mayor cantidad de dinero del establecido en un presupuesto puede aportar una mejora en diferentes escalas, dependiendo del grado de relevancia de los factores comprendidos dentro de la unidad de negocio en particular, que lo solicita. Pero cómo esta mejora logra realmente impactar a una organización a nivel global, es el enfoque que se debe tomar. Así se podrá entender mejor la postura referente a las restricciones establecidas, en el caso mencionado por parte de finanzas en términos del presupuesto que pueden otorgar y continuando el caso mencionado de finanzas, ciertamente un aumento en el presupuesto con el que cuenta un área de la organización sea el caso de ventas, puede beneficiar a ventas, pero afectar a cadena de suministro, o viceversa.

Es por esta razón que se está ante una necesidad de trabajar de manera coordinada, para lograr gestionar efectivamente y de manera concatenada las actividades que impactan de manera

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

directa e indirecta a múltiples organismos, dentro del ecosistema, que a su vez encierra a el Sistema Organizacional.

Para de esta forma lograr mitigar el impacto de cómo la optimización de un proceso en una determinada unidad de negocio puede afectar el rendimiento a su vez de otra unidad. Como optimizando un sistema o proceso, se termina por empeorar otro. Dicho de otro modo, y cabe mencionar, cómo eliminar un cuello de botella puede llegar generar otro.

De esta forma se llegó a un concepto conocido como el óptimo de Pareto, el cual establece que: “óptimo de Pareto define toda situación en la que no es posible beneficiar a una persona sin perjudicar a otra”. (Gil, 2015).

Que en este caso, este concepto de persona, no se limita a un individuo, sino que incluye a una o varias unidades de negocio, departamento(s) u otras partes interesadas. Por lo que la búsqueda de la implementación de esta metodología de trabajo es desplegar una estrategia que propone reducir la Suboptimización Organizacional, por medio del trabajo coordinado de las diferentes partes interesadas, para el desarrollo de diferentes procesos en distintos niveles organizacionales y pertinentes a cada unidad de negocio.

Una estrategia de comunicación empleada comúnmente por varias organizaciones es la de reuniones sobre planificación estratégica, en la cual las cabezas departamentales (directores, vicepresidentes, presidentes) de distintas áreas de negocio, se reúnen con el fin de establecer parámetros que encausen el cumplimiento de los objetivos de todas las áreas de la organización, sin entrar en el detrimento de las otras o de mitigar, en la mayor forma posible, el impacto que se realiza sobre otras áreas del negocio, producto del ejercicio de las funciones inherentes de una Unidad de Negocio.

De aquí estriba la necesidad de un enfoque basado en procesos, en el que la organización debe manejarse de forma sistémica, como un todo y no evitar ese enfoque micro por unidades interdepartamentales con poca o sin ninguna conexión por momentos, ya que, de esta pobre comunicación, devengan resultados desenfocados, inefectivos en cuanto al rendimiento global concierne. Este rendimiento global tiene una incidencia directa sobre cada unidad interdepartamental del negocio.

Este trabajo no pretende establecer un orden específico, sino el de apoyar en el dimensionamiento del contexto, para a partir de este establecer un plan de acción, ya que no puede existir un solo orden, al ser el contexto organizacional tan variado de mercado a mercado, de rubro a rubro, de empresa a empresa, incluso en empresas que se manejan dentro del mismo mercado, las limitantes, los condicionantes del sistema, variarán enormemente producto del Ecosistema Organizacional, Diseño de Procesos y un número considerable de variables. Lo que este trabajo busca es sugerir una forma de pensar, para que a partir de realizar diferentes razonamientos apoye en el proceso de establecer una hoja de ruta, para así posteriormente poder aplicar diferentes metodologías, para alcanzar la optimización organizacional.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Marco Teórico

Suboptimización Organizacional

Las organizaciones tradicionalmente se encuentran estructuradas por medio de una jerarquía vertical departamental, subdividida a su vez en distintas unidades de negocio producto de la especialización y el enfoque particular al proceso, abordado dentro de estas unidades de negocio, suele dársele mayor importancia por parte de las personas que dirigen estas unidades, a las funciones per-se realizadas por estas unidades de negocio, más que al impacto que ellas tienen sobre el usuario final y otras partes interesadas, que a su vez incluyen todo el ecosistema organizacional. Lo cual se traduce en un menor rendimiento global, por la búsqueda del cumplimiento de objetivos en una unidad de negocio, que no se encuentran alineados con los objetivos globales de la organización

producto de esta falta de comunicación entre diferentes departamentos, que a su vez se traduce en una mala gestión de recursos organizacionales, lo cual impacta de manera negativa el rendimiento global organizacional. Por lo que es necesario la elaboración de mecanismos que permitan regular la forma, en la que diferentes unidades de negocio pueden trabajar de manera interconectada, para lograr una macro-optimización sinérgica organizacional. Logrando de esta forma, encausar los esfuerzos de manera interdepartamental hacia los mismos objetivos organizacionales.

Un ejemplo de esto es que haya un número de Órdenes de un producto vendido, pero no se realizó la verificación previa de contar con el stock correspondiente en inventario. Aquí se observa una falta de comunicación entre Ventas y la información provista en el Sistema por parte de Gestión de Órdenes, que a su vez debió en primera instancia verificar que se encontrasen estas unidades de producto en Stock, previo a que se hayan completado las órdenes. Esta ausencia de producto no permitirá cumplir con los tiempos de entrega esperados por los clientes, causando un incumplimiento en los acuerdos de nivel de servicio.

Otro escenario devengado de esta falta de producto es que, de ser una venta a una escala más grande, se fuerce a fabricar y a producir más, fuera de los plazos estipulados. A su vez esto devenga que por falta de planificación y comunicación con fábrica, que no sea posible cumplir con esta producción extra, producto de la Capacidad Instalada de la Planta de Producción. Entonces se está ante un escenario en el que aun con el plan de contingencia de sobre producir a último momento, no se es capaz de lograr satisfacer la demanda requerida del producto, incurriendo en una menor rentabilidad por parte de la empresa. Lo que a su vez genera el descontento de los clientes, consumidores y posteriormente estos a su vez se pueden convertir en detractores. Perdiendo así la organización competitividad, rentabilidad, decayendo dentro del mercado por comprometerse a cumplir con obligaciones de tipo contractuales, sin tener el respaldo para afrontar dichos compromisos.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Caso de Marketing, Ventas y Cadena de Suministro

Se incurre en maximizar una campaña de Marketing, que, a su vez, impulsa las ventas de un determinado departamento de una Organización, pero producto de la optimización desmedida en las campañas de Marketing, se superó el presupuesto disponible para la ejecución de un determinado mes, incurriendo en un déficit, que, si bien es cierto, posteriormente es recuperado producto del superávit de las ventas generadas en la organización. Lo cual a su vez impacta y desequilibra el funcionamiento de otras áreas como el departamento de logística, incrementando costos asociados al presupuesto operacional de esta área, creando pérdidas en otros departamentos, con los que a su vez se incurre en pérdidas a futuro, producto de la falta de integración al momento de tomar una decisión que afectó el presupuesto organizacional global.

De aquí se puede comprender porque, es necesario que una organización se rija bajo un sistema integrado de gestión.

Aporte ISO

Se encuentra el pensamiento que establece que las necesidades y la satisfacción de los clientes son evaluadas y provistas por las organizaciones sin necesidad de la implementación de una Norma ISO.

Es un error creer que la certificación ISO es carente de utilidad y solo se trate de un reconocimiento organizacional, para la prestación de los productos o servicios por parte de la empresa. Cuando esta tiene un valor añadido muy por encima de un simple reconocimiento, o filosofía, sino que a su vez permite entablar un marco de referencia, para que, a partir de este, se logre tener mejor visibilidad de hacia dónde se pueden enfocar los esfuerzos de trabajo, para de esta forma ser capaz de optimizar múltiples áreas de un negocio.

El aseverar que una certificación ISO es carente de otra utilidad, es similar al hacer la analogía de que un título universitario, es un simple sinónimo de un estatus académico, sin ver más allá de todo el conocimiento, filosofía, disciplina que este conlleva y que como herramienta de trabajo a su vez permite desarrollar.

Por consiguiente, es apropiado reconocer que la certificación ISO es un paso muy importante por llevar a cabo, para la mejora continua en la competitividad organizacional. Pero, que ella a su vez no dictaminará que efectivamente se logre la mejora continua a nivel organizacional.

Cabe reiterar que este paso, en sí mismo no garantiza el cumplimiento de altos estándares de desempeño organizacional, de acuerdo con lo que se encuentra estipulado por la norma. Que es en sí el propósito de la implementación de estos marcos regulatorios, para la realización de productos y servicios. Lo que puede sonar irónico, pero es producto del incumplimiento del marco de referencia que establece la norma, luego de haber sido realizada la implementación de esta.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Lo que la hace muchas veces carente de un valor añadido, al ser implementadas, en muchas ocasiones, exclusivamente con el propósito de hacer el llamado a un estándar, frente a una imagen presentada ante los clientes y ante otras empresas, la competencia. A manera de Branding, pero carente de un valor actual en el cumplimiento de los requerimientos establecidas por las mismas a nivel organizacional.

Variables:

- Optimización
- Sub-Optimización
- Óptimo de Pareto
- Marco Regulatorio
- Acuerdos de Nivel de Servicio

Desambiguación

Sistema Integrado de Gestión

Un Sistema Integrado de Gestión (SIG) combina todos los aspectos de los sistemas, procesos y estándares de una organización en un sistema inteligente. Esta fusión permite a una empresa optimizar la gestión de sus procesos, ahorrar múltiples recursos y producto de ir continuamente en hacer el mejor uso de sus recursos, aumentar la eficiencia, siendo en primera instancia la organización, eficaz y de esta relación existente entre la eficacia y la eficiencia, lograr la efectividad, dicho de otro modo, otorgar un valor añadido, o bien crear valor. Permitiendo lograr una sinergia organizacional, al abordar todos o la mayor cantidad de los elementos existentes dentro del sistema de gestión como un conjunto integrado.

$$Efectividad = \frac{Eficiencia}{Eficacia}$$

Un Sistema Integrado de Gestión es todo sistema de gestión organizacional que realiza su toma de decisiones a nivel estratégico y que de igual forma realiza sus procesos operacionales y de apoyo en un marco coordinado, en el que se procura en la mayor medida que toda acción se encuentre concatenada en pos del rendimiento óptimo y el alcance de los objetivos Organizacionales, sin perder de vista el cumplimiento de las restricciones organizacionales.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

¿Qué no es?

No confundir con el enfoque propuesto por parte de las Normas ISO de los Sistemas Integrados de Gestión, que normalmente se representa en la integración de las Tri-normas ISO, de Calidad ISO 9001, Ambiente ISO 14001 e ISO 45001 Seguridad y Salud Ocupacional. De este planteamiento por parte de la ISO se le otorga una Sinergia a una Organización, en términos del cumplimiento de los requerimientos exigidos por estas normas, sin embargo, no necesariamente con esto una organización se encuentra alcanzando la sinergia en términos de su desempeño.

Tipos de Sistemas

Push & Pull

Los sistemas Pull (Jale) inician la producción o prestación de un servicio como la respuesta detonada por la demanda presente, mientras que los sistemas de Push (Empuje) inician la prestación de un servicio o la producción anticipándose a la demanda futuro de los mismos. En un sistema de pull, las actividades son realizadas en respuesta por la demanda actual de la prestación del servicio o producto terminado, mientras que, en el caso de un sistema de empuje, la producción es inicializada independientemente de la demanda.

Entendiendo estos dos conceptos, es posible ver a simple vista que el enfoque más inteligente es adoptar una postura mixta, en la que se adopta de manera intercambiada ambas posturas de acuerdo con los diferentes escenarios observados, o bien se toman de manera simultánea estrategias y tácticas pertinentes a ambas.

Marco Regulatorio – Marco de Referencia

Para el éxito de un Sistema Integrado de Gestión, es clave un marco de referencia, que muchas veces se representa a través de las limitantes que presenta la organización en términos de sus restricciones, las cuales se perciben muchas veces como obstáculos propuestos por parte de la alta gerencia. En vez de ser obstáculos como muchas veces solemos visualizarlos, resultan ser muchas veces y suelen convertirse en los peldaños que permiten alcanzar el éxito, producto de su poderoso y positivo impacto dentro de la eficiencia de los sistemas Integrados de Gestión y por ende, permiten alcanzar los objetivos organizacionales.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Pero cuál es el poderoso impacto que puede tener un marco regulatorio, cómo es que algo que muchas veces se convierte en algo tan restrictivo para realizar las operaciones y proyectos de un negocio u organización sea lo que posteriormente permita el desarrollo de estas operaciones y/o proyectos, es algo tan contradictorio.

La razón de esto es que a partir del marco regulatorio se establecen límites que es saludable para la organización no trasgredir, por el impacto que estos límites, ya sea positivo o negativo que pueda tener superar los límites. Es entonces a partir de estos límites posible delimitar por dónde proceder y así somos capaces de no salirnos del camino trazado. Su impacto en el éxito estriba en que, a partir del marco regulatorio, se establecen los límites de control para la realización de las operaciones, a partir de estos límites se proceden a establecer las diferentes estrategias para lograr alcanzar los objetivos organizacionales, que siempre deben ir de la mano con el marco regulatorio. Es necesario evaluar múltiples factores y escenarios para así determinar los mejores métodos por los cuales optar para desarrollar posteriormente Planificaciones Estratégicas acordes con el marco de referencia, de esta forma lograr una sinergia global dentro del sistema.

El no contemplar el marco regulatorio al momento de la toma de decisiones, puede devengar en un impacto altamente destructivo para el desarrollo de las operaciones organizacionales. Razón por la cual es menester, siempre tomar en consideración este marco, para cada planificación, ya sea por un impacto negativo en términos de presupuesto o del manejo de personal, factor tiempo entre muchas otras cosas.

Por lo que nuevamente es prudente considerar este marco regulatorio, como un aliado estratégico que permite impulsar a la organización y no un limitante que no permite desarrollar las operaciones y / o proyectos.

Acuerdos de Nivel de Servicio

Como es bien sabido, los Acuerdos de Nivel de Servicio (ANS) determinan entre un proveedor de un determinado servicio y el cliente, el nivel de la calidad asociada al servicio prestado. Estos acuerdos deberán ser debidamente estudiados, por la organización previo a la implementación de estos dentro de un contrato, para a partir de estos proceder a tomar una decisión que permita el desenvolvimiento organizacional dentro de un marco de referencia que sea óptimo, para el desenvolvimiento de los procesos organizacionales dentro del Sistema Integrado de Gestión.

Criterios

Criterios de factibilidad: son requerimientos inherentes para corroborar la viabilidad en el cumplimiento de una solución propuesta o las distintas soluciones propuestas, para un determinado proyecto. Son los criterios de factibilidad los determinantes para hacer de la solución propuesta por un modelo una realidad o estos mismos caracterizarán a una propuesta como una solución ideal, pero carente de los elementos para llevarla a la realidad presente. Es por esta razón que este criterio dictaminará la evaluación de múltiples estrategias y, por ende, en la toma de decisiones, aportando las bases para el planteamiento en general. Así como la columna vertebral en los humanos nos proporciona el soporte estructural al tronco, de igual forma también le otorga igualmente protección a la médula espinal y de esta unión para los músculos de la espalda. De la misma forma el/ los criterios de factibilidad crearán la estructura sobre la cual se apoyarán las decisiones organizacionales y determinará la viabilidad de las hojas de rutas tomadas.

*Son estos pilares los que dictaminarán la viabilidad para el desarrollo de todas las actividades y procesos de un proyecto o para el desarrollo de las operaciones en general de cualquier organización, regida dentro de un Sistema Integrado de Gestión. (SIG)



Figura 1: *SIG (Sistema Integrado de Gestión)*

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Implementación

Análisis del Contexto

Es requerida una evaluación exhaustiva dentro del contexto organizacional, ya que de un análisis pobre del contexto organizacional, suelen devengarse múltiples escenarios poco reales sobre las posibles soluciones a diferentes problemáticas observadas, o también producto de una mala evaluación del contexto organizacional, suele incurrirse en que se identifican apropiadamente diversos factores como incidencias directas, pero suelen obviarse múltiples factores que realmente incurrir en incidencias indirecta sobre el rendimiento global de los procesos, que terminan repercutiendo y visualizándose en muchas formas. Como en la forma de múltiples horas de trabajo perdidas, presupuesto invertido perdido, uso inadecuado de los recursos en general.

Por esta razón, estriba la importancia de realizar un análisis exhaustivo para de esta forma, tener claridad sobre:

- La Problemática Abordar *Evaluación de múltiples escenarios y las posibles soluciones a ellos.
- Los objetivos a los cuales apuntar
- De los objetivos entonces devengará un alcance, que a su vez debe abordar.
- La ruta que trazar para alcanzar estos objetivos (Hoja de ruta, diferentes metodologías para alcanzarlos, planes de acción)

Puntos de Dolor (Pain points)

De acuerdo con los puntos de mayor relevancia que se levanten, se tocarán puntos de mejora, puntos clave, se llegarán a puntos que afligen el rendimiento organizacional (pain points), es posible aseverar que en ocasiones las mejoras interdepartamentales, en este caso pueden estar sujetas a múltiples escenarios que pueden distar desde un pequeño ajuste organizacional, que está impactando a nivel macro, múltiples áreas del negocio. Así como un ajuste mayor y gradualmente, a nivel macro que sea el responsable de pérdidas a una mayor escala dentro del ecosistema organizacional.

Estos puntos pueden ser resaltados a partir de diferentes KPI's que permitan a su vez visualizarlos, para comprender con mayor facilidad y rapidez el impacto que han tenido, tienen y tendrán en el desarrollo de las diferentes operaciones, procesos y proyectos organizacionales.

Análisis de Brecha / Gap Analysis

El Gap Analysis, en español Análisis de la Brecha, es una evaluación del rendimiento actual con el propósito de identificar y después comprender efectivamente el estado actual en donde se encuentra la organización, para así posteriormente decidir hacia dónde se desea llegar.

Algunas de las preguntas más acertadas que pueden surgir para evaluar este tema contextual:

- ¿En dónde nos encontramos?
- ¿Hacia dónde queremos llegar?
- ¿Cómo llegamos ahí?

Relevancia

Componentes

El proceso de Gap análisis puede simplificarse dentro de cuatro componentes:

- Estado Actual
- Estado Futuro (Propuesto)
- Gap (Abismo)
- Mejora

Implementación de Gap Análisis

De manera simplificada los pasos a seguir para la implementación de este análisis:

- Decidir el objeto de estudio, qué se va a analizar
- Determinar los métodos para evaluar la situación actual. *¿Cómo aseverar que esto efectivamente tendrá un impacto?
- Registrar todos los factores y atributos que de una forma u otra incidan (Impacto directo-indirecto) en el éxito o fracaso de las operaciones/proyectos de la organización.
- Describir por qué los atributos o factores tienen una incidencia positiva o negativa

Planificación Estratégica

Los proyectos de mejora continua pueden llevar consigo un largo y tendido esfuerzo. Visualizar, recolectar la data apropiada, realizar las mediciones correctas, procesar múltiples datos, para transformar estos en información, puede llevar consigo semanas, meses. Para luego de trabajar en proyectos durante un tiempo, se alcanza una decente precisión, pero... puede que el planteamiento propuesto no sea real. Es por esta razón que el estudio del contexto requiere tanta atención porque de aquí se devenga, el brindar una solución real, o una sin fundamentos por la falta de criterios de factibilidad debidamente elaborados.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Alineamiento

Es menester que la unidad de negocio haya acordado una serie de criterios unificados para la evaluación de los diferentes factores involucrados dentro del rendimiento organizacional y a su vez posteriormente, se les haga saber a las partes interesadas el porqué de tales mediciones y así comprenda el valor que devenga de los elementos que son evaluados. Por consiguiente, es necesario que cada proyecto, proceso, KPI's y objetivos se encuentren alineados y concatenados el uno con el otro. La apertura en la comunicación es clave, para que se logre dar un correcto alineamiento que es tan requerido durante los procesos de reporte y comunicación.

En base a este entendimiento de cómo son evaluados las diferentes partes, se puede trabajar de manera alineada para que la organización (Unidad de negocio, departamento...) pueda nutrirse al máximo de la información suministrada por los Indicadores de medición y de los razonamientos que se devengan de los indicadores, poder así despegar a mayores alturas en términos del rendimiento global de la organización.

De este alineamiento devenga otro importante concepto que forma parte del eje coordinado de la integración sinérgica. La Coordinación.

Coordinación

Con la coordinación los equipos de trabajo pueden efectuar sus funciones de manera sincrónica o asincrónica, sin perder de vista los objetivos organizacionales, previamente establecidos dentro de la fase de alineamiento. Es así como es posible a través de esta Coordinación, trabajar de manera en la que no se desperdicien los esfuerzos del Equipo de Trabajo, o Unidad de Negocio. Logrando la tan deseada efectividad producto de una buena Planificación.

Estrategia de Recolección de Datos

Los datos recaudados deben ser relevantes, capturados a lo largo del tiempo con un fin bien definido de otra manera la data recaudada no aportará razonamiento significativos productos del análisis de esta. Es por esta razón, que estriba la necesidad de hacer hincapié en evaluar ¿Qué datos tomar? para a partir de estos datos realizar decisiones estratégicas, basadas en el conocimiento que aporta el aplicar un análisis adecuado a estos datos.

Efectividad

Es este quizás uno de los pilares de mayor relevancia en cuanto a el Planteamiento de una Planificación Estratégica. Qué valor es otorgado producto de la realización de las actividades siguiendo una determinada hoja de ruta. Qué valor se genera, qué valor añadido se logra crear. La efectividad como se conoce, es la relación existente entre la eficacia y la eficiencia, siendo en primera instancia toda actividad, proceso realizado eficaz, ya que es la eficacia la medida en la que se logra la consecución de los objetivos y posteriormente se es eficiente, dicho de otro modo, no es otra cosa que hacer el mejor uso de los recursos: tiempo, dinero, mano de obra, métodos... (6M).

La efectividad, por ende, queda expresada como el cociente de:

$$Efectividad = \frac{Eficiencia}{Eficacia}$$

Ahora es necesario siempre tener claro, algo que por momentos parece ser evidente, pero no lo es. Porque en las organizaciones pequeñas, hasta dentro de los más grandes conglomerados de Corporaciones Multinacionales, suelen por momentos obviarse temas como la eficacia de los procesos, ya que, por anhelos de cumplir muchas veces con una estrategia de ahorros, lograr la eficiencia. Se pierde de vista muchas veces la eficacia dentro de un proceso, que no es otra cosa que el cumplimiento del objetivo del proceso. Que se llegue a dar el objetivo por el que se realiza ese proceso, por el hecho de estar enfocados en la eficiencia, el rendimiento que tiene este proceso se pierde muchas veces de vista por el cumplimiento final de este, llegar a su objetivo.

Dirección Estratégica

Toca propiamente no redefinir, pero en un enfoque estratégico basado en la sinergia organizacional. Que la Dirección Estratégica, se encuentre en primera instancia sustentada en los insights (razonamientos/inferencias) que arrojan los datos, ya que de no hacer esto, sucedería de manera similar lo ocurrido por dejarse guiar de una brújula, se tendría siempre un norte (Visión a largo plazo), más se perdería de por medio muchas ventajas organizacionales disponibles a la vista media o inmediata. Por lo que una dirección estratégica sustentada por un enfoque de la información obtenida a partir de la aplicación efectiva de la analítica de datos es similar a un compás, que no solo permite observar el norte, sino que, a diferencia de la brújula, indica de manera inmediata el rumbo que tomar en cada momento. Esto último es indispensable para que las organizaciones no cometan el error de seguir aquella dirección meramente basada en un liderazgo que no se nutre de elementos, como la información devengada del análisis que arrojan estas grandes series de datos.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Ya que de esta manera se procede a la toma de decisiones estratégica, sustentada por el análisis de datos objetivo, resultando en la selección de los mejores escenarios para el crecimiento, rentabilidad y sostenibilidad de la organización a lo largo del tiempo. De esta manera se logra entonces la tan deseada trascendencia a lo largo del tiempo y así superar múltiples obstáculos, transformándolos en peldaños para alcanzar cada vez un mejor rendimiento organizacional.

Uso del Enfoque Basado en Procesos

Para facilitar la Implementación de un Sistema Integrado de Gestión es recomendable hacer uso de un enfoque basado en procesos. No en primera instancia siguiendo todas las directrices establecidas por la ISO, pero sí evaluar a la manera en la que se puede implementar la mayoría de lo establecido por estas normas, para efectos de ir en pos del óptimo, ya que este enfoque propone una sinergia. Esta herramienta, permite trabajar con diferentes unidades de negocio que se encuentran en departamentos ajenos, de manera unificada, logrando así óptimos globales dentro de la organización, por no limitarse a la consecución de objetivos que solo impactan de manera positiva a las unidades de negocio, sino que también van en pos de los objetivos globales de la organización. Lo que se traduce en una mejora global en la eficiencia, eficacia y efectividad de la organización.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Herramientas de Medición

Captura de Datos

Como fue indicado previamente en el apartado de planificación estratégica, la importancia en que los datos capturados aporten valor, tiene consigo una trascendencia mucho mayor al de la ya aparente. Es posible invertir muchas horas de trabajo e investigación en cuestiones que no aporten valor alguno a la organización y por ende incurrir en un uso inadecuado de los recursos, que solo nos lleva a resolver algo de poca trascendencia para la organización, sino que nos hace incurrir en un desgaste y/o pérdida de recursos.

Al capturar datos en primera instancia es necesario empezar con un fundamento:

- ¿Con qué propósito se están capturando los datos? ¿Cuál es su fin, objetivo?
- ¿Cuál es la relevancia de la data capturada? ¿Qué aporta, qué pretende aportar?
- Métodos para capturar estos datos

Data Analytics (Analítica de Datos)

El análisis de datos es un componente fundamental de las empresas en la actualidad. Quizá el mayor valor agregado de este interesante proceso es que permite a las organizaciones visualizar diferentes variables y su impacto entre las partes interesadas, tanto dentro como fuera de la organización, en una variedad de escenarios de manera mucho más efectiva. Haciéndolo de vital importancia, pues permite en muchas ocasiones visualizar de una manera mucho más sencilla, cosas que en algún otro momento pudieron pasar por alto al ser ignoradas por otras de mayor valor aparente y de esta manera, es posible orientar a las organizaciones otorgándoles mucho mayor visibilidad. Es a partir de esta visibilidad de interrelaciones, patrones, tendencias que las empresas pueden hacer uso de la analítica de datos para la toma de decisiones estratégicas, tanto a corto, mediano y largo plazo, permitiéndole a las empresas optimizar sus operaciones, y proyectos, e incrementar el rendimiento de su dinero.

Aporte:

- Un uso más eficiente de los recursos
- Mejoras en la transformación digital de las organizaciones
- Optimiza sistemas globales e integrales de gestión
- Agiliza el proceso de toma de decisiones

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

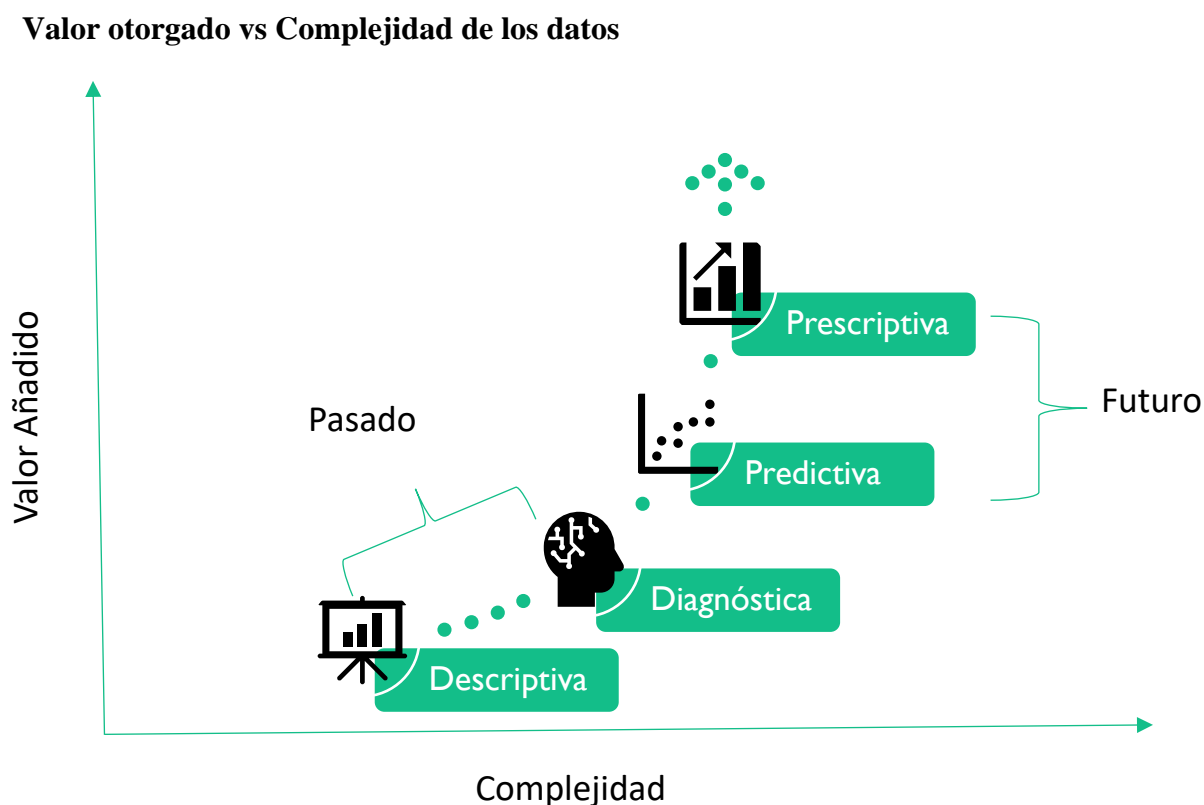


Figura 2: *Valor otorgado vs Complejidad de los datos*

Se puede observar que existe una relación directamente proporcional entre la complejidad de los datos analizados y el valor que de estos se obtiene. Por lo que es lógico aseverar que, a mayor profundidad, a mayor interrelación de variables, y a mayor uso de datos históricos es posible obtener razonamientos de mucho mayor valor para la toma de decisiones estratégicas. Por lo que es prudente considerar hacer un análisis multivariable a mayor escala o profundidad; ya que a partir de ahí se podrán evaluar diferentes escenarios, que permitirán vislumbrar llegar de una manera más inteligente y efectiva a los objetivos organizacionales. En consecuencia este análisis permitirá, ejecutar planificaciones y estrategias que repercutirán de manera directa en la consecución de los objetivos organizacionales.

Analítica Descriptiva - Diagnóstica

Este tipo de análisis de datos realiza una retrospectiva para comprender qué sucedió. Ejemplos de esto: El análisis realizado a la cadena de suministro y al despacho de mercancía en sitio, para comprender, por qué no se lograron entregar dentro de los tiempos pactados las mercancías en el sitio en donde arribó esta.

Aporte: Permite tener una mejor visibilidad de lo que realmente está sucediendo en la organización, librando el camino de falsos cuellos de botella o necesidades que impactan a escala baja diferentes áreas organizacionales y permite encausar la vista y las acciones en esfuerzos y en términos de lo que realmente impacta a mayor escala la organización. Por ende, brinda una solución global al sistema, o permite alcanzar escalones para el desenvolvimiento organizacional que permitirá a su vez, la consecución de los objetivos.

Mejores Escenarios para su Uso:

- Análisis de Contexto
- Gap Analysis

Limitantes:

- Requiere de una base de datos bien estructurada, dentro de la cual, en primera instancia, es necesario establecer jerarquías entre los datos. Para así poder pasar a comprender, a partir de las interrelaciones de datos existentes, qué ocurrió, y entonces, es a partir de este entendimiento, que es posible proveer un razonamiento válido, sobre las tendencias y patrones observados.

Analítica Predictiva

En este análisis de datos hace uso de datos históricos para entender cómo puede suceder un determinado evento. Es por medio de este análisis que es posible profundizar en las dependencias entre variables, es posible identificar tendencias y patrones en el conjunto de datos estudiados. Tomando el ejemplo anterior, permite comprender, en otro evento, cuál fue un caso de éxito en el que sí se cumplió con la entrega dentro de los tiempos pactados y de esta manera, replicar en un futuro, los patrones y comportamientos que permitieron el cumplimiento apropiado de dicho evento.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Realiza estimaciones, probabilidades en base al conjunto de datos recaudados, para anticiparse. Este tipo de análisis de datos es sustentado por la información obtenida en los dos análisis previamente mencionados. Por lo que es necesario que los hallazgos en la fase de análisis diagnóstico y previamente en la de análisis descriptiva, se hayan mantenido arraigados a los datos evaluados a priori, de otra manera se puede incurrir en falsas conjeturas, devengadas de análisis de datos cruzados, producto de la inexistencia de una concordancia previa entre estos.

Aporte:

- Predicción del Comportamiento
- Identificación de diferentes patrones, tendencias, comportamientos de datos

Limitantes:

- Requiere de un análisis descriptivo previo

Analítica Prescriptiva

Permite la prescripción para de esta forma agilizar la toma de decisiones en base a los escenarios observados, permitiendo lograr sacar el mayor provecho al comportamiento que se presente, ya sea que estamos hablando de una tendencia, o algún patrón en particular observado en el futuro asociado tanto a mitigar un riesgo, resolver un cuello de botella o cualquier otro tipo de problema, así como para aportar a la maximización de una ganancia.

Aporte:

Algunas de las interrogantes que logra responder y herramientas que brinda este tipo de análisis están:

- Permite contar con soluciones preestablecidas a diferentes escenarios
 - Árboles de decisión ¿Qué hacer si...?
 - ¿Qué acciones tomar, qué hoja de ruta contemplar?
- Permite automatizar la toma de decisiones ante determinadas variables y escenarios
- Optimiza recursos y tiempo de respuesta con analítica avanzada

Describir y pronosticar eventos futuros

Es Esencial poder pronosticar la demanda futura

Generalmente se predice:

- Demandas de productos
- Demandas de servicios
- Necesidades de inventario
- Necesidades de capacidad

El Forecast (pronóstico/predicción) debe ser:

- Puntual y Fiable
- Lo más preciso posible: *Razón por la cual siempre es necesario contar un porcentaje de holgura a manera de contingencia producto de las inconsistencias posibles que puede presentar el Modelo de Predicción (Forecasting).
- Unidades Significativas (Mediciones particulares al proceso gestionado)

Pero por qué se requiere tanta precisión para un pronóstico?

Casos de las Cadenas de Fabricación/Producción y Suministro, y cómo hacen para mejorarse a sí mismas?

Algunas de las problemáticas que más abaten a este tipo de organizaciones, es el quedarse desabastecidos, sobre producir, producir menos o no tener idea de cuánto van a vender, hacen parte de los errores que normalmente se cometen en los Cálculos de Cadena de Producción y Suministro, lo que conlleva a sobre costos para nuestras empresas. En las circunstancias actuales son imprecisiones que, dependiendo el valor, nos pueden acercar o alejar de perder la lucha de la supervivencia empresarial frente al coronavirus y sus coletazos posteriores en la economía.

He aquí la trascendencia, de realizar unas evaluaciones sobre la forma en que se están realizando los pronósticos en la cadena de producción suministro y el uso de diferentes herramientas para lograrlo.

Características de un Pronóstico:

- La Desviación ocurre porque la demanda es una variable aleatoria
- Un buen Pronóstico sea de ventas, Inventario, demanda de un producto o servicio, etc., debe tener más de un solo número.
- Media y desviación estándar
- Rango (Alto y Bajo)

*Es necesario abordar un Pensamiento Sistemático, sobre cómo abordar el futuro.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Modelar El Futuro Incierto

Normalmente somos capaces de modelar el futuro a través de distribuciones probabilísticas.

Se puede ver un ejemplo de esto: En que a menudo no se domina el comportamiento de compra o ventas. Compras sujetas a demanda de inventario, ventas sujetas a demandas de clientes.

Comportamiento del proceso:

- No se puede predecir la demanda futura con certidumbre
- Para describir un escenario de demanda futura, se puede estimar la probabilidad de realización de diferentes escenarios.
- Los escenarios de demandas futuros generalmente vienen o del análisis de datos históricos o de los estimados de expertos.

Ejemplo de esto: Se analiza la data de ventas de los 5 años pasados, a partir de esto esta compañía es capaz de identificar patrones y tendencias en las altas y bajas de ventas, rotación de inventarios, personal. Con lo cual a partir de estos patrones puede estimar, un comportamiento a futuro.

Descripción de la distribución de probabilidad: media y desviación estándar

Las distribuciones de probabilidad son descritas por:

1. Media
2. Distribución estándar

Para cada distribución de probabilidad, sea que esta solo describa 3 escenarios posibles.

Se calculan siempre:

- La desviación media (Media), también conocida como el valor factorizado x
- La desviación estándar

n Escenarios

D_1 con probabilidad p_1

D_2 con probabilidad p_2

D_3 con probabilidad p_3

Donde: D = Demanda; p= probabilidad.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Distribuciones de probabilidad continua

Se ha observado, cómo un escenario está supeditado a una probabilidad, pero... ¿Qué sucedería si nos encontramos con una situación de probabilidad discreta en el análisis de datos predictivos?

Considerar una probabilidad discreta en una distribución en donde:

- La variable aleatoria tiene un número de escenarios en cualquier pequeño intervalo de valores.
- La probabilidad de que cualquier escenario se realice es muy pequeña

Ejemplos: Precios de acciones, precipitaciones, etc.

Hay muchas posibilidades de que los escenarios oscilen de acuerdo con diferentes extremos dentro del rango de probabilidad. En casos como ese, utilizar un grupo de escenarios para describir dichas distribuciones de probabilidad en lugar de centrarse en escenarios individuales. – Este tipo de distribuciones es conocido como: Distribuciones continuas.

En casos de distribuciones de Probabilidad Continua se observará un grupo de escenarios en vez de un solo escenario.

Distribución Normal

- La distribución normal, permite que la variable aleatoria tome cualquier valor desde el negativo infinito al positivo infinito.
- Se encuentra caracterizada completamente por la media (μ) y la desviación estándar (σ)
- Probabilísticamente hablando es la distribución más comúnmente encontrada
- Otras distribuciones probabilísticas incluyen la distribución exponencial y la distribución beta.
- Cada distribución probabilística es usada para describir una incierta distribución específica o cantidad

Aplicaciones:

- Se usa frecuentemente para describir la distribución de cambios futuros de la actualidad.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

- Ejem:
- Valores de las acciones
- Tasas cambiarias

Distribución exponencial

La distribución exponencial, puede usarse para caracterizar eventos sucesivos, dentro del análisis predictivo.

Ejem:

- El tiempo entre las llegadas sucesivas de clientes a una tienda, sucursal de algún negocio, un hospital.
- El tiempo de llegada de mercancías a un sitio. *Caso de lo que se conoce como ETA (Estimated Time Arrival) Tiempo estimado de llegada de las mercancías en Logística, Gestión de La Cadena de Suministro.
- Tiempo sucesivo de la producción de un bien dentro de una fábrica
- Los pronósticos de punto, normalmente se encuentran mal, ¿por qué?
 - o Por qué la demanda puede y normalmente es una variable aleatoria
- A partir de caracterización de la planeación de la demanda y variables aleatorias, es posible decir que un pronóstico es más que un solo número.
- Un pronóstico debe incluir más información de una distribución
 - o Media y desviación estándar
 - o Rango (bajo y alto)
- Vale la pena mencionar que el pronóstico agregado generalmente es más preciso y esta precisión se distorsiona conforme nos adentramos más y más en el futuro.

Por consiguiente, se puede aseverar que los pronósticos a largo plazo son menos precisos, que los pronósticos a corto plazo. Mostrando un comportamiento inversamente proporcional el tiempo vs la precisión del pronóstico.

Métodos de pronóstico objetivos y subjetivos

Métodos subjetivos de pronóstico

Son una agregación de datos en los que una persona, generalmente un experto en el tema realiza una estimación en base a sus conocimientos, sobre el posible comportamiento, del futuro.

Ejemplos:

- **Fuerza de ventas:** Recopilan estimaciones subjetivas de ventas y las agregan a un pronóstico. En este ejemplo el personal de ventas está comúnmente en contacto con los clientes, recopilando datos de los clientes y en base a esto, fijan información usada para los pronósticos de ventas estimados, lo cual se traduce en un pronóstico subjetivo, producto de la falta de objetividad en las interrelaciones demostradas.
- Sondeos electorales
- Encuestas a Clientes / Empleados
- Se combinan pronósticos y luego conjuntamente se obtiene
- **En el mundo Corporativo, en Consorcios Multinacionales, compañías multinacionales:** se observa el modelo de una mesa de toma de decisiones, en donde se juntan las cabezas y expertos de diferentes áreas. Ellos brindan pronósticos correspondientes a un área de estudio en particular y es partir del pronóstico individual de cada área, que se proceden a unir, y de esta unión conjunta de los pronósticos variados se llega entonces a un pronóstico de mayor precisión.
- **Método Deplhi:** Las opiniones individuales iteran entre sí, pasan a ser compiladas y reconsideradas hasta que se alcanza una decisión consensuada por la mayoría y a partir de esta forma se traza un pronóstico.

En este método en particular, se determina si ha evolucionado el consenso grupal. De no existir un consenso, entonces las opiniones individuales son recopiladas y reconsideradas.

Este proceso de iterativo ya que se repite hasta que se llega a un consenso

*En todos los ejemplos descritos, se combinan pronósticos y luego conjuntamente se obtiene una estimación futura.

Métodos de Pronósticos Objetivos

Se pueden aprovechar datos históricos para presentar un pronóstico

Existen dos métodos primarios:

- Modelos Causales
- Métodos /Modelos de Series de Tiempo

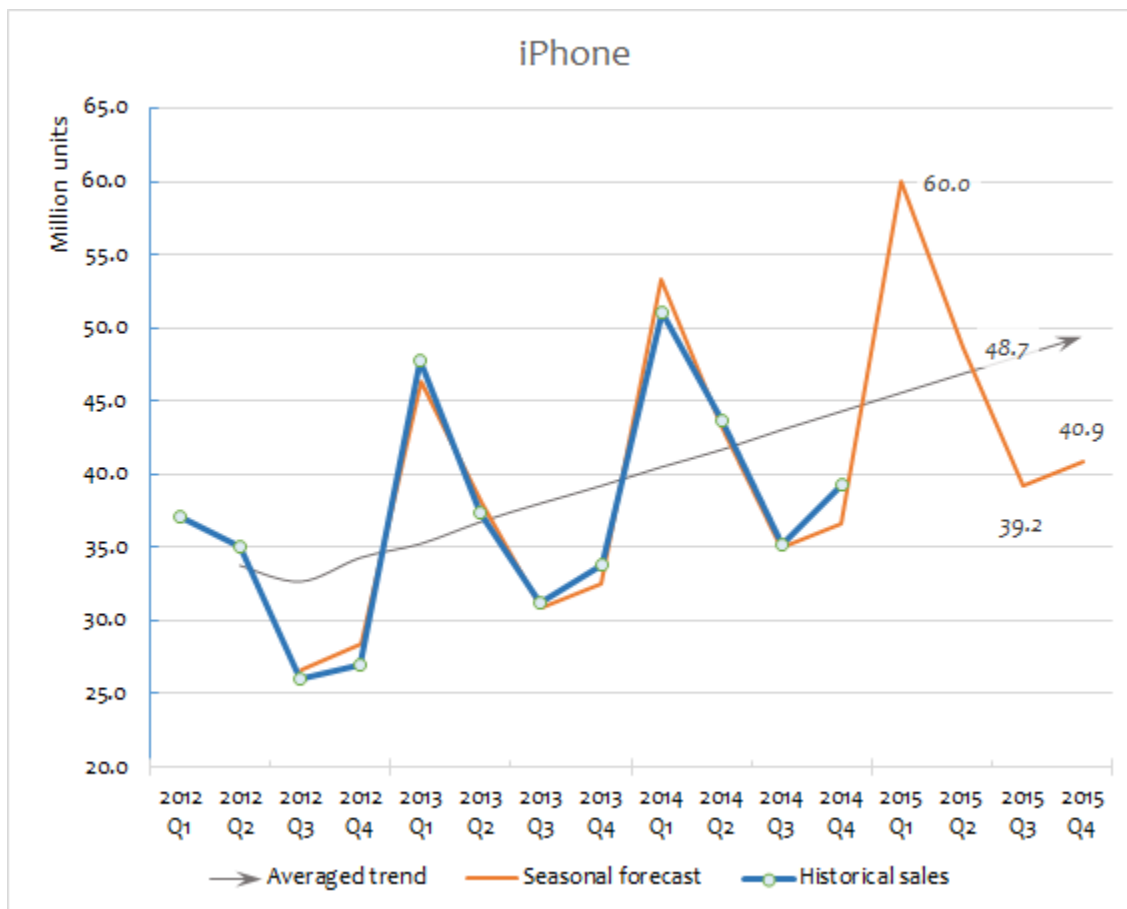


Figura 3: Tendencias y Patrones en la estacionalidad del pronóstico de ventas de iPhone

Los Modelos Causales:

- Son explicados a través de un análisis Causal

Una forma de explicar esto:

- Sea “D” la demanda y “n” la causas raíz que se desea predecir. Suponiendo que existen n variables o n causas fundamentales que van a influir sobre la demanda.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

- Un modelo causal es aquel en donde D (la demanda) es formulada como una función de “n” las causas fundamentales, y no viceversa. Más adelante se observará por qué es necesario supeditar la demanda en el modelo a las causas y no el caso contrario.
- Los modelos causales necesitan herramientas avanzadas adicionalmente, al dominio del tema y experiencia.
- Son intrincados y de alta complejidad

*Cuando se habla de demanda, puede ser: Demanda de un producto o servicio.

Importancia del uso de métodos Objetivos de Pronóstico – Ejemplo Lote de Transformadores de Potencia

Sea la demanda de que un producto manufacturado arribe a sitio, como en el caso de un lote de transformadores eléctricos. Es menester que en toda la planificación de la demanda, de estos productos y el servicio de entrega, llegada a sitio, se estimen las diferentes variables, causas fundamentales dentro del modelo causal, para el cumplimiento de que los productos sean ensamblados, manufacturados con la calidad apropiada, dentro de los tiempos pactados y posteriormente distribuidos de igual forma cumpliendo los estándares de calidad y tiempo.

Algunos de los aspectos a evaluar son:

- Tiempo incurrido en la manufactura de los transformadores
- Tiempo requerido para el ensamblaje de estos
- Precisión de las pruebas realizadas a estos
- Tiempo de transporte
- Costos de transporte

Este lote de transformadores inicia su proceso de ensamblaje, manufactura en Turquía, posteriormente pasa al Puerto de Estambul. Atraviesa diversas millas náuticas, hasta llegar a su sitio de arriba el Puerto de Antwerp en Bélgica. Todo esto requiere de una planificación detallada, y un pronóstico para que sea lo más acertado posible, es necesario definir, pactar un ETA (Estimated Time Arrival), el cual se encontrará sustentado a su vez, a partir del análisis devengado de haber estimado en base a los datos históricos, que permitirán establecer diferentes escenarios, que a su vez, serán lo más acertados posibles en cuanto se mantengan lo más cercano al análisis de datos históricos en los casos de éxitos en entregas pasadas.

De lo contrario, mientras más se diste de hacer uso de modelos de pronósticos objetivos o modelos sustentados por datos históricos, mayor es el riesgo de incurrir en planificaciones

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

poco probables y por ende no acertadas que repercutirán en los niveles de satisfacción de los clientes producto de la falta de cumplimiento en tiempos de entrega y calidad del servicio.

Modelo de serie temporal

- Es una colección de valores pasados de una variable siendo precedida *Es considerado un método ingenuo.
- El objetivo principal es el de aislar patrones de los datos pasados para de esta manera llegar a buenos pronósticos sobre el futuro usando datos pasados.
- Los datos pasados pueden incluir características tales como:
 - Tendencia
 - Estacionalidad / Ciclos
 - Aleatoriedad

La idea es hacer uso de estos patrones para elaborar estadísticas descriptivas útiles para elaborar una predicción o un pronóstico.

Estadística Descriptiva para la Demanda Futura, basada en Datos Pasados

Como se conoce la Estadística Descriptiva obtiene, organiza, presenta y describe un conjunto de datos con el propósito de facilitar el uso, generalmente con el apoyo de tablas, medidas numéricas o gráficas. Cosa que la convierte en una poderosa herramienta para la Planificación de la Demanda.

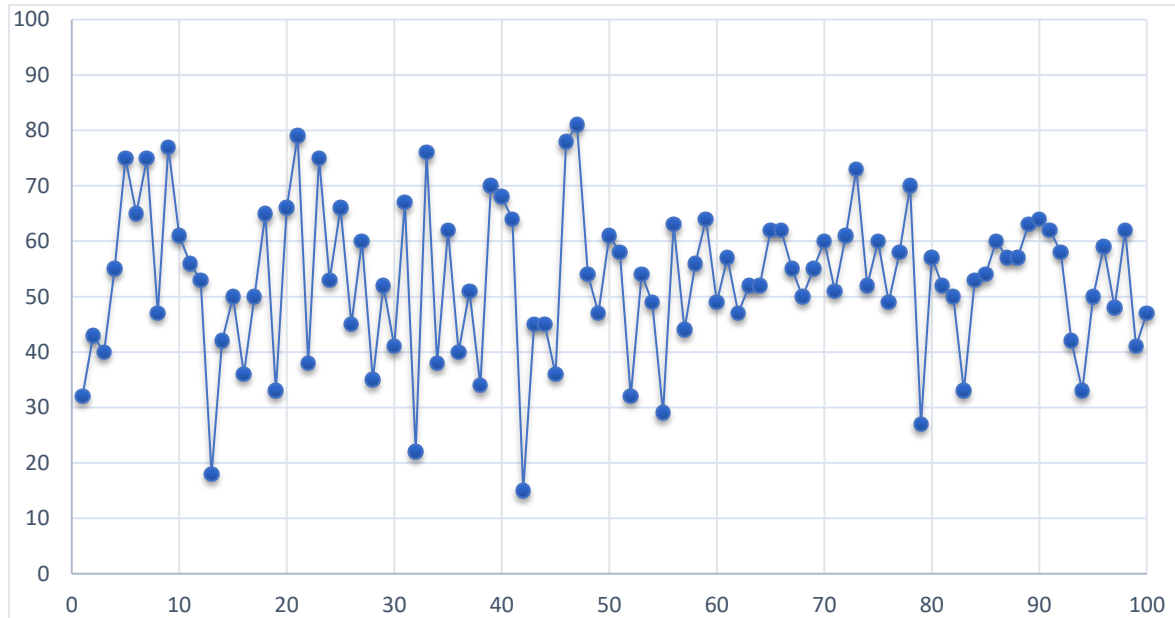


Figura 4: Conjunto de Datos sobre la Planificación de la demanda

De cien periodos observados:

En estos 100 periodos observados, D_t denota la demanda observada en el periodo t

De la data pasada, se tiene D_1, D_2, \dots, D_{100} *En donde $D_1 = 32$ $D_{100} = 47$

Media de la Muestra: Es el promedio aritmético de todos los puntos de datos que se tienen dentro del conjunto de datos. Supongamos que tenemos puntos de datos finales

- La muestra de la media indica a grosso modo, lo que se puede esperar que sea la próxima operación.

*Calculable con facilidad en MS Excel **average() function**

Cualquiera que sea el average (Promedio), la demanda en el futuro se desviará de este promedio.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Desviación Estándar:

- Indica valor de una desviación media de los datos respecto a su valor medio para un periodo elegido.
- Medida de cuanto ruido o variación se encuentra en los datos
- Una forma de calcularlo es determinar la diferencia entre la demanda y el promedio

Aplicación:

Esta sencilla, pero poderosa herramienta proveniente principalmente de la estadística descriptiva permite tener un mejor entendimiento de cómo realizar la toma de decisiones en entornos como los de, pero no limitado a:

- Planificación de la demanda
- Gestión de operaciones
- Gestión de proyectos
- Operaciones en los mercados financieros

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Notación para las Predicciones de Escenarios Futuros

$D_1, D_2, D_3, \dots, D_t = \text{Valores de la Demanda Pasada}$

- Cuando se realiza un pronóstico en el periodo t , se necesita que los datos de la demanda lleguen hasta el periodo t para un periodo futuro.
- $F_t, t + \tau = \text{Pronóstico hecho en el periodo } t \text{ para demandar en el período futuro } t + \tau$

En donde:

$F_t = \text{En qué periodo se está haciendo el pronóstico}$

$t + \tau = \text{Para qué periodo se está haciendo el pronóstico}$

$t + \tau (t + \text{tau})$

*Esto indica que se está haciendo un pronóstico en el periodo T , para un periodo futuro, T más τ , en donde τ puede ser 1, 2 o 3. * τ denota cuántos Periodos a futuro se están observando.

$F_t, t + 5 = \text{es el pronóstico hecho para 5 periodos en adelante}$

$F_{100}, t + 5$

$= \text{Es el pronóstico usado en un periodo 100 para el periodo 105}$

*Este es conocido como un periodo de 5 pasos

En múltiples ocasiones será prudente realizar un pronóstico de tan solo un paso hacia adelante. *Por temas de la precisión del pronóstico.

$F_t, t + 5 = \text{es el pronóstico hecho para } t \text{ en el periodo } t + 1$

$F_t - 1, t = \text{es el pronóstico hecho para } t - 1 \text{ en el próximo periodo.}$

$F_t + 1 = \text{es la notación abreviada para el pronóstico de } F_t, t + 1$

Predicción de series estacionales

La data estacionaria no demuestra un comportamiento o tendencia

A grosso modo el futuro se asemeja al pasado

Las series de tiempo estacionales tienen la siguiente forma:

$$D_t = \mu + \epsilon_t$$

La demanda en cualquier periodo D_t puede ser la suma de dos cosas

$\mu =$ es una constante, en ocasiones es el promedio de la muestra

$\epsilon_t =$ a una variable aleatoria con media de 0 y desviación estandar σ

Características

Se observa que la media y la desviación estándar no dependen del tiempo y por consiguiente, no existe tendencia en los datos.

Como usar la data pasada para pronosticar

Para pronosticar series estacionales:

Medias móviles

Suavizamiento exponencial

Pronóstico de medias móviles es el promedio aritmético de N ,

La media promedio es el promedio aritmético de n más recientes observaciones

MA(n) denota medias móviles de n puntos de datos

Un pronóstico de un paso para el periodo t viene dado por:

$$F_t = \frac{(D_{t-1} + D_{t-2} + \dots + D_{t-n})}{n}$$

Un pronóstico Multi-pasos es lo mismo que un pronóstico de un paso

*La razón por la que este método es conocido como el de medias móviles es:

Los datos seleccionados se mueven y siempre son los puntos de datos más recientes n

$$F_t = \frac{(D_t + D_{t-1} + \dots + D_{t-(n-1)})}{n}$$

Estadística predictiva y visualización de datos

- Estadística predictiva usa estadística para la predicción o pronósticos
- La media para predicción es la misma que media de descriptiva de una muestra, la cual es un estimador imparcial de la media de la distribución de la media *La media estándar puede ser usada para este tipo de predicciones.
- La desviación estándar para una predicción necesita ser ajustada por que no es data suficiente.

*Si se conoce que los datos siguieron una distribución normal, como en nuestro caso, Se puede ajustar la desviación estándar para realizar un análisis productivo y se hace así.

$$\text{Desviación estándar para la predicción} = s + \frac{s}{\sqrt{n}}$$

s – *Desviación estándar descriptiva*

n – *Número total de puntos de datos*

Usando más datos para la predicción

Conforme se tienen más datos para predicción, se puede afirmar que:

La Estadística descriptiva se acerca de manera estrecha cada vez más a la estadística predictiva.

Conforme se tienen más datos, se podrá tener más confianza para predecir *Intervalos de confianza superiores en ocasiones a un 95 %, del 98.9 % - 99 % de efectividad.

Conforme n se hace más grande, el segundo término de corrección desaparece y σ se vuelve igual a s .

$$\sigma = s$$

Suponiendo que se hace uso de todo nuestro conjunto de datos para calcular nuestras estadísticas. Esto es que estamos usando todos los datos disponibles, donde N es igual a 100

Aplicabilidad

Pero para qué sirve todo esto dentro de un SIG? Permite contar con medidas más aproximadas de la realidad. Con porcentajes de certeza más elevados. Intervalos de confianza acercándose o en algunos casos superiores al 95 %.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Método de los Promedios Móviles – Pros y Contras

Pros:

- Fácil de entender
- Directo para calcular
- Estable para los pronósticos

Contras:

- Se quedará detrás de la tendencia
- No es un modelo causal
- Explicará por qué las realizaciones de la demanda en el futuro tienden a comportarse de determinada manera. *Puede ser extremadamente útil para las predicciones, pero no será capaz de describir el comportamiento de la demanda en una determinada forma.

*Nota: Cabe mencionar, que el método de las medias móviles quitará todos los datos más antiguos que los puntos n .

Si en este caso, se hace uso de los últimos 10 periodos

Esto quiere decir, que, al usar el método de las medias móviles en los últimos 10 periodos, automáticamente este método eliminará todos los datos disponibles de los últimos 10 periodos.

De aquí nos surge la interrogante de cuántos puntos es prudente usar con el método de las medias móviles.

Si el método del promedio móvil es usado para los últimos 10 puntos de datos:

- Toda la data anterior a estos 10 puntos es ignorada
- Todos los 10 puntos de datos pesan lo mismo, esto quiere decir que los datos de una semana tienen el mismo peso, que los de una semana atrás.

Una pregunta válida sería la de cómo darle mayor peso a la data reciente en relación con los datos pasados y cómo se podría hacer esto posible? La respuesta es, a través del suavizamiento exponencial.

*Como anteriormente se ha mencionado, todo grupo de datos tendrá algo de ruido en ellos, lo mismo aplica para todo pronóstico.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Medición de un Pronóstico

¿Cómo se mide la precisión de un pronóstico?

$$e_t = \text{Pronóstico de demanda en } t - \text{Valor Actual de la demanda en } t$$

Error por un paso adelante en el pronóstico

$$e_t = F_t - D_t$$

Formas de Calcular Errores en un Pronóstico

Desviación Absoluta de la Media (Mean Absolute Deviation – MAD)

Calcula la desviación y toma el promedio

$$DAM = \frac{\sum |e_t|}{n}$$

Permite calcular qué tanto se desvía absolutamente de la demanda real y toma el promedio.

Error Cuadrático Medio / Medium Square Error

Calcula el error, de celda cuadrada y calcula el error cuadrático promedio.

*Permite ajustar las tendencias de los datos fijados más adelante.

$$MSE = \frac{\sum e_t^2}{n}$$

Error Porcentual Absoluto Medio / Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

Calcula el error de porcentaje y su promedio:

$$MAPE = \frac{\sum \left| \frac{e_t}{D_t} \right|}{n} \times 100$$

Toma el error calculado, lo divide por la demanda real, tiene un error porcentual, luego los calcula, sumando todos los errores porcentuales, y calcula su promedio.

Esto nos arrojará un error porcentual absoluto medio

Se puede establecer la siguiente relación, entre menos sean los errores, mejores serán los procesos de pronosticación.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

*Así como con el MSE, si el modelo de pronóstico presenta un alto MAPE, es un indicador de que el modelo de pronóstico no es bueno.

Sesgos en los Pronósticos

*Así como en un pronóstico de tiempo, se puede tender a predecir un día soleado y termina siendo lluvioso. Lo mismo sucede con Pronósticos de Ventas, Movimientos de Inventario, Gestión de la Cadena de Suministro y a qué se debe esto?

Un sesgo ocurre cuando el valor promedio del pronóstico tiende a estar mucho de un lado del pronóstico, o tiene la tendencia a ser muy positivo o negativo. *A simple vista, esto puede darnos una pista, de que el modelo tiene un patrón irregular, esta tendencia a su vez la se puede asociar con un desacierto.

- Asumiendo que se tienen Datos hasta para 80 periodos
- Usando Medias Móviles de 10 periodos – MA(10) – para calcular el pronóstico
- Una vez se tenga el pronóstico del periodo, la demanda para ese periodo ocurre.

$$DAM = \frac{\sum |e_t|}{n}$$

$$DAM=8.9$$

$$MSE= 113.15$$

$$MAPE = 19.72\%$$

Usando MA(20)

$$DAM=7.66$$

$$MSE= 92.61$$

$$MAPE = 17.29\%$$

Dependiendo de los errores correspondientes es prudente usar MA(10) o MA(20)

Finalmente, en nuestros datos no se encontraron sesgos.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Uso de Media Móvil

En la siguiente tabla es fácil observar que existe una tendencia creciente, en la demanda durante ocho periodos.

Haciendo uso de Promedios Móviles (MA) se puede obtener un rezago ponderado de esas tendencias.

Periodo	Demanda	MA(2)	MA(3)	MA(4)
1	150			
2	250			
3	350			
4	450	300	250	
5	550	400	350	
6	650	500	450	350
7	750	600	550	450
8	850	700	650	550

Tabla 1: Datos de la demanda

Haciendo uso de Media Móvil de dos puntos de datos:

MA(2) y pronosticando para el periodo 7.

- Se toman los dos puntos previos al periodo 7 = 650 y 550.

$$P(7) = MA(2) = \frac{550+650}{2} = 600$$

600 es el pronóstico de media móvil para el periodo 7

Se puede observar que se queda rezagado detrás de la tendencia. Si se sigue haciendo esto, se obtiene 700 para el periodo 8, respectivamente.

Cabe mencionar que cada vez que los datos del pronóstico van rezagados detrás de la tendencia en los datos reales, lo cual se pudiese ajustar si se hace uso de más puntos en nuestra media móvil.

Haciendo uso de una media móvil de tres, para el P7:

$$P(7) = MA(3) = \frac{450 + 550 + 650}{3} = 550$$

Al hacer uso de tres puntos se puede observar que la media móvil de tres (MA3), se encuentra aún más detrás de la tendencia que la MA(2).

*Como se ha podido observar, siempre se deben hacer uso de los puntos de la demanda, que se encuentran previos, al periodo del cual se desea obtener la media móvil.

Si se desea una tercera verificación MA(4)

$$P(7) = MA(4) = \frac{350 + 450 + 550 + 650}{4} = 450$$

450 es el pronóstico para el periodo 7 usando el método de las medias móviles de 4 puntos, MA(4)

Por consiguiente, es posible aseverar que mientras se haga uso de más puntos, la media móvil tenderá a decrecer, en relación con la tendencia observable en el conjunto de datos.

Presentando así una relación inversamente proporcional entre el número de datos usados, versus la tendencia observable. Al incrementar una, la otra decrece.

Implementación de KPI's

De acuerdo con los diferentes escenarios observados dentro del contexto organizacional, se optará por rediseñar o diseñar nuevos indicadores de gestión claves (KPI / Key Performance Indicators), que mejor representen el sistema de gestión desde una perspectiva global, para efectos de poder ser lo más acertado en la realización de las evaluaciones pertinentes, para que realmente sean representativas de la gestión global del sistema y no delimitados al rendimiento exclusivo de un departamento de la organización. Esto para la realización de un análisis macro. Sin embargo, es necesario la realización de evaluaciones a un nivel micro que detallen la realidad particular del objeto de estudio (unidad de negocio, departamento) y a su vez estas micro evaluaciones, permitirán obtener un mayor grado de fidelidad producto de la información obtenida dentro de estas otras subdivisiones mediciones a una escala menor.

Efectividad de los KPI's

Una de las formas que puede llegar a ser la más acertada, para evaluar la efectividad de un KPI dentro de un Sistema Integrado de Gestión, es por medio del criterio SMART (Specific, Measureable, Achievable, Realistic, Timely) / (Específico, Medible, Alcanzable, Realista y De duración limitada).

Como parte de la Estrategia de Reporte de KPI's es necesario que los KPI's aporten significado y contexto a las mediciones realizadas, de otra forma solo están generando aún más trabajo para la unidad de negocio, departamento. Es inteligente proceder con diferentes interrogantes: ¿Cuánto tiempo conlleva el proceso de evaluación medición para obtención de insights a partir de la data recaudada cada semana, mes. ¿Qué valor aporta? Estas son solo algunas de las preguntas oportunas que realizarse, al momento de llevar a efecto diferentes mediciones.

Reestructuración de KPI's

Puede que, para alimentar mejor los indicadores, que describan el rendimiento de manera global o aquellos que describan el rendimiento en una escala menor de la organización, sea necesario el ajuste de los kpi's existentes dentro de esta. Por lo que es necesario reevaluar para posteriormente reestablecer criterios fundamentados en el rendimiento y la factibilidad de los resultados arrojados por los procesos, para de esta forma proceder sobre estos, de acuerdo con los diferentes casos, y así solo mejorar en aquellos que ameriten ajustes para la mejora continua. Porqué, para qué estaríamos cambiando innecesariamente aquello que ya está bien. Claro, que requerirá siempre de la evaluación y visión oportuna por parte del personal encargado, para determinar cuándo es prudente y mayormente beneficioso trabajar sobre un indicador que actualmente ya otorga un buen contexto, pero el realizar mediciones en esta parte puede aportar a maximizar ganancias y otros tipos de beneficios, como ahorros y diferentes tipos de márgenes, haciendo cambios en aquellos indicadores donde no lo amerita. Proceder conforme a los fundamentos.

Modelos Matemáticos para La Toma De Decisiones

Dentro de los modelos para la toma de Decisiones dentro de un Sistema Integrado de Gestión se pueden encontrar algunos de los propuestos por la investigación de operaciones:

- Programación Lineal y No Lineal: Enfocado a la optimización de los recursos organizacionales.
- Teoría de Colas: Cuyo uso permite resolver problemas de Congestionamiento
- Teoría de Inventarios: Con el fin de definir las mejores estrategias de almacenamiento, suministro y compra de mercancía.
- PERT/CPM: Aliado para la Gestión, Planificación y Dirección de Proyectos
- Pronósticos: Permiten construir diferentes escenarios a futuro

Importancia

En las organizaciones es requerido el uso eficaz, eficiente y por último efectivo de los recursos por lo que al momento de la toma de decisiones, se contemplan una serie de escenarios y su respectivo impacto a nivel organizacional, así como fuera de este, ya que el proceso de toma de decisiones impacta a todas las partes interesadas de una manera u otra. Por lo que es necesario de un estudio exhaustivo de los diferentes escenarios disponibles en este proceso, para de esta forma tomar la ruta que más convenga y sacar así el mayor provecho a todos los recursos involucrados en cada uno de los escenarios observables. De esta necesidad de dilucidar cuál es el escenario más provechoso por el cual optar, surge la necesidad de hacer uso de uno de los más grandes aliados en el proceso de Toma De Decisiones, los modelos matemáticos, o también conocido como modelos de Simulación de Procesos o simplemente modelado matemático.

Planificación

Cabe reiterar que al inicio de esta etapa, no es que la planificación estratégica previa pierda valor, sino que es necesaria otro tipo de planificación, una que se encuentre enfocada más a visualizar la realidad desde una perspectiva matemática en términos del modelo matemático, lo cual conlleva traducir objetivos, recursos, transformación de datos, grandes volúmenes de información a estos modelos, para su correcta ejecución.

Para la apropiada planificación se requiere:

- Un correcto planteamiento del objetivo
- Evaluación de Modelos que lleven a la ruta crítica, con el mejor rendimiento (eficiencia). Sin perder en primera instancia el norte (eficacia)
- Modelos que tengan un impacto, que otorguen valor. Esto es lo que determina la Efectividad del Modelo.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Estos tres objetivos claves, pueden ser descritos de acuerdo con el enfoque presentado por la investigación de operaciones, en el que se propone:

“Una manera de resumir las fases usuales —traslapadas— de un estudio de investigación de operaciones es la siguiente:

1. Definición del problema de interés y recolección de datos relevantes
2. Formulación de un modelo matemático que represente el problema
3. Desarrollo de un procedimiento basado en computadora para derivar una solución para el problema a partir del modelo.
4. Prueba del modelo y mejoramiento de acuerdo con las necesidades
5. Preparación para la aplicación del modelo prescrito por la administración
6. Implementación”. - (Hillier, 2010)

Formulación de un Modelo

Un modelo de Optimización cuenta con cinco componentes principales:

- Una Función Objetivo: La función que debe ser optimizada, minimizada u optimizada
- Restricciones: Componentes que restringen los valores de las variables de decisión
- Solución Factible: Una solución es considerada factible, cuando todas las restricciones son satisfechas.
- Solución No Factible: Aquella solución en la que al menos una de las restricciones no es cumplida.
- Región Factible: Es la región denotable dentro de un plano, en la cual se presentan todas las soluciones factibles.

Todo modelo debe comprender varios puntos, entre ellos:

- Variables de decisión: La solución al problema de optimización es la serie de valores de las variables de decisión para los cuales la función objetivo alcanza un valor óptimo. Que a su vez definirán:
 - Recursos, MO, MP... 6M...
 - Restricciones

De estos modelos devengarán múltiples escenarios, que a su vez tendrán diferentes rutas para llegar a la solución planteada dentro de cada uno de ellos. Esta solución planteada, no es otra que la solución óptima. La cual se puede, de acuerdo con los teoremas, definir como: una solución factible que proporciona el valor más favorable de una función objetivo. (Hillier, 2010)

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

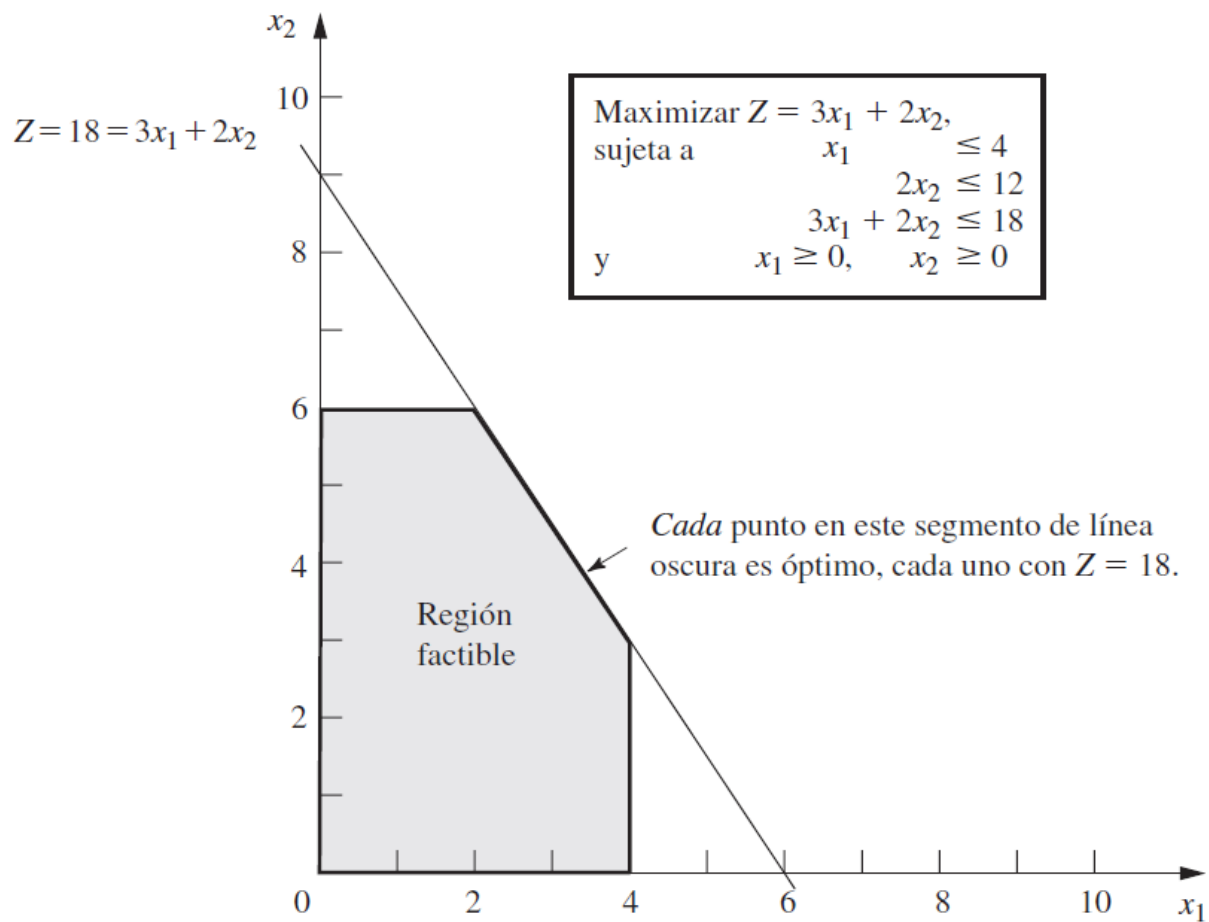


Figura 5: Adaptado de *Operations Research* (p. 31), por Hillier- Lieberman, 2010, 9na Edición McGrawHill.

Del gráfico anterior se observa, que la función objetivo se encuentra denotada por $Z = 3x_1 + 2x_2$

En donde Z, se usa para denotar el Rendimiento Global o la ganancia, que se busca obtener luego de maximizar la función descrita.

De igual forma es posible apreciar que, la solución factible se encuentra localizada dentro de los puntos que delimitan la región factible detallada dentro del gráfico.

A partir de esto se puede aseverar que toda solución ajena a esta región es considerada no factible.

Cabe recalcar que:

Un problema de programación lineal (PL) es un problema en lo que se debe hallar el valor máximo o mínimo de una función objetiva

$$Z = x_1 + x_2 + \dots + x_n \quad Z = 3x - 2y + z$$

lineal sujeta a un conjunto de restricciones lineales de la forma

$$b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \leq c \quad \text{or} \quad b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \geq c \quad \text{Example: } x + y - 3z \leq 12$$

El valor deseado más grande (o más pequeño) de la función objetiva se llama el valor óptimo, y un conjunto de valores para las incógnitas x_1, x_2, \dots, x_n que nos da el valor óptimo es una solución óptima. Las variables x_1, x_2, \dots, x_n se llaman las variables decisión.

Maximización estándar

Es importante mencionar que Un problema de programación lineal (PL) es del tipo de maximización estándar si:

- Necesitamos hallar el valor máximo (no mínimo) de la función objetivo
- Todas las variables x_1, x_2, \dots, x_n son restringidas a ser no negativas
- Cada restricción adicional tiene la forma $b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \leq c$ (y no \geq) con c no negativa.

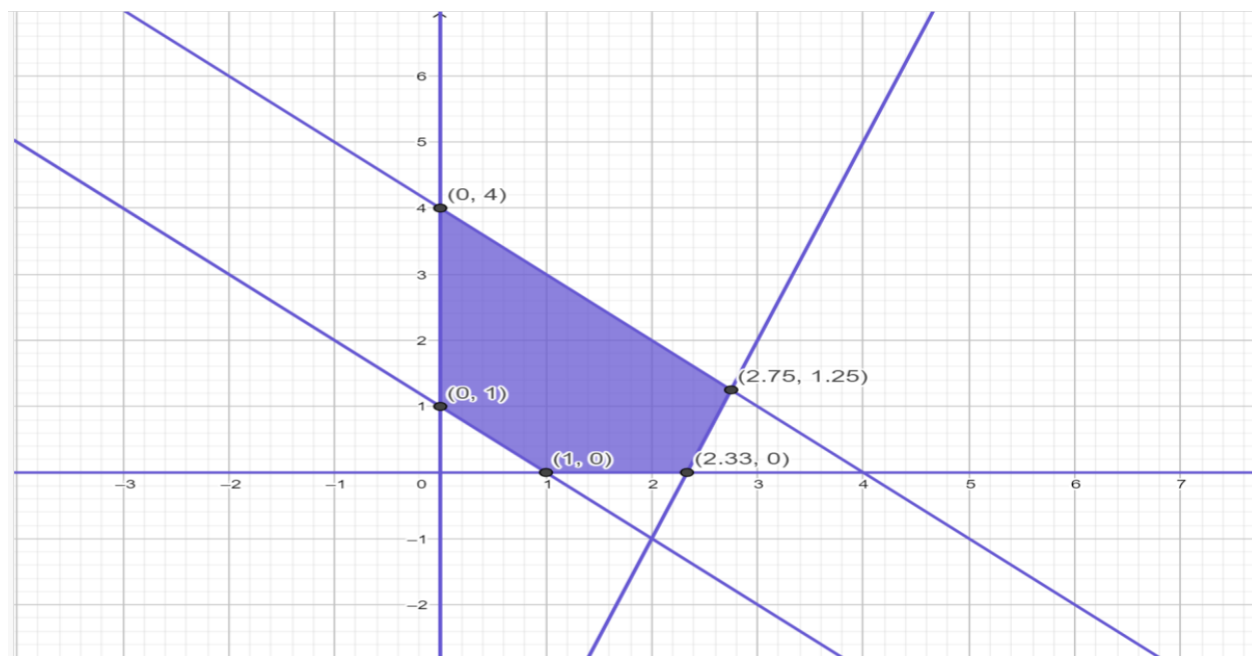


Figura 6 – Vértices de una región Factible, caso de maximización

Del siguiente gráfico con la función objetivo:

$$Z = x + y$$

Con las inecuaciones:

$$3x - y \leq 7$$

$$x + y \leq 4$$

$$x + y \geq 1$$

Los Vértices de la región factible son:

$\{(2.75, 1.25), (2.3, 0), (0, 4), (0, 1.), (1, 0.)\}$

Solución Óptima

Segmento $(2.75, 1.25) - (0, 4)$: 4

*De aquí se puede comprender que, para un modelo descrito por esta función objetivo y regido por este sistema de inecuaciones, independientemente del tipo de industria. Los Vértices denotados dentro de la región factible presentan soluciones factibles al respetar el área delimitada por las restricciones.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Minimización

Se propone la minimización como estrategia de optimización, en el uso eficiente de los recursos, como es el caso de:

- Minimización de costos
 - Estrategias de ahorro financiero
 - Reducción de tiempos de procesos (Entrega de productos, Ciclos de producción de maquinaria, etc.)
- *Todo esto en aras de la optimización global de un sistema

Una de las herramientas más poderosas para lograr esto, al igual que en el caso de la maximización, es el modelado matemático, el cual, por medio de diferentes herramientas de la investigación operaciones, propone a través de múltiples métodos:

- Programación Lineal
 - Simplex
 - Algoritmos
 - Modelado matemático

Estos métodos permiten crear el camino para alcanzar estos objetivos de minimización, los cuales repercutirán de manera directa e indirecta, al impactar la sinergia del sistema en cuestión.

Por lo que se reitera la necesidad de complementar una estrategia de minimización en conjunto con otra(s) de maximización, para así obtener los mejores beneficios a partir de la sinergia establecida entre ellas. Por lo que cabe reiterar la importancia de una planificación estratégica ligada al modelado matemático, como estrategia organizacional de optimización sinérgica dentro de un sistema integrado de gestión.

Es, por consiguiente, menester de toda la alta dirección organizacional proponer y acordar estrategias que permitan que los esfuerzos concatenados, en vez de crear cuellos de botella, permitan alcanzar la tan deseada sinergia, para la optimización global del sistema.

Por consiguiente, es requerido un análisis exhaustivo de las restricciones del sistema, ya que a partir de ellas se encontrarán las soluciones que permitirán la optimización. Escondiéndose así en medio de las limitantes, el camino para alcanzar una macro-optimización del sistema. Por lo que aunque de manera redundante, el modelo matemático afirma que en medio de las limitantes del sistema, se obtiene el apalancamiento de este.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Para un caso en el que se suponga, se cuenta con el siguiente escenario de Minimización

Con una función objetivo (FO) $Z = x + y$

Y un sistema de inecuaciones (Restricciones);

$$2x - 2y \leq 3$$

$$x + y \leq 3$$

$$x + y \geq 1$$

Se obtiene la siguiente solución con los valores para la FO {3,3,2}

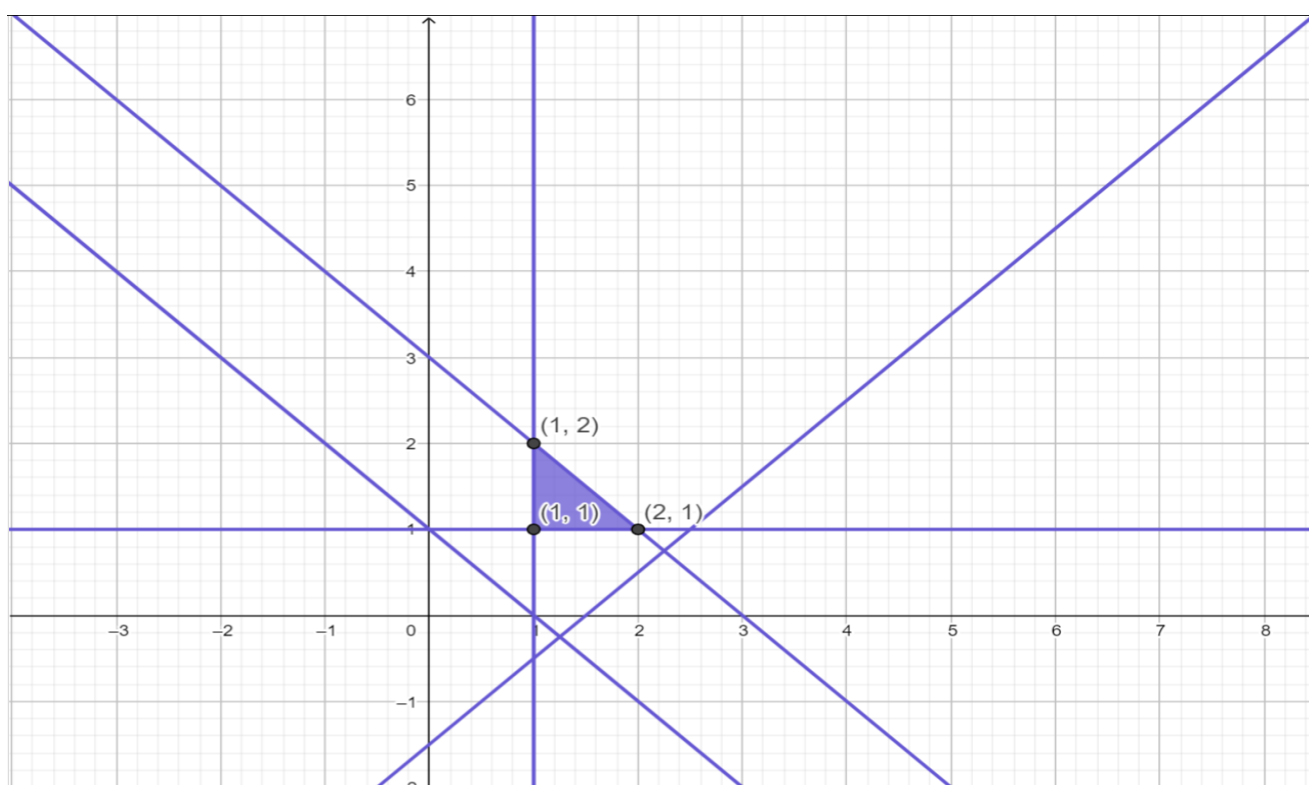


Figura 7: Caso de Minimización

Para estos valores de la Función objetivo, se obtienen los vértices de solución, que se encuentran contenidos a su vez entre las restricciones de frontera.

$$\{(1,2),(2,1),(1,1)\}$$

De aquí es posible observar que, entre las restricciones de frontera, yace un potencial para así mismo brindar soluciones factibles, dentro de los vértices que se encuentran contenidos a su vez dentro del área de las restricciones.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Sinergia, relación entre la Maximización y la Minimización

De la relación simbiótica entre los varios agentes que conforman el sistema integrado de gestión se puede aseverar, la obtención de una sinergia global del sistema. Por lo que, dentro de una estrategia de optimización global, es requerido siempre, observar la interacción entre las diferentes variables del sistema, para a partir del comportamiento de estas variables dilucidar la mejor ruta para impactar de manera efectiva el ecosistema organizacional, influenciando de esta forma, el rendimiento global organizacional.

De manera reiterativa, es requerido evaluar estrategias que, por ejemplo, incurran en mayores beneficios sin impactar negativamente otras partes del ecosistema organizacional. Buscando de esta forma la efectividad global, por encima de la eficiencia localizada dentro de un área en particular del sistema.

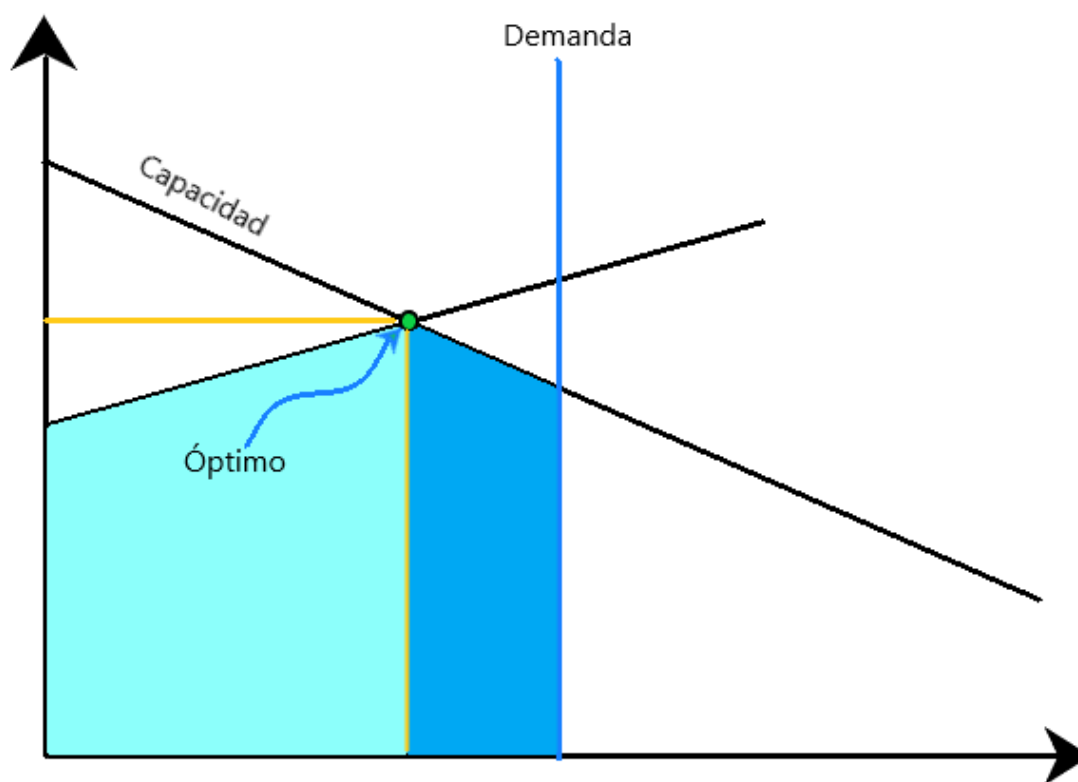


Figura 8 – Óptimo

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Así es posible afirmar que la sinergia es la relación obtenida, de la interacción coordinada de la minimización y maximización dentro del sistema, para así lograr partir de esta relación una macro-optimización del sistema global, evitando incurrir en el detrimento de varios componentes de este, producto del análisis exhaustivo que permite satisfacer una gran amplitud de restricciones dentro de la región factible que permite lograr la tan deseada solución factible.



Figura 9 – Sinergia del Sistema Integrado de Gestión

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Descifrando el Iceberg – Ruta al Éxito

Descifrar el Iceberg organizacional puede ser uno de los componentes más importantes en términos de la planificación estratégica, excelencia operacional y mejora continua para la búsqueda consecuente de la optimización organizacional sinérgica dentro de todo sistema integrado de gestión.

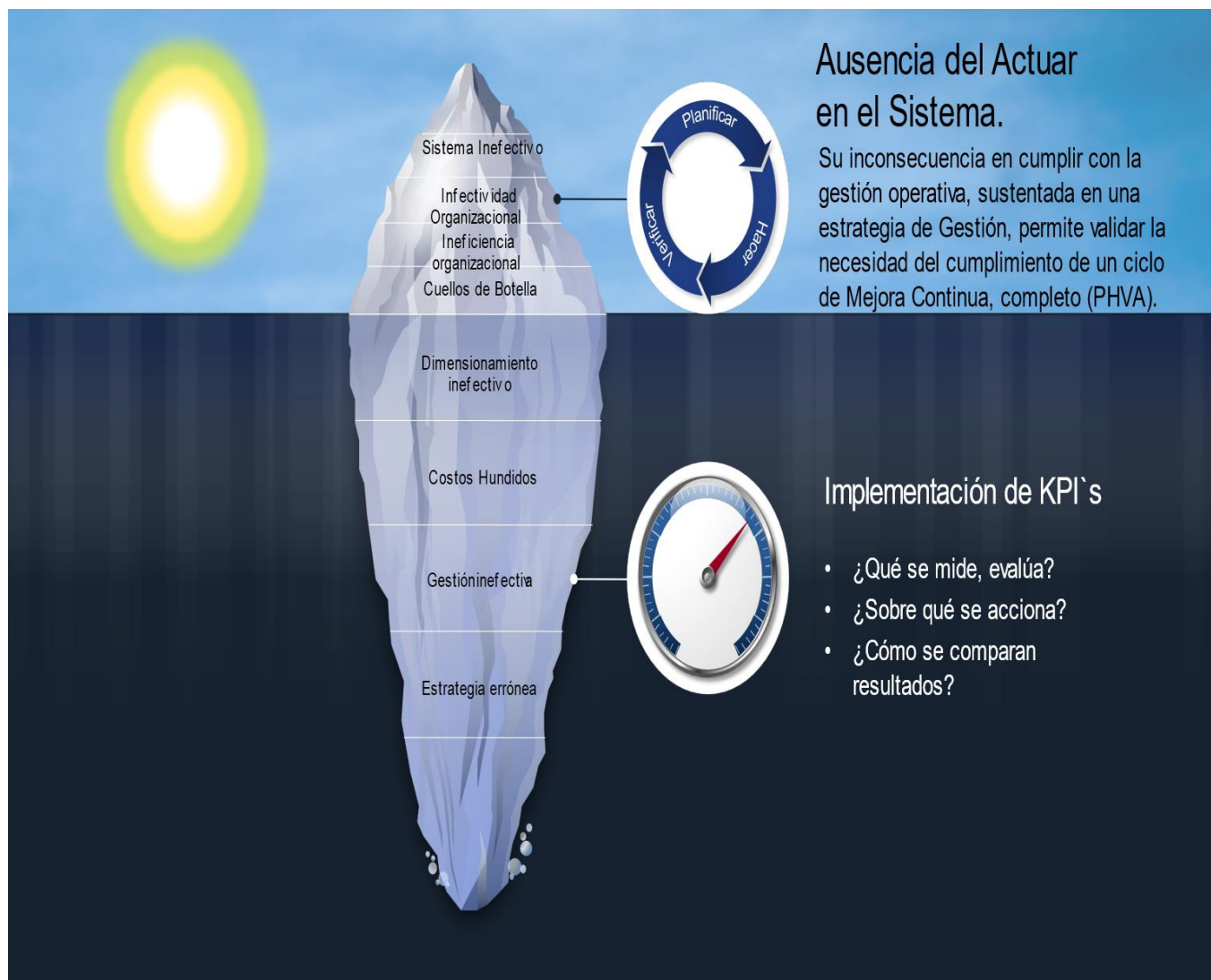


Figura 10 – Iceberg del Sistema

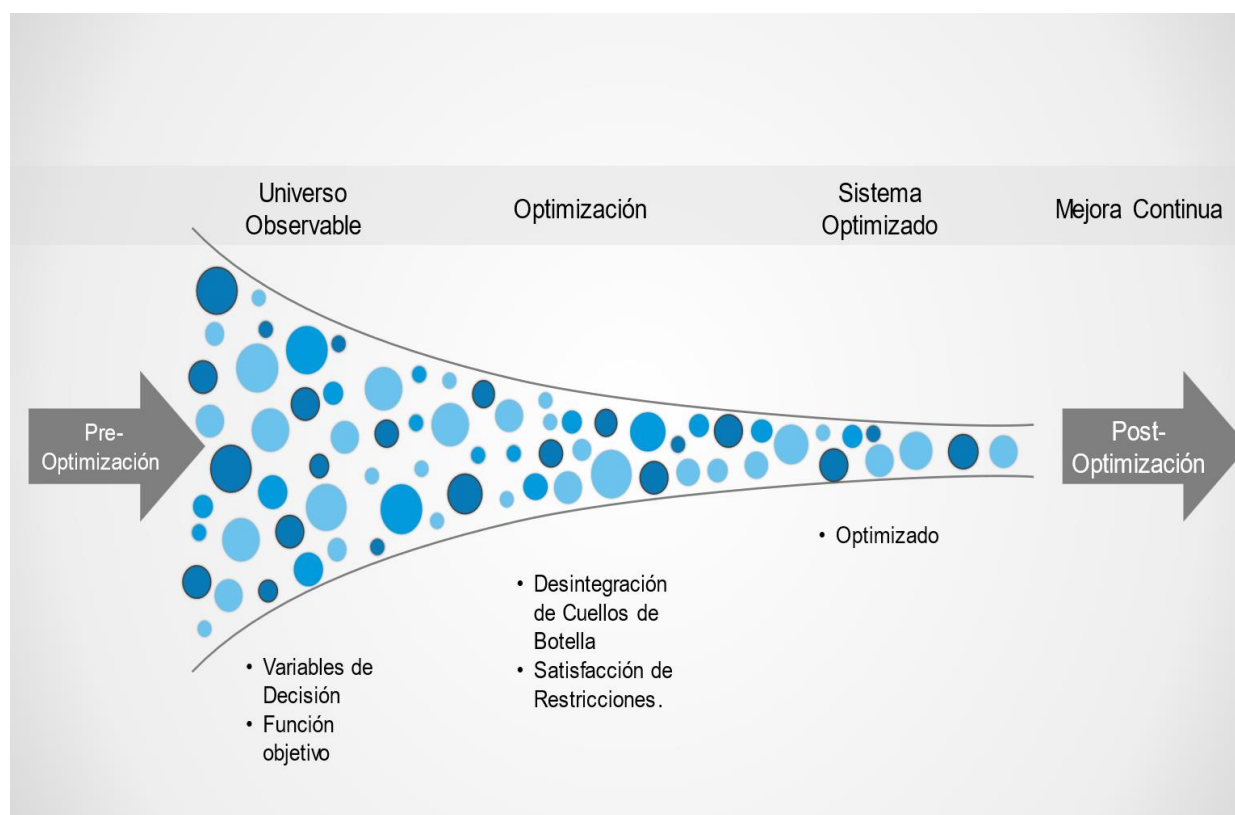
Por consiguiente, en todo análisis causa-raíz de los resultados obtenidos, se puede aseverar que se encuentra un componente clave para la desintegración de los cuellos de botellas, o eliminación general de desperdicios producto del uso ineficiente de los recursos pertenecientes al sistema. Por lo que esto a su vez se convierte en una herramienta inseparable para la mejora continua, que repercutirá en la efectividad del sistema. Al ser uno de los mecanismos que permiten la optimización del Sistema Integrado.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

En el análisis del universo observable, lo que se mide, yace un punto clave que determinará el éxito o fracaso del sistema de gestión. Por lo que, de manera reiterativa, es menester un análisis exhaustivo, para de esta manera establecer una hoja de ruta efectiva dentro de la planificación estratégica.

Siguiendo una planificación estratégica, sustentada en la optimización sinérgica del sistema de gestión, es posible afirmar que se conseguirán los objetivos organizacionales pactados, cumpliendo así con la eficacia (consecución de los objetivos), logrando la eficiencia operacional requerida, producto de la minimización y maximización, mientras simultáneamente se es efectivo al crear un valor agregado dentro del sistema integrado de gestión, por su constante evolución sinérgica.

Lo cual no se puede traducir en otra cosa, sino en un sistema condicionado, a más que adaptabilidad, a efectividad producto de la viabilidad, que sustenta su gestión operativa



estratégicamente de manera sinérgica a lo largo del tiempo.

Figura 11: *Pre y post optimización*

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Establecimiento de Relaciones

Uno de los puntos fundamentales, que repercutirán sobremanera en la efectividad del sistema integrado de gestión y por consiguiente en su sinergia. Es el del correcto establecimiento de relaciones entre las diferentes variables observables, por lo que se reitera de esta manera la importancia del análisis de contexto. El cual permite entender mejor el panorama del universo observable, creando de esta forma, un enfoque que activa el mecanismo por el cual es comprensible, que es el verdadero sujeto o sujetos de estudio, cuáles son las variables que realmente atañen a desentrañar el complejo mecanismo, o mecanismos que inciden en de manera directa o indirecta en el funcionamiento del sistema. De esta manera es posible potenciar, el funcionamiento del sistema.

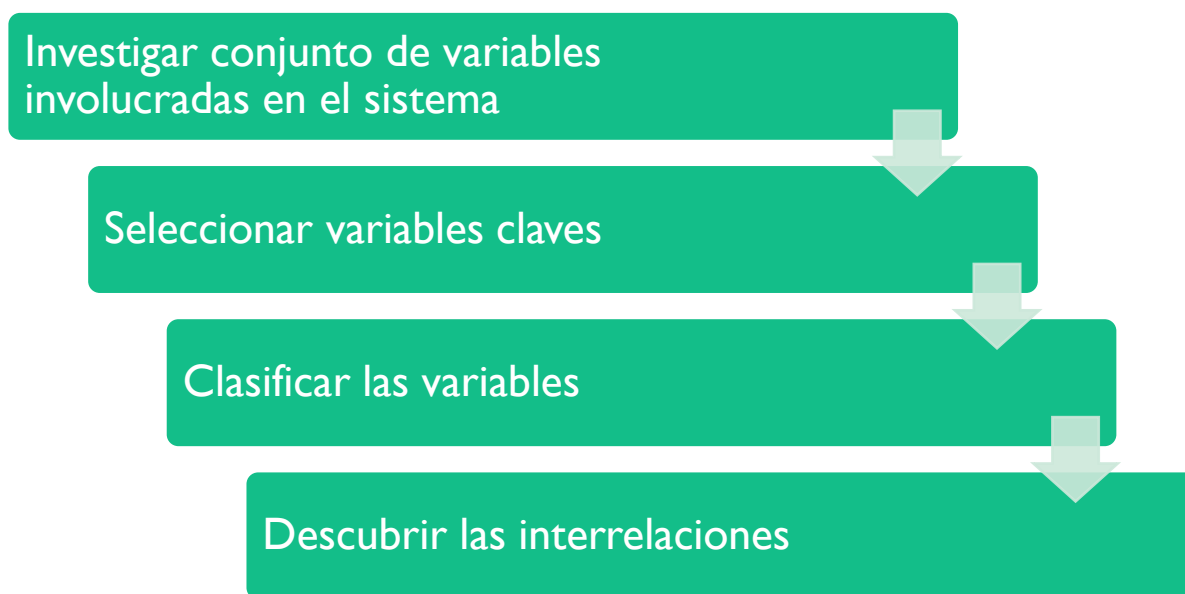


Figura 12: Adaptación de: <https://expertoeninventario.wixsite.com/mercedes-ortiz/single-post/2016/02/06/modelos-de-gestion>

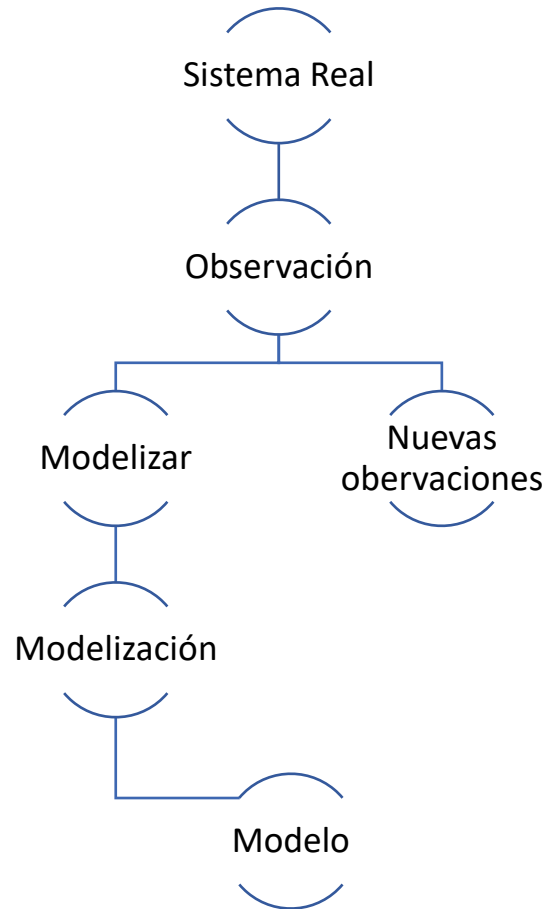


Figura 13: *Esquema de Modelado*

Del siguiente esquema:

- Sistema Real: Es la parte del Universo observable, limitada al espacio y tiempo
- Observación: Sujeto de estudio del Sistema Real
- Modelizar: Fijar el modelo a establecer
- Modelización: Implementación del modelo seleccionado en la fase de Modelizar
- Modelo: Representación de la naturaleza observable

Simulación

Es el proceso de estudiar el comportamiento de un sistema real haciendo uso de un modelo que replica el comportamiento de este sistema dentro de distintos escenarios. Un modelo de simulación es construido identificando las expresiones matemáticas y relaciones lógicas que describen como un sistema opera de manera coherente en base a las determinadas restricciones y variables definidas dentro de este.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Cabe destacar que una simulación imita la operación de un sistema real o un proceso del mundo real haciendo el uso de un modelo(s). Este modelo a su vez representa los atributos, características y los comportamientos claves de los procesos o sistemas. El modelo simboliza al Sistema mismo, mientras que la simulación representa la operación del sistema a lo largo del tiempo.

Dicho de otro modo, la simulación representa como el modelo evoluciona a lo largo del tiempo dadas las condiciones determinantes de este.

Normalmente las simulaciones hacen uso de softwares para proveer soporte a gerentes, directores de diferentes tipos de organizaciones en el proceso de toma de decisiones. Son pues las técnicas de simulación un aliado para el entendimiento y la experimentación de modelos de manera visual e interactiva.

Tipos de Simulación

Son muchos los tipos de simulación disponibles, pero para un enfoque basado dentro de un Sistema Integrado de Gestión es recomendable:

- Simulación de Eventos Discretos: Un modelo de eventos discretos permite observar eventos específicos que resultan en procesos.
- Ejemplo: Proceso de Soporte Técnico, un cliente llama a soporte técnico el sistema recibe esta llamada y la llamada es asignada a su vez a un agente.
-
- Simulación de Análisis de Riesgo / Monte Carlo: Esta simulación es un método de análisis de riesgo. Ha sido ampliamente usada en organizaciones previo a implementar un proyecto mayor o al momento de realizar cambio(s) dentro de un proceso.
Este proceso se encuentra fundamentado en el modelado matemático. La simulación de Monte Carlo hace uso de datos empíricos de un sistema real con sus respectivas entradas y salidas. De las cuales identifica las incertidumbres y riesgos potenciales a través de la distribución de probabilidad.
 - Aporte Clave:
 - Provee consciencia y entendimiento de los riesgos potenciales al Sistema

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Segmentación del Modelo de Simulación

Es posible segmentar la modelización en:

Un proceso de modelización estructurado, encontramos efectivo organizar el modelo en cuatro etapas:

1. **Formulación del Problema:** ¿Enmarcar / Delimitar el Problema, por qué? Los problemas no vienen con un alcance delimitado, toca analizarlos, para preparar una solución que abarque estas necesidades. Es necesario identificar el problema que merece un modelaje para ser resuelto, en otros incurrir en esto puede ser un gasto innecesario de recursos, invertir tiempo y dinero en la evaluación y análisis de un problema menor, o indiferente al funcionamiento global de la organización, perdiendo de vista algo que realmente puede brindar valor a la organización.

Aquí cabe reiterar que: “A diferencia de los ejemplos de en los libros de texto, la mayoría de los problemas prácticos que encuentran los equipos de modelaje son inicialmente alguno que se les describió de una manera vaga e imprecisa. Por lo tanto, la primera orden del día es estudiar el sistema relevante y desarrollar un enunciado bien definido del problema a ser considerado. Esto incluye determinar cosas tales como los objetivos apropiados, las limitaciones de lo que se puede hacer, las interrelaciones entre el área a estudiar y otras áreas de la organización, posibles cursos alternativos de acción, plazos para realizar una decisión, y así sucesivamente. Este proceso de definición del problema es crucial porque implica en gran medida, ya que afecta la relevancia de las conclusiones, y si realmente lo que se analizó fue un problema. (Hillier, Lieberman, 2014)”

2. **Diagramar el Problema:** Una vez se ha diagramado el problema, es efectivo desarrollar un entendimiento en alto nivel de este a través de la visualización, en el que se pueden entender de mejor forma, las iteraciones entre las diferentes partes que se encuentran involucradas en el modelo.
3. **Construir un Modelo:** Un modelo bien estructurado, es esencial para producir insights (razonamientos/ inferencias) La construcción de un modelo de este tipo requiere, de un marco de problema sólido y un entendimiento apropiado de las áreas influenciadas por el problema.
4. **Desarrollar Insights:** Generar Insights es la meta de todo modelo. Los insights devengan del proceso de explorar el comportamiento, tendencias, patrones descritos por el modelo.
5. **Comunicar:** Como último punto el modelo debe ser capaz de transmitir a un público educado en el tema, las soluciones planteadas, de manera tal que a partir de esto se obtengan los resultados deseados.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Análisis de Modelos

Factibilidad del Modelo

Ya que nos encontramos ante la premisa en la que toda organización se encuentra en búsqueda del escenario con la mejor solución (Óptima y Factible). Un solo modelo no es capaz de satisfacer y por ende convertirse en la representación perfecta del mundo real, por consiguiente, existen muchas suposiciones y aproximaciones, lo que lleva consigo un porcentaje de error asociado a estas soluciones. No es posible crear un modelo que replique con exactitud el comportamiento de un sistema físico. Por lo que la efectividad de todo modelo se encuentra supeditada a las condiciones en particular que hayan sido dadas para el modelo, que en los términos previamente mencionados harían alusión a Variables de Decisión y a las restricciones establecidas para este modelo.

Análisis de Diferentes Escenarios

Un modelo matemático puede permitir simular varios escenarios, para de esta forma proveer una poderosa herramienta en la toma de decisiones. El análisis devengado de los posibles escenarios, del inglés What-if-Analysis? (Análisis-de qué pasaría)

“El análisis de qué pasaría si se refiere a responder a la pregunta "¿y si hiciéramos esto?" o "¿y si hiciéramos eso?" que se puede responder ejecutando escenarios y sensibilidades. Esto se puede hacer ejecutando escenarios preestablecidos o probando sensibilidades cambiando las entradas manualmente o usando tablas de datos”. (Stein Fairhurst, 2019)

“Para tener el mayor impacto, los escenarios realmente deberían enfocarse en el área o suposición sobre la cual tenemos la menor certeza, o para la cual las fluctuaciones afectarían materialmente al negocio”. (Stein Fairhurst, 2019)

Optimización Estocástica

La optimización estocástica busca la solución en un escenario que depende del azar. Existen muchos sistemas en los cuales están presentes incertidumbres en su modelo, ya sea en la misma descripción del sistema o como perturbaciones. Entre muchas variables aleatorias se pueden mencionar la demanda eléctrica de una red de generación, el caudal de lluvias en un sistema de riego, la cantidad de personas que ocupan una habitación en un sistema de calefacción. Entre otras, son ejemplos de sistemas estocásticos, en los cuales se pueden tener presente para su solución la idea de escenarios. En concreto, la optimización estocástica busca generar una solución para varios escenarios que se pueden establecer bajo una condición probabilística. (Schildbach, Fagiano, 2013)

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

¿Porque se busca la optimización estocástica en un modelo?

Ya que “la división más prominente entre la solución de un problema con un solo periodo de tiempo (problemas de una sola etapa) y aquellos con múltiples periodos de tiempo (problemas de múltiples etapas). Los problemas de una sola etapa intentan encontrar una única decisión óptima, como el mejor conjunto de parámetros para un modelo estadístico con datos dados. Los problemas de múltiples etapas intentan encontrar una secuencia óptima de decisiones, como programar descargas de agua de plantas hidroeléctricas durante un período de dos años”. (Lauren A.H., 2014)

Caso de Éxito

Samsung Electronics

Samsung Electronics Corp., Ltd. (SEC) es una empresa líder multinacional electrónica y de tecnologías de punta de la información con sede en Samsung Town, Seúl, Corea del Sur. Es la principal subsidiaria del Grupo Samsung. Con plantas de ensamble y redes de venta en 65 países, Samsung Electronics cuenta con más de 200.000 empleados.

En el año 2009, la compañía logró la posición dominante a nivel mundial como el mayor fabricante de productos IT sobrepasando a Hewlett Packard, el líder anterior. Sus ingresos por ventas en las áreas de pantallas LCD y LED, así como de chips de computadora, ponen a Samsung Electronics como la compañía número uno a nivel mundial en este segmento.

El tiempo de ciclo es el término de la industria para el tiempo transcurrido de la liberación de un lote de obleas de silicio en blanco en el proceso de fabricación hasta la finalización de los dispositivos

que se fabrican en esas obleas. Reducción de los tiempos de ciclo es un objetivo continuo ya que reduce los costos y permite ofrecer plazos de entrega más cortos a los clientes potenciales, una clave real para mantener o aumentar la cuota de mercado en una industria muy competitiva.

Tres factores presentan desafíos particularmente importantes

“Cuando se esforzaba por reducir los tiempos de ciclo, se encontraron las siguientes restricciones:

1. La mezcla de productos cambia continuamente
2. La empresa a menudo necesita hacer cambios sustanciales en el fab-out (Fabricación Corta) producto de los cronogramas cortos, dentro del tiempo del ciclo objetivo de trabajo, a medida que revisa los pronósticos de la demanda del cliente.
3. Las máquinas de un tipo general no son homogéneas, por lo que solo un pequeño número de las máquinas están calificadas para realizar cada paso del dispositivo”. (Hillier, Lierberman, 2014)

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

“Un equipo de OR desarrolló una enorme programación lineal modelo con decenas de miles de variables de decisión y limitaciones funcionales para hacer frente a estos desafíos. La función objetivo consistía en minimizar los pedidos atrasados e inventario de artículos terminados. A pesar del enorme tamaño de este modelo, se resolvió fácilmente en minutos, cuando fue necesario el uso de una implementación altamente sofisticada del método simplex (y técnicas relacionadas)”. (*Hillier, Lierberman, 2014*)

La implementación continua de este modelo permitió:

“A la empresa, reducir los tiempos del ciclo de fabricación, para fabricar dispositivos de memoria dinámica de acceso aleatorio, cuya periodicidad oscilaba en más de 80 días, a menos de 30 días. Esta tremenda mejora y la reducción resultante, tanto en los costos de fabricación, como en los precios de venta, permitieron a Samsung capturar \$200 millones adicionales en ingresos por ventas anuales”. (*Hillier, Lierberman, 2014*)

Evaluación del Sistema

Es a partir de la evaluación del Sistema Integrado de Gestión que empieza a trazarse la hoja de ruta para la sostenibilidad y mejora continua de la actividad o actividades realizadas por la organización. Lo que es conocido mayormente en muchas otras ocasiones, como la consecución de la Continuidad del Negocio.

Análisis de Sensibilidad

Un Sistema Integrado de gestión se puede nutrir grandemente del enriquecimiento proveído a partir de los razonamientos devengados de un análisis de sensibilidad.

En un contexto de modelaje matemático, el análisis de sensibilidad hace alusión al proceso de ajuste de las variables claves dentro de un modelo, para observar el comportamiento del modelo de acuerdo con este ajuste en particular y responder a la pregunta de a qué tan sensitivo es el modelo al cambio de esa(s) variable(s) en concreto. Para un análisis efectivo de los escenarios, se involucró una serie completa de parámetros y cambios en los valores para cada uno de ellos dentro de los diferentes escenarios que serán el objeto de estudio. Como en el caso que muchas veces es evaluado el worst-case scenario (peor escenario).

Análisis Posóptimo

El análisis Posóptimo es aquel —que se lleva a cabo después de encontrar una solución óptima— constituye una parte muy importante de la mayoría de los estudios de investigación de operaciones. Este análisis también se conoce como análisis de qué pasa si, puesto que involucra algunas preguntas acerca de qué pasaría con la solución óptima si se hubieran considerado supuestos diferentes sobre las condiciones futuras. (Hillier, 2010)

El análisis posóptimo es uno de los primeros peldaños una vez se ha tomado la decisión considerada la óptima, para a partir de este lograr empezar nuevamente el ciclo de mejora continua dentro de la organización. Es a partir del análisis posóptimo en el que se puede realizar, el próximo estudio. La próxima inversión, el próximo análisis para la mejora global del sistema.

Es en este punto que es posible aseverar, que a la medida en que el análisis de contexto es el punto inicial para diseñar una estrategia de Optimización Organizacional, este que es el penúltimo peldaño establece el punto de partida para nuevos análisis de contexto, que a su vez se convertirán en el planteamiento de nuevos modelos sugeridos por el estudio de las diferentes variables, que atañen al desenvolvimiento del estado actual del sistema, en este punto, logrando de esta forma un ciclo de mejora continua.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Acciones Preventivas

Acciones Correctivas

Una vez han sido detectadas múltiples fallas dentro del Sistema Organizacional ejecutado, es posible retroalimentarse de estas fallas, para así proceder a la corrección de estas, generando así un punto de inicio dentro de la próxima hoja de ruta, para la mejora continua organizacional dentro del espectro observado. Es importante realizar un diagnóstico apropiado, luego de haber implementado las acciones correctivas correspondientes, para de esta forma lograr efectivamente mejorar las deficiencias encontradas dentro del sistema y así nutrirse de estas correcciones para que, a partir de ellas impulsar la mejora continua en el rendimiento organizacional.

El siguiente esquema y la filosofía previamente mencionada se encuentra fundamentado en una adaptación de TOC (Theory of Constraints) Teoría de las Restricciones por Eliyahu Goldratt.

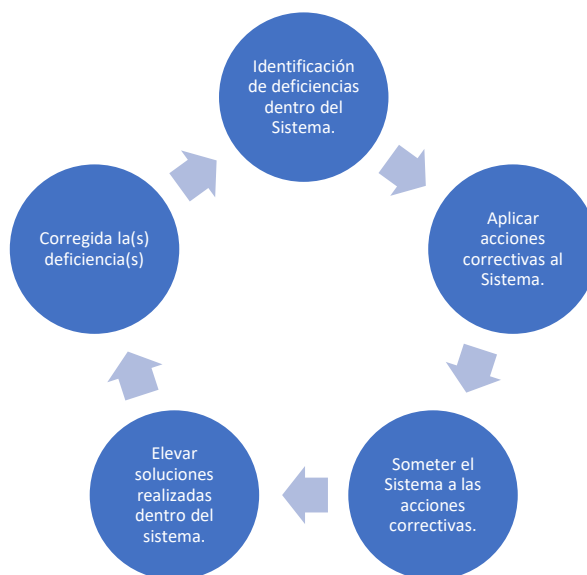


Figura 14: *Ciclo de Identificación y corrección de Deficiencias.*

Toda deficiencia detectada dentro del sistema (Cuello de botella, proceso ineficiente, etc.) es sometida a la ejecución de este ciclo, con el propósito de luego de superar la restricción que supone la deficiencia, alcanzar la optimización.

Recomendaciones

Modelo de Gestión Ideal

Supuesto Ideal

Se puede aseverar que todo Modelo de Gestión se encuentra supeditado a la realidad organizacional observada, por lo cual no es posible afirmar la existencia de un modelo ideal para un determinado ámbito, sino la adaptación en base al contexto organizacional inherente a la realidad de la empresa, por lo que afirmar la existencia de un Modelo de Gestión Ideal que permita alcanzar un estado de efectividad no será real.

Propuesta de Un Sistema Ideal

El siguiente es un modelo propuesto en base a la unión de diferentes metodologías para la consecución de una sinergia global dentro del sistema organizacional. Ahora con este supuesto no es posible aseverar, que efectivamente el comportamiento de las operaciones y proyectos organizacionales será gestionado de la mejor manera, haciendo uso de estas metodologías, pero sí es posible afirmar que por medio de estas es posible aportar una gran cantidad de valor, por la sumatoria de valor percibido de la implementación de estas diferentes metodologías, permitiendo alcanzar un nivel de rendimiento organizacional, dentro de altos estándares. Es importante reiterar nuevamente que este esquema propuesto, no es aplicable a la realidad organizacional de toda industria y este modelo presentado adelante es de aplicación preferible para una organización de tamaño mediano-grande (1000-50000 miembros).



Figura 15: *Sistema Integrado de Gestión, componentes*

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

*De aquí es posible afirmar que no existe un sistema ideal, todo sistema está condicionado a las limitantes, restricciones existentes dentro de la Realidad de su Contexto y Ecosistema Organizacional, así como a la suma de los factores incidentes en sus operaciones y proyectos que dictaminarán la hoja de ruta más efectiva a seguir, sustentada en las estrategias de mayor efectividad, para la creación de un sistema Integrado de Gestión Efectivo.

Este sistema no es otro, como aquel, que es capaz de direccionarse a través de las limitantes que presenta el sistema, explotando los cuellos de botella, o haciendo uso de estas restricciones como un aliado, para lograr apalancar los objetivos organizacionales. De un ejemplo de esto, muchos se preguntarán cómo es posible que las restricciones que presenta un programa, un proyecto, permitan impulsar a la organización a alcanzar algún objetivo. Por más contradictorio que se pueda llegar a pensar así es, a veces políticas o procedimientos que se ven como muy burocráticos permiten la consecución de objetivos, cabe señalar que no es este siempre el caso.

Un sistema que se nutre de una Planificación Estratégica, sustentada en Data Analytics (Análisis de Datos), Modelado Matemático y una constante retroalimentación en torno de la mejora continúa realizado de acuerdo con las necesidades provistas del análisis del contexto organizacional es un sistema que de manera ideal estaría destinado a la sinergia, producto de la plataforma analítica tan poderosa con la que contaría al tener estos tres pilares trabajando de manera conjunta.

Pero, es posible que en algún caso en que se logren integrar estas 3 metodologías de trabajo de manera conjunta, no sea sinónimo de sinergia, producto de algún desfase, planteamiento no apropiado, o una mala implementación de estas metodologías, lo cual, en vez de otorgar un valor añadido, pueden llegar a crear cuellos de botella, o una carga de trabajo mayor, y solo crear reprocesos producto de la falta de integración dentro de las 3 metodologías.

Indicando que no siempre es necesario la interacción conjunta todo el tiempo de estas metodologías, de trabajo ya que su uso puede representar desperdicio, por el uso ineficiente de recursos. Impactando de manera negativa la sinergia total del sistema.

Conclusiones

El análisis de contexto es de mayor trascendencia, pues este determinará, en primera instancia, entender con certeza en dónde se encuentra la organización, para así poder saber hacia dónde desea dirigirse. Una vez se ha logrado definir la ubicación actual de la Organización, entonces será posible trazar una hoja de ruta. Aquí yace la trascendencia, del porqué es sumamente necesario un análisis exhaustivo del contexto, para a partir de este, trazar la Hoja de Ruta Organizacional más apropiada, sustentada en diversas estrategias que permitirán aumentar en gran medida las posibilidades de consecución de los objetivos organizacionales, más no garantizará en un cien por ciento las probabilidades de el cumplimiento de estos objetivos.

Es posible aseverar que, de no realizar un análisis de contexto concienzudo como punto de inicio, para esa Planificación estratégica, se puede incurrir fácilmente en gastar múltiples recursos en cuestiones que no aporten casi valor, o un valor nulo al sistema. Producto de un mal planteamiento de la problemática que aqueja el Sistema Organizacional y, por ende, las soluciones propuestas no satisfagan las necesidades reales de la organización.

Dentro del planteamiento del modelado matemático, específicamente en el entendimiento de las restricciones del sistema, yace la clave para el apalancamiento global del sistema. Es, así como un componente que podría evaluarse como contradictorio al ser el impulsor de la optimización, se convierte en un componente clave, para la consecución de la tan deseada optimización del sistema, a través de la relación sinérgica de los componentes de este.

Del análisis de Contexto devengado de la evaluación exhaustiva de Datos Descriptivos, se podrán establecer las relaciones, para de ahí devengar los razonamientos, para el análisis de datos, en donde se obtendrán las mejores soluciones, en base a los diferentes escenarios percibidos, resultando en una clave para la consecución de la sinergia organizacional. Pero cabe destacar, que es necesario el análisis detallado de contexto, porque se puede incurrir con mucha facilidad en atender temas que no son una problemática real.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Bibliografía

Díaz, J. A. (2017, 23 junio). *La mejora de la productividad y reducción de costos con el enfoque orientado a Procesos*. Gerens. <https://gerens.pe/blog/enfoque-procesos-productividad-costos/>

Escuela Europea de Excelencia. (2017, 23 mayo). *Anexo SL: Estructura común de las normas de Sistemas de Gestión*. <https://www.escuelaeuropeaexcelencia.com/2017/05/anexo-sl-estructura-comun-normas-sistemas-gestion/>

Susana Gil, (14 de mayo, 2015) *Óptimo de Pareto*.
<https://economipedia.com/definiciones/optimo-de-pareto.html>

Modelos de Gestión. (2016, February 6). Mercedes-ortiz. <https://expertoeninventario.wixsite.com/mercedes-ortiz/single-post/2016/02/06/modelos-de-gestion>

Amirisetti, S. K. (2021, December 16). Optimization(OR) Models & Implementation Challenges. *Medium*. <https://medium.com/swlh/optimization-and-its-meaning-9f7976b88b48>

Boryslawska, M. (2022, January 4). ML Strategy — what can make it successful? — part 1. *Medium*. <https://boryslawskamaria.medium.com/ml-strategy-what-can-make-it-successful-part-1-bad117e024ff>

Mathematics of Money With Applications.

(n.d.). <http://home.ubalt.edu/ntsbarsh/Business-stat/otherapplets/CompoundCal.htm>

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.

Amirisetti, S. K. (2021b, December 16). Optimization(OR) Models & Implementation Challenges. *Medium*. <https://medium.com/swlh/optimization-and-its-meaning-9f7976b88b48>

Lauren A. Hannah (2014, April 4). Stochastic Optimization <http://www.stat.columbia.edu/~liam/teaching/compstat-spr15/lauren-notes.pdf>

Georg Schildbach, Lorenzo Fagiano, Christoph Frei, and Manfred Morari.

The scenario approach for stochastic model predictive control with bounds on closed-loop constraint violations. A Journal of IFAC, the International Federation of Automatic Control, 2013.

Hillier, Frederick S._ Lieberman, Gerald J - Introduction to Operations Research-McGraw-Hill (2014)

Sensitivities, Scenarios, What-if Analysis – What’s the Difference? (2019, Noviembre 22). FP&a Trends. <https://fpa-trends.com/article/sensitivities-scenarios-what-if-analysis-whats-difference#:~:text=What%20Dif%20analysis%20refers%20to,manually%20or%20using%20data%20tables>.

Julián José Ow Young Gutiérrez estudiante de Ingeniería Industrial con Énfasis en Auditoría y Gestión de Procesos. Escuela de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de Panamá, Profesor MSc. Ing. Ernesto Barberena, Director de Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Panamá.