



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“El arquetipo sistémico de la tragedia del terreno común basado
en la dinámica de sistemas ilustrado a través del uso del dinero
en las actividades de una empresa”**

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR: PEDRO GABRIEL MERCHÁN CEPEDA
010508870-2

DIRECTOR: JAMES MARLON ARIAS CISNEROS
010240714-5

JULIO 2018

CUENCA – ECUADOR

“El arquetipo sistémico de la tragedia del terreno común basado en la dinámica de sistemas ilustrado a través del uso del dinero en las actividades de una empresa”

Pedro Merchán¹, James Arias².

Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Carrera de Ingeniería Industrial

Cuenca – Ecuador, Fecha de entrega: 17 de julio de 2018

Abstract: The system dynamics and their systemic archetypes determine the correlations between different subsystems and decisions, showing the cycles that decisions give and the interrelationships between these cycles, and what directions or behaviors generate these interrelations with the objective of guide better sets of results in the studied systems. The archetype of the tragedy of the commons is manifested when the use of a shared resource is done individually by the actors who need it in order to obtain benefits from it without considering that in the future said resource will be depleted, decreasing rewards without regard for effort put into extracting the resource. Here capital is the common resource for the development of company's activities where, under an initial non-holistic decision, the system can generate increasing profits but with a decompensation in the subsystems, they decrease. The system is modeled and with the simulation data on Vensim it is demonstrated that the expected behavior according to the archetype is obtained and with the same data analyzed statistically from an individual and collective perspective on Minitab can generate an optimal configuration to avoid the presence of the tragedy of the commons and maximize the fulfillment of a set of objectives.

Keywords: Tragedy of the commons, Capital, System dynamics, Common resource

Resumen: La dinámica de sistemas y sus arquetipos sistémicos determinan las correlaciones que existen entre diferentes subsistemas y decisiones, mostrando los ciclos que dan las decisiones y las interrelaciones entre estos ciclos, y que sentidos o comportamientos generan estas interrelaciones con el objetivo de encaminar mejores conjuntos de resultados de los sistemas estudiados. El arquetipo de la tragedia del terreno común se manifiesta cuando el uso de un recurso compartido se hace de forma individual por los actores que necesitan del mismo para obtener beneficios sin considerar que a largo plazo el mismo llegará a agotarse disminuyendo los beneficios sin importar el incremento del esfuerzo por los mismos. Aquí se presenta al dinero como recurso común para el desarrollo de las actividades de una empresa en donde bajo una decisión inicial, no holística el sistema puede generar ganancias crecientes pero que ante una descompensación en los subsistemas van disminuyendo. El sistema es modelado y con los datos de simulación en Vensim se demuestra que el comportamiento esperado de acuerdo al arquetipo es el obtenido y con los mismos datos analizados estadísticamente bajo una perspectiva individual y colectiva en Minitab se puede generar una configuración óptima para evitar la presencia de la tragedia del terreno común y maximizar el cumplimiento de un conjunto de objetivos.

Palabras Claves: Tragedia del terreno común, Dinero, Dinámica de sistemas, Recurso común

¹ Estudiante de Ingeniería Industrial, correo electrónico: pedro.merchan@ucuenca.ec

² Docente de la Carrera de Ingeniería Industrial, correo electrónico: james.arias@ucuenca.ec



Índice

1. Introducción	6
2. Materiales y Métodos	9
3. Resultados	13
4. Conclusiones	22
5. Referencias bibliográficas	23
6. Anexos	25



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo PEDRO GABRIEL MERCHÁN CEPEDA en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "EL ARQUETIPO SISTÉMICO DE LA TRAGEDIA DEL TERRENO COMÚN BASADO EN LA DINÁMICA DE SISTEMAS ILUSTRADO A TRAVÉS DEL USO DEL DINERO EN LAS ACTIVIDADES DE UNA EMPRESA", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 06 de septiembre del 2018

PEDRO GABRIEL MERCHÁN CEPEDA

C.I: 010508870-2



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo PEDRO GABRIEL MERCHÁN CEPEDA, autor/a del trabajo de titulación "EL ARQUETIPO SISTÉMICO DE LA TRAGEDIA DEL TERRENO COMÚN BASADO EN LA DINÁMICA DE SISTEMAS ILUSTRADO A TRAVÉS DEL USO DEL DINERO EN LAS ACTIVIDADES DE UNA EMPRESA certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 06 de septiembre del 2018

A handwritten signature in blue ink, reading "Pedro Merchán Cepeda", written over a horizontal line.

PEDRO GABRIEL MERCHÁN CEPEDA

C.I: 010508870-2

1. Introducción

Dentro de toda empresa de producción de bienes siempre surge la confusión de cuál es la forma y perspectiva correcta para usar el dinero generado por su actividad, por lo general se observa un concepto de entrada y salida, es decir desde el punto financiero, linealmente con el ciclo de conversión de efectivo (CCE) como se muestra en la figura 1. En donde normalmente los economistas usan este método compuesto de variables como periodo de conversión de inventario, periodo de cobranza de las cuentas y periodo en que se difieren las cuentas por pagar y logran equilibrar de alguna manera este flujo de dinero.

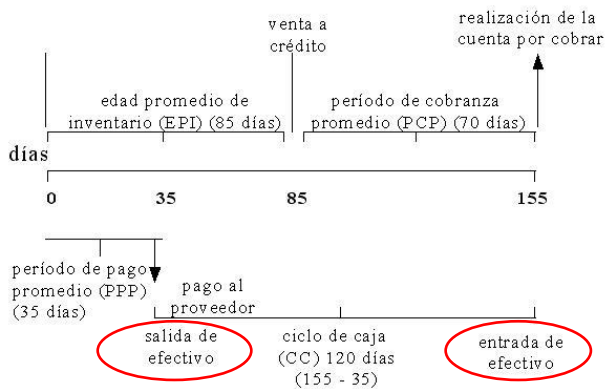


Figura 1 Ciclo de conversión de efectivo. (José Alejandro, 2008).

Cuanto más largo sea el CCE, mayor será el capital circulante que se necesitará para la gestión de las operaciones, lo cual puede constituir un desafío abrumador para muchas empresas. Por lo general, las compañías buscan reducir su CCE. Para ello, puede que se logre manejar mejor los niveles de inventario, obtener de sus proveedores plazos de pago más largos, mejorar sus procesos de recaudo o ajustar los plazos de pago que se ofrece a los clientes. Sin embargo, puede que estas medidas no siempre sean prácticas o que no se deseen tomarlas por diferentes razones (Liquid Capital Consulting, 2016).

Personas que han usado este método mantienen que considerar en el cálculo de los ratios de días del periodo de cobranza promedio y días del periodo de pago promedio, las ventas totales y costos de ventas totales implica un grave error, puesto que distorsiona el resultado del método. Asimismo, no permite medir la efectividad de las políticas de cobranza de la empresa ni el cumplimiento de su pago a proveedores, información que puede ser decisiva al momento de tomar la decisión crediticia (Flores, 2010).

Por otra parte, jamás debe dejarse pasar por alto, el hecho de que los propietarios deben también asumir un compromiso con su negocio. Por lo que, nunca será recomendable financiar la totalidad del CCE. La participación que deben asumir las entidades de crédito y el deudor, dependerá de las políticas de crédito de cada entidad crediticia. Es una herramienta importante para calcular las necesidades de capital de trabajo de una empresa, Sin embargo, debe tomarse en cuenta algunas recomendaciones, tales como, considerar en el cálculo de los ratios de días del periodo de cobranza promedio y días del periodo de pago promedio, las ventas totales al crédito y las compras al crédito; que de paso, nos permitirán determinar si la empresa está ejecutando adecuadamente sus políticas de crédito y cumpliendo con el pago a proveedores, dentro de los plazos pactados. Y, nunca, financiar la totalidad del CCE (Flores, 2010).

Bajo esta figura al ser visto el flujo de dinero como un esquema lineal técnicamente es una estructura piramidal con un seguimiento y un camino, la solución natural para equilibrar el CCE es aumentar la entrada u obturar la salida. Por lo tanto, efectos comunes a esto si se obtura la salida por ejemplo en el caso de no pagar a proveedores se podría quebrar en moratoria de pagos y quitarse el crédito de pago solicitando así pagos anticipados por lo que ahora se necesitará más dinero para



hacer lo mismo al inicio. No pagar salarios es otra acción para obturar la salida, pero en cambio se podría caer en una demanda, huelgas, triple recargo, problemas de calidad. Mientras que al aumentar la entrada a través de financiamiento externo o más ventas que es el cauce natural en lo lineal desde un punto de vista financiero probablemente se compre más inventario, pero ese inventario en el tiempo aumentará la rotación y la rotación desembocará en dejar de comprar para disminuir el gasto no los ingresos, pero si no se tiene lo correcto para producir lo que está vendido se perderían pedidos, luego se dirá que se tiene demasiado inventario y se evaluará la opción de descuentos para deshacerse del mismo pero se perderá margen, después se controlará mas no comprar y se perderá nuevamente ventas por no tener el producto continuando así en un círculo vicioso.

En definitiva, el hecho de no ver los efectos colaterales y solo compensar hace que se tomen medidas que vuelven a ser corregidas una y otra vez generando inestabilidad en la empresa.

Ahora ya sabemos que tomar decisiones bajo este esquema para equilibrar un área es afectar a otras áreas, que una solución A puede impactar en contrasentido para una solución B. Con esta perspectiva financiera lineal vemos que no es suficiente. Sin embargo, a través de los nuevos conceptos administrativos donde se propone que en lugar de verlo como contexto económico tiene que ser lo más objetivo desde un contexto logístico integrado y en este punto se encuentra la propuesta generada por Peter Senge, el director del centro para el Aprendizaje Organizacional del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Quien en 1990 escribió el libro *The Fifth Discipline* (Senge, 1990) donde desarrolla la noción de organización como un sistema (desde el punto de vista de la Teoría General de Sistemas), en el cual expone un dramático cambio de mentalidad profesional donde habla sobre la dinámica

de sistemas (DS) que trata de determinar las correlaciones que existen entre los diferentes subsistemas, los ciclos que dan las decisiones, las interrelaciones entre estos, y como este conjunto de interrelaciones generan sentidos. Además, habla de los ciclos compensadores y reforzadores que pueden caer dentro de los conceptos de círculos viciosos donde las cosas empiezan mal y siguen empeorando y los círculos virtuosos que en cambio refuerzan direcciones deseadas. Bajo esta dinámica de sistemas personas que han estudiado han cambiado la perspectiva a las soluciones porque los mundos no son lineales sino interrelacionados.

Considerando ahora la dinámica de sistemas y mostrando los círculos que se forman y los efectos colaterales que podrían darse por el hecho de tomar una decisión Peter Senge lo ha plasmado a través de lo que él denomina los arquetipos sistémicos que son patrones de comportamiento de un sistema. Situaciones que se repiten permanentemente, por costumbre, generando errores en el comportamiento de una organización, también los define como la descripción de un proceso, que ayuda a reconocer comportamientos repetitivos para encontrar sus puntos de apalancamiento, es decir, permite saber cuál es el cambio adecuado para eliminar el límite más importante que sufre el sistema, a través de lo cual ganará dinamismo en una forma más que proporcional. Siendo en resumen un modelo estructural que permite conocer, entender y analizar de una manera holística el comportamiento de cualquier sistema (Senge, 1990).

Si bien ya se sabe a qué se refiere la DS existe un problema en la búsqueda de herramientas de como armarla o determinarla para una situación específica. Bajo esta búsqueda se encuentran softwares libres generales de simulación de situaciones, por ejemplo, Vensim, que es una herramienta visual de modelización que permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de

dinámica de sistemas. Provee una forma simple y flexible de construir modelos de simulación mediante diagramas de influencias y diagramas de Forrester en un periodo de tiempo para entender lo ciclos y comportamientos de un sistema.

El software libre Vensim demuestra que se han hecho trabajos en el área ambiental, empresarial, social y física como por ejemplo dinámica poblacional, dinámica de existencias, dinámica de un depósito, dinámica de precios y producción, desarrollo de una epidemia, etc en el libro Teoría y ejercicios prácticos de Dinámica de Sistemas (García, 2018).

Bajo todas estas figuras determinando que existe un recurso en común en este caso el dinero podríamos plasmarlo a través de un arquetipo sistémico, pues al existir varias operaciones de una empresa que se interconectarían a través del concepto del dinero común. Uno de los arquetipos más utilizado en casos así es el arquetipo de la tragedia del terreno común que se muestra en la figura 2. Este arquetipo versa condiciones de ganancia individual y colectiva que bajo sus consideraciones y con la simulación de situaciones se analizará los ciclos del dinero desde una perspectiva logística integrada.

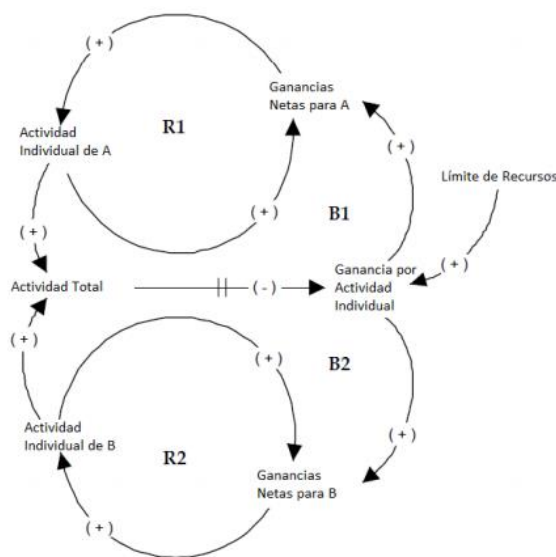


Figura 2 Arquetipo sistémico de la tragedia del terreno común

El arquetipo sistémico consiste en cuatro bucles, dos de compensación y dos de retroalimentación, un recurso común limitado, agentes que agotan el recurso de acuerdo al beneficio obtenido de éste, y el esfuerzo, que indica la dificultad para conseguir los recursos en un periodo determinado. (Hernández, y otros, 2015). La tragedia del terreno común se evidencia cuando la actividad total crece, pero las ganancias obtenidas a partir de actividades individuales descienden.

Se han realizado trabajos usando el arquetipo sistémico de la tragedia del terreno común en otras áreas dentro de las cuales se pueden mencionar los siguientes trabajos en los cuales se utiliza la dinámica de sistemas para el estudio del arquetipo.

Otto & Struben (2004) quienes utilizando la dinámica de sistemas y basados en el arquetipo de la tragedia del terreno común, logran una intervención exitosa en la comunidad de Gloucester, Massachusetts en un tema relacionado con la pesca. (Hernández, y otros, 2015). De igual manera como en el trabajo de “Regularización por privatización de recursos naturales de uso común” de Cárdenas, Ceballos, Parra, & Muñoz (2015) la DS permite llevar a cabo una explicación del fenómeno de la depredación del bagre en el banco de Magdalena en Colombia pero a un nivel básico ya que muchas consideraciones de la DS son difíciles de llegarlas a expresar en términos cualitativos escapándose al nivel de abstracción exigiendo un modelo dinámico sistémico cuantitativo.

En cambio, en la línea de los modelos matemáticos considerando la tragedia del terreno común se pueden mencionar como uno de los más recientes trabajos a Madani, M. Rouhani, Mirchi, & Gholizadeh (2014) quienes proponen un modelo de soporte a las negociaciones sobre un recurso común entre países fronterizos. (Hernández, y otros, 2015)



Por otra parte, algunos trabajos abordan el estudio del terreno común desde elementos más cualitativos, tales como el trabajo presentado por Van Gils, Siegl, & Bennett (2014) que realizan un estudio sobre el uso de la tierra común en países europeos y plantean algunas propuestas de política de tierra y administración de la misma. En este mismo sentido se puede mencionar a Nesheim y otros (2014) quienes utilizan cadenas causales para el análisis de políticas para el uso de la tierra en siete países del hemisferio sur de tres continentes diferentes. Si bien en este trabajo no se presentan los diagramas típicos de la DS, si se consideran las relaciones de realimentación existentes en el sistema. (Hernández, y otros, 2015)

Por otro lado en “Not only the tragedy of the commons: misperceptions of feedback and policies for sustainable development” Moxnes (2001) investiga explícitamente el papel de las percepciones erróneas de las poblaciones que son más devastadoras para la toma de decisiones humanas que los sesgos en la heurística que se ocupan de la incertidumbre, también habla sobre los flujos y las no linealidades en la gestión de recursos renovables, es decir se presentan errores importantes cuando no se consideran los elementos dinámicos involucrados en situaciones donde el arquetipo sistémico de la tragedia del terreno común es evidente. Bajo sus resultados experimentales espera que sean el motivo para estudiar complejos problemas dinámicos con datos de campo.

En “La tragedia del terreno común, un arquetipo sistémico ilustrado a través del uso de la tierra en actividades agropecuarias” Hernández y otros (2015) usan la dinámica de sistemas y un simulador de situaciones, pero no consideran el efecto que tiene la ejecución de estrategias y políticas sobre el sistema definidas y controladas por la dirección.

Bajo todas estas revisiones, se conoce que las interrelaciones generan círculos

virtuosos y viciosos y dentro de los ciclos existen acciones que demoran en el tiempo y normalmente esas demoras no son fáciles de ver en los circuitos simples pero es plasmable en los interconectados, bajo esta perspectiva y con esta óptica es factible analizar a profundidad de una manera diferente algo que no ha sido planteado como el estudio del dinero al ser un recurso común en una empresa que técnicamente se apega al concepto del arquetipo sistémico de la tragedia del terreno común.

Determinado así que primero con el estudio lineal como flujo de dinero que es una técnica común aceptada, pero podría no ser suficiente por lo que existen acciones que rebotan sobre los objetivos de una empresa, normalmente estas acciones se plasman cuando existe escasez de dinero y al existir escasez se notan las falencias. Ahora a través de la DS, el arquetipo sistémico de la tragedia del terreno común y un simulador de situaciones se quiere demostrar que utilizar el dinero bajo un concepto holístico interconectado permite mayor control pues se cumplirían los requisitos de mostrar ciclos compensadores y reforzadores de la DS presentes en el sistema.

2. Materiales y Métodos

Como caso de estudio, se busca mostrar el comportamiento del beneficio asociado al aprovechamiento del dinero por dos grupos como actores presentes dentro de toda empresa de producción, el grupo de producción y el grupo de administración con sus respectivas actividades que, ejecutadas a altos niveles, llegan a agotar un recurso limitado como es el dinero disponible.

En la figura 3. Se muestra el diagrama causal propio del arquetipo sistémico de la tragedia del terreno común que muestra las relaciones entre los factores que influyen en el caso de aplicación mencionado, en este diagrama se muestran los cuatro bucles, dos de compensación y dos de retroalimentación.

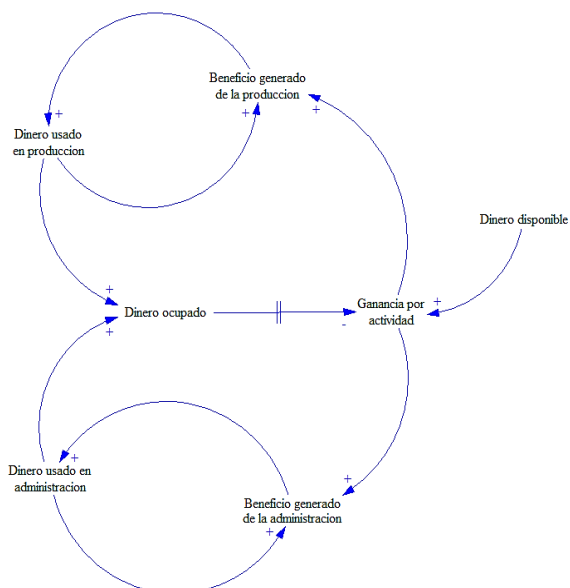


Figura 3 Diagrama Causal arquetipo de la tragedia del terreno común aplicado al dinero

En los bucles de retroalimentación se relacionan el beneficio generado de las actividades de producción con el dinero usado en las mismas, presentando estas variables una relación positiva, es decir, un incremento en una de las dos variables generará un incremento en la otra, la cual finalizará en la primera.

De igual manera el segundo bucle de realimentación relaciona el dinero usado en las actividades de administración con respecto al beneficio generado por las mismas, y cómo esta última variable afecta directamente a la primera del mismo modo que el primer bucle de retroalimentación.

Por su parte, los bucles de compensación expresan las relaciones entre los beneficios obtenidos tanto para las actividades de producción como para las actividades de administración y cómo la competencia por obtener parte del recurso limitado que es el dinero entre estos dos actores genera una disminución de los beneficios netos obtenidos por el desarrollo de dichas actividades. Esta disminución de los beneficios no es inmediata, y a cambio de ella se ve reflejada en el largo plazo, siendo expresada en el diagrama como una demora en el sistema.

A partir del diagrama causal del caso de estudio y sus bucles se definen los datos que se ingresarán, las variables independientes que son aquellas que cambiarán para la evaluación del mismo y variables dependientes involucradas en las actividades de producción, administración y comunes entre estos 2 actores.

Datos a ingresar
Años de pago préstamo
Capacidad de Producción diaria
Costo Insumo por und
Costo MO Administración
Costo MO Producción
Costo MP unitario
Días de producción al mes
Efectividad de Mercadeo
Gastos de Mercadeo
Gastos fijos
Interés anual
Meses de obsolescencia MP
Meses de obsolescencia PT
Pedido promedio por cliente
Porcentaje de obsolescencia MP
Porcentaje de obsolescencia PT
Precio Normal
Tasa de utilización de dinero Administración
Tasa de utilización de dinero Producción
Venta Natural

Tabla 1 Datos a Ingresar

Variables Independientes
% de Descuento Ventas
Cantidad MP para inventario
Crédito de pago
Política de crédito
Préstamo
Producción para inventario

Tabla 2 Variables Independientes



VARIABLES Dependientes
Cantidad pedida
Capacidad mensual de Producción
Cientes
Compras
Costo Insumos
Costo MP
Costos de Producción
Costos Totales
Demanda
Dinero ocupado Administración
Dinero ocupado Producción
Dinero ocupado total
Dinero total
Efectivo MP
Efectivo PT
Impuestos totales
Ingreso Administración
Ingreso Producción
MP para Inventario
Obsolescencia MP
Obsolescencia PT
Pago préstamo
Precio de venta
Producción
Productos vendidos
Utilidad neta
Ventas

Tabla 3 Variables Dependientes

Una vez definidas todas las variables dependientes e independientes, datos, relaciones entre ellas y expresiones matemáticas (Ver Anexo 1) se delimitan las variables a medir.

VARIABLES a medir
Cumplimiento de pedidos
Dinero Administración
Dinero disponible
Dinero Producción
Inventario MP
Inventario PT
Moratoria de pagos
Pérdida por obsolescencia

Tabla 4 Variables a medir

Con todas las variables y datos definidos es construido el diagrama de Forrester que indica todas las relaciones presentes en el sistema representadas en la figura 4. Con la siguiente nomenclatura.

Variable Independiente	Política de Crédito
Dato	D Gastos fijos
Variable Dependiente	Costos de Producción
Variable a medir	Moratoria de pagos

Tabla 5 Nomenclatura usada en el diagrama de Forrester

En este diagrama se presenta principalmente al arquetipo sistémico de la tragedia del terreno común al centro del mismo, también los ciclos de abastecimiento, almacenamiento, producción, ventas, demanda y mercadeo, los cuales se unen entre si bajo el concepto del dinero común.

Se definen también niveles, el primero asociado al dinero disponible para las actividades de producción y administración como actores, el cual será el recurso limitante durante las simulaciones, el segundo y tercer nivel consideran el dinero usado para los dos actores, los cuales son alimentados por la utilización del dinero en sus actividades respectivamente y están sujetos a la restricción del dinero disponible, además, el crecimiento de estos dos niveles se ve afectado por el beneficio obtenido por cada actor en una relación positiva, es decir que aumenta más rápidamente ante un aumento en el beneficio obtenido individualmente. Por último, el nivel faltante es la moratoria de pagos que se acumula por el uso excesivo entre ambos actores y por lo tanto dejaría al sistema sin dinero disponible para el desarrollo de sus actividades normales.

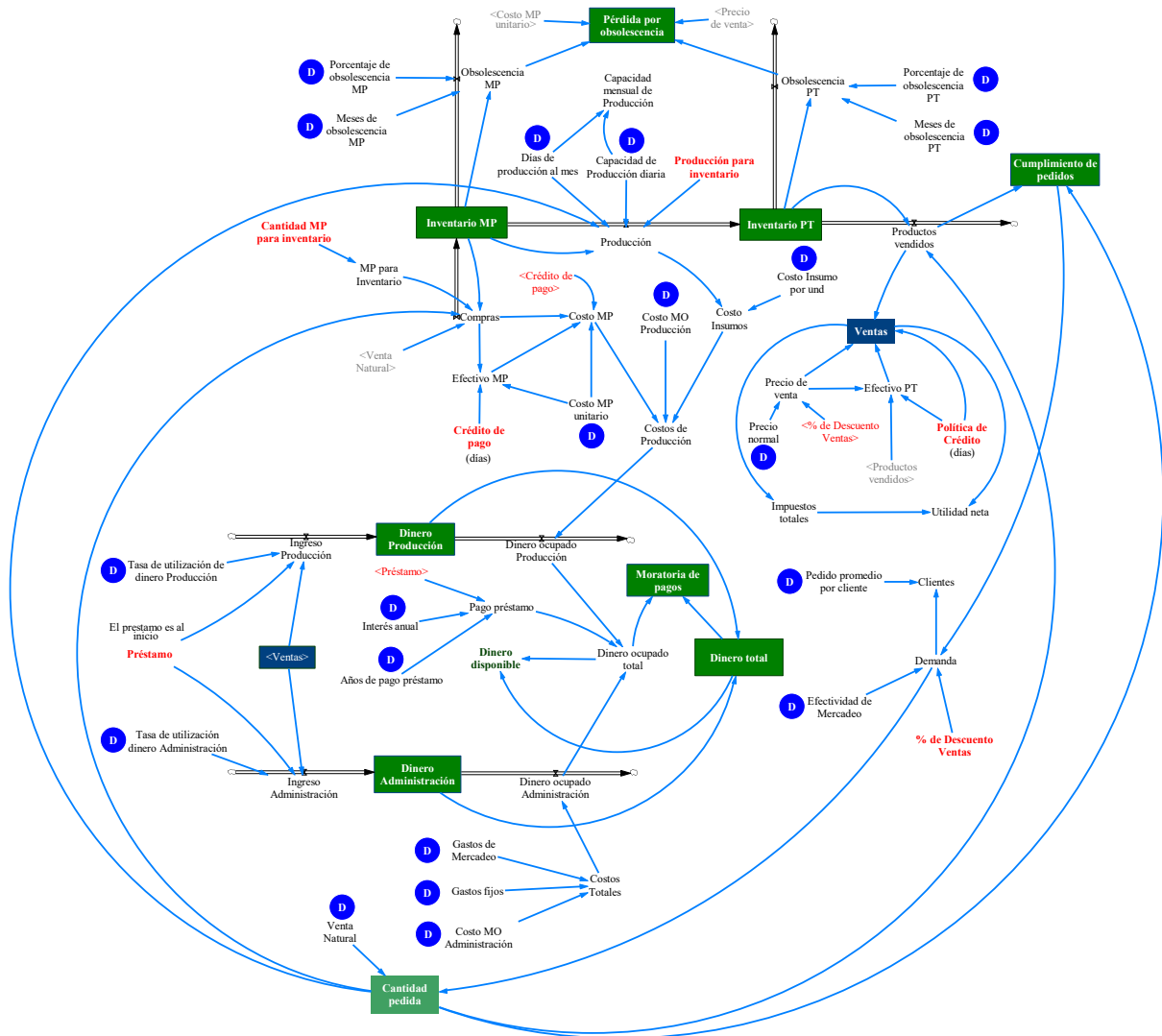


Figura 4 Diagrama de Forrester

Para la evaluación de lo propuesto se usa un caso de estudio a partir de la escasez de dinero en una empresa del Centro de Desarrollo de Habilidades Empresariales (CDHE) en donde nos describe a la empresa Industriales Unidos SAC que se dedica a la producción de pantalones para caballeros tipo Blue Jeans, ubicada en la ciudad de Lima con datos iniciales de Inventario de MP y PT de 30000 unidades, una demanda actual de 20150 unidades y los siguientes datos que se ingresan al diagrama de Forrester.

Industriales Unidos SAC	
Años de pago préstamo	5 años
Capacidad de Producción diaria	1400 und
Costo Insumo por und	\$0.64
Costo MO Administración	\$54,000.00
Costo MO Producción	\$81,000.00
Costo MP unitario	\$0.22
Días de producción al mes	22 días
Efectividad de mercadeo	98.00%
Gastos de Mercadeo	\$18,500.00
Gastos fijos	\$25,000.00
Interés anual	10.00%
Meses de obsolescencia MP	12 meses
Meses de obsolescencia PT	6 meses
Pedido promedio por cliente	800 und
Porcentaje de obsolescencia MP	5.00%
Porcentaje de obsolescencia PT	5.00%
Precio Normal	\$15.00
Tasa de utilización de dinero Administración	5.00%
Tasa de utilización de dinero Producción	5.00%
Venta Natural	11000 und

Tabla 6 Datos a ingresar del caso de estudio



Con los datos ingresados del caso de estudio en el diagrama de Forrester y con las seis variables independientes definidas se establecen todas las variaciones posibles según un diseño factorial 2^k que nos indica dos niveles por cada variable independiente, es decir un valor máximo y un valor mínimo como se muestra en la figura 5.

Con dos niveles por variable independiente se puede estudiar a las seis variables de un diseño factorial completo, determinando todas las 64 posibles combinaciones que a la vez serán el número total de simulaciones en Vensim como se muestra una parte del diseño factorial en la tabla 7. (Ver tabla completa en Anexo 2).



Figura 5 Valores máximos y mínimos de las variables independientes

Corrida	% Descuento de Ventas	Política de crédito (ventas)	Cantidad MP para inventario	Crédito de pago (compras)	Producción para inventario	Préstamo
1	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+
7	+	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	+	+
10	+	+	+	+	+	+
11	+	+	+	+	+	+
12	+	+	+	+	+	+
13	+	+	+	+	+	+
14	+	+	+	+	+	+
15	+	+	+	+	+	+
16	+	+	+	+	+	+
17	+	+	+	+	+	+
18	+	+	+	+	+	+
19	+	+	+	+	+	+
20	+	+	+	+	+	+

Tabla 7 Parte del diseño Factorial 2^k aplicado a las variables dependientes

3. Resultados

Los resultados de las simulaciones de las 64 combinaciones en un periodo de 60 meses con la recolección en total de 215040 datos son una aproximación a la utilización del dinero común dentro de una situación específica con una decisión inicial, se espera que bajo el mismo método de análisis permita estudiar el comportamiento asociado a este sistema en cualquier otra empresa de producción usando el mismo esquema de simulación (Ver Anexo 3).

A partir de los datos obtenidos se identifica dos comportamientos del dinero, en la figura 6. Se muestra el primer comportamiento y como a través del tiempo partiendo de una situación de escasez con una acción que motive un incremento en las ventas como un descuento o una política de crédito, y sin considerar acciones en el ciclo de abastecimiento y producción se tiene una tendencia a agravar la escasez incrementado la moratoria de pagos ya que el margen de ganancia con un precio más bajo compromete el mismo, sin embargo basado

en la decisión inicial de solo motivar las ventas, el dinero disponible, el dinero de producción y administración que a su vez indican el beneficio obtenido por cada actor comienzan a crecer luego de un periodo largo de escasez, sin embargo un ingreso extra de dinero exterior tiene la capacidad de adelantar este periodo de dinero disponible y más aún si la política de crédito desciende, teniendo en cuenta que los días de crédito con sus ventas respetivas no representan el mismo valor de dinero disponible luego de cumplirse el periodo de crédito.

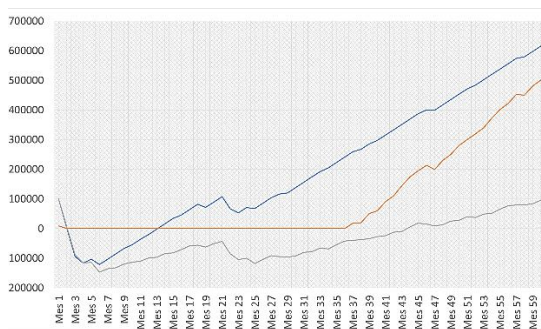


Figura 6 Dinero disponible (Naranja), Dinero Producción (Gris), Dinero Administración (Azul) comportamiento 1

También se muestra el crecimiento rápido de la utilización de dinero tanto para producción como administración dado por las expectativas de altos ingresos por ventas mayores al inicio reflejando en la figura 7. Una curva de moratoria de pagos pronunciada en los primeros meses indicando un alto crecimiento en la competencia por conseguir parte del dinero disponible y un descenso con demora después de cierto periodo.

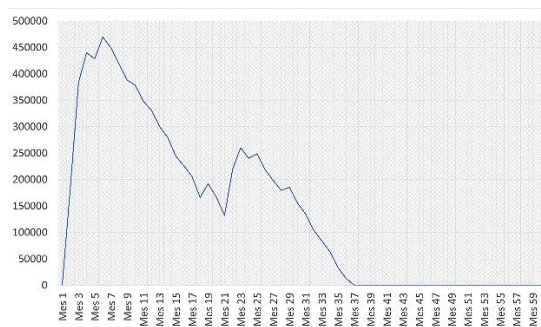


Figura 7 Moratoria de Pagos comportamiento 1

En la figura 8. Se observa como los inventarios tienen la tendencia típica de sierra por su abastecimiento y utilización indicando una rotación de los mismos comprobándolo con el comportamiento de la curva de pérdida por obsolescencia en la figura 9.

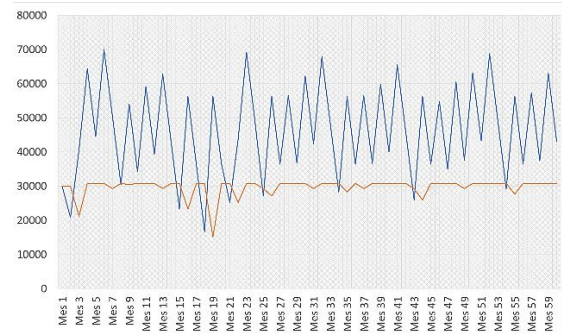


Figura 8 Inventario MP (azul), Inventario PT (naranja) comportamiento 1

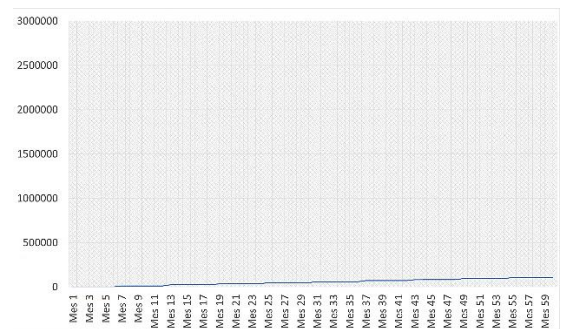


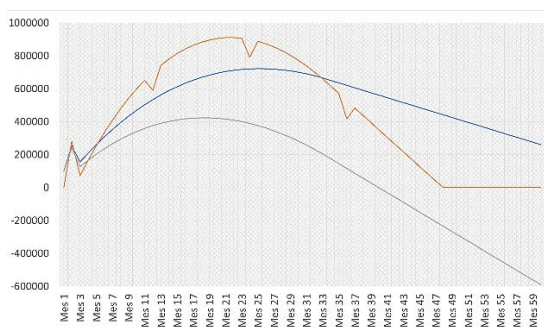
Figura 9 Pérdida por obsolescencia comportamiento 1

En la figura 10 en cambio se evidencia variación en el cumplimiento de pedidos ya que al motivar con una decisión inicial las ventas sin tomar acciones en el ciclo de abastecimiento y producción podría conllevar a problemas de satisfacción de la demanda y consigo un descenso en la misma hasta equilibrar la capacidad de cumplimiento con los pedidos perdiendo margen en el presente y futuro.



Figura 10 Cumplimiento de pedidos comportamiento 1

Por otra parte, el segundo comportamiento del sistema partiendo de una situación de escasez donde no se motive el crecimiento de las ventas con una acción y se tomen decisiones de incremento en los ciclos de abastecimiento y producción con dinero exterior es el que se muestra en la figura 11. En la cual se evidencia el comportamiento característico del arquetipo de la tragedia



del terreno común.

Figura 11 Dinero disponible (Naranja), Dinero Producción (Gris), Dinero Administración (Azul) comportamiento 2

Las curvas de las variables representadas del dinero de producción y administración que a su vez es el beneficio obtenido a partir de sus actividades y el dinero disponible tienen una tendencia de crecimiento rápida generada por el ingreso extra de dinero exterior como decisión inicial necesaria para el incremento en los ciclos de abastecimiento y producción con picos negativos de pago del dinero prestado relativamente imperceptibles en el periodo de "crecimiento".

Luego de tener un periodo de tendencia creciente, en el que se supone todo está

marchando bien, se manifiesta la teoría del colapso donde la actividad total crece, pero los beneficios de las actividades que agotan el dinero común comienzan a decrecer al punto de acabar con el dinero disponible, es decir luego aun con mayor esfuerzo el beneficio obtenido es menor comenzando a crecer de igual manera rápida la moratoria de pagos como se muestra en la figura 12.

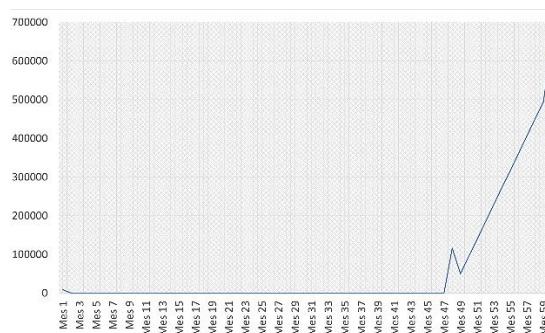


Figura 12 Moratoria de Pagos comportamiento 2

En la figura 13. Se observa como los inventarios tienen la tendencia solo de crecimiento indicando baja rotación con pequeños descensos por la venta normal sin justificar el aumento en los ciclos de abastecimiento y producción como decisión inicial pues si bien en los primeros periodos se manifiesta un crecimiento en el dinero disponible que desenfoca otros ciclos del sistema pero que estos al mismo tiempo están trabajando en contra del ciclo del dinero y a su vez luego serán los causantes de la teoría del colapso por su incremento en el costo de mantener el inventario, incremento de la obsolescencia comprobándolo con el comportamiento de la curva de pérdida por obsolescencia en la figura 14.

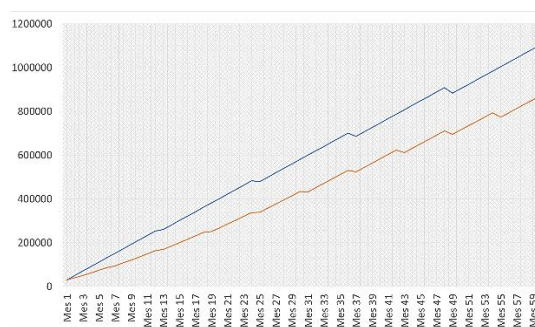


Figura 13 Inventario MP (azul), Inventario PT (naranja) comportamiento 2

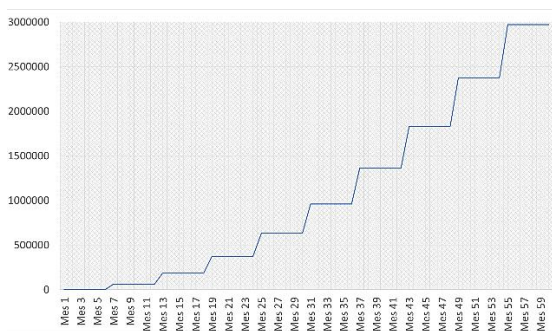


Figura 14 Pérdida por obsolescencia comportamiento 2

En la figura 15 en cambio se evidencia un perfecto cumplimiento de pedidos ya que, al incrementar los ciclos de abastecimiento y producción con una decisión inicial, pero sin tomar acciones sobre las salidas de estos ciclos manteniéndose así las ventas, la demanda sería satisfecha por completo, pero sin tendencia a incrementar.

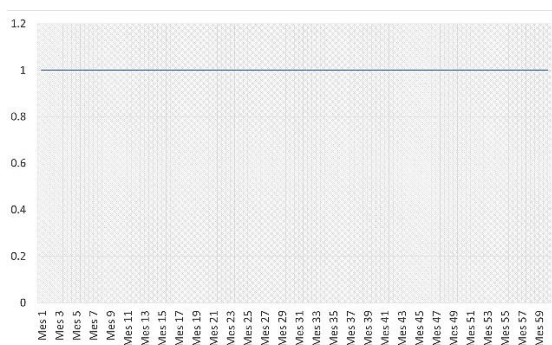


Figura 15 Cumplimiento de pedidos comportamiento 2

Con todos los datos obtenidos a partir de las simulaciones de todas las combinaciones posibles y analizándolas bajo un diseño de experimento (DOE) factorial en el software Minitab 18 en busca de una combinación de variables independientes óptima se obtuvieron las principales variables independientes o combinación de ellas que causan mayores efectos sobre cada una de las variables a medir. El software utiliza regresión factorial para el fin descrito obteniendo los resultados de la tabla 1.

Variable a Medir	Efecto Principal
Dinero Disponible	% Descuento de Ventas
Moratoria de Pagos	Política de Crédito - Producción para Inventario - Cantidad MP para inventario
Dinero Producción	Cantidad MP para inventario - % Descuento de Ventas
Dinero Administración	% Descuento de Ventas
Inventario MP	Cantidad MP para inventario
Inventario PT	Producción para inventario - % Descuento de Ventas
Cumplimiento de Pedidos	% Descuento de Ventas
Pérdida por obsolescencia	% Descuento de Ventas - Producción para inventario

Tabla 8 Efectos principales sobre las variables a medir

A partir de lo indicado en la tabla 8. Cada variable a medir tiene un Diagrama de Pareto de sus efectos que muestra los valores absolutos de los efectos desde el más grande hasta el más pequeño, las barras que representan las variables independientes o combinación de ellas que cruzan la línea de referencia especificada en valor en la gráfica por “Término” son estadísticamente significativas en el nivel de 0.05 (5%) obtenido con un nivel de confianza del 95% con los datos actuales ingresados; como ejemplo se muestra el Diagrama de Pareto de los efectos para el Dinero Disponible en la figura 16.

De la misma manera partiendo de la tabla 8. Se muestra en la figura 17. La gráfica de los efectos principales para el Dinero Disponible como ejemplo en la cual se puede evidenciar como cada variable independiente en su punto de valor máximo y mínimo puede llegar a afectar a todas las variables a medir.

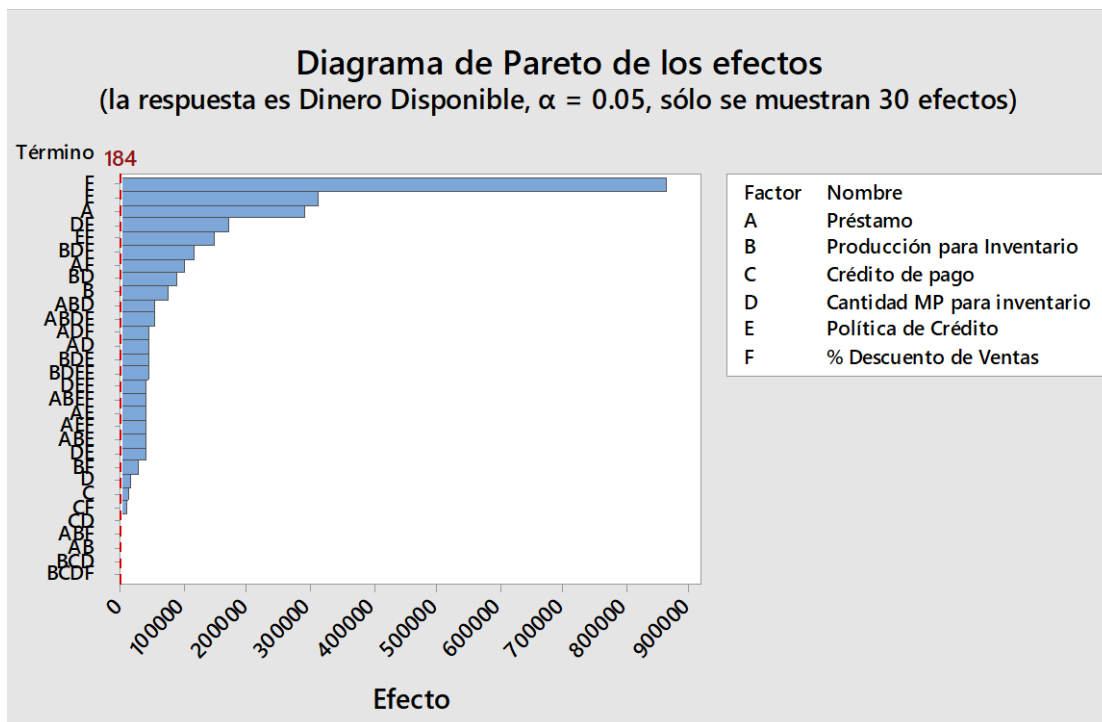
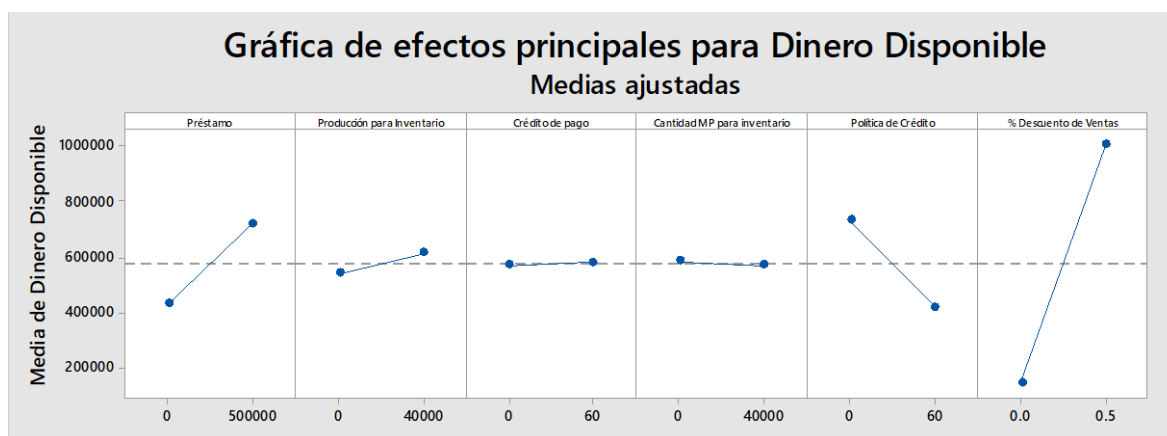


Figura 16 Diagrama de Pareto de los efectos para el Dinero Disponible

La gráfica de la figura 17. Se utiliza para examinar las diferencias entre las medias de valor para una o más variables independientes, usando medias ajustadas para datos más precisos.

Hay un efecto principal cuando los diferentes valores máximos y mínimos de una variable independiente afectan a la variable a medir en mayor magnitud y de manera diferente como el % descuento de ventas en el caso del Dinero Disponible.





Las gráficas de efectos principales no muestran las interacciones durante el análisis DOE. Para ver las interacciones y evaluar si el efecto de una variable independiente depende del valor de otra variable independiente se utiliza la gráfica de interacción como se muestra en la figura 18. Usando al Dinero Disponible como ejemplo.

Las líneas paralelas en una gráfica de interacción indican que no hay interacción. Mientras mayor sea la diferencia en la pendiente entre las líneas, mayor será el grado de interacción. Sin embargo, la gráfica de interacción no indica si la interacción es estadísticamente significativa.

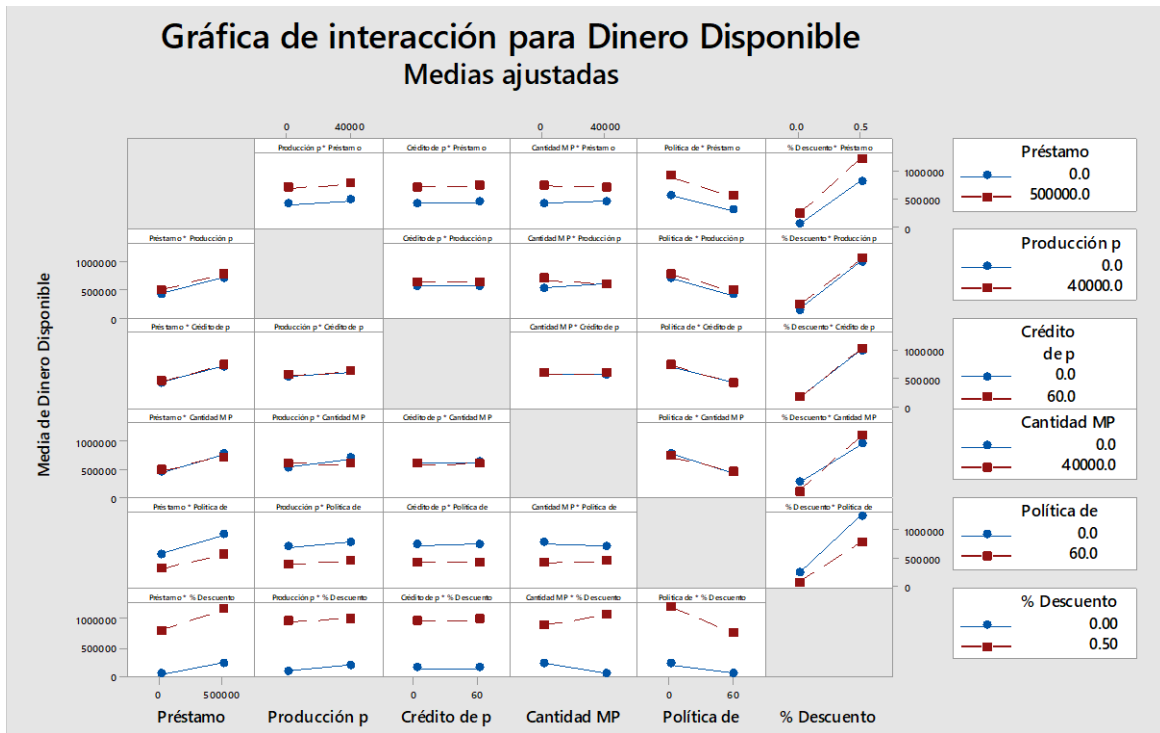


Figura 18 Gráfica de interacción para el Dinero Disponible

En la figura 19. Se muestra la gráfica de cubos para el Dinero Disponible que se utiliza para mostrar las relaciones entre las variables independientes con o sin una medida de respuesta para los diseños factoriales de 2 niveles permitiendo observar el aspecto del diseño.

Al terminar de evaluar cada variable independiente, los efectos principales sobre las variables a medir e interacción se busca encontrar una respuesta óptima con valores de configuración de las variables independientes que, en combinación, optimizan un conjunto de respuestas. Para este fin se utiliza la herramienta de optimización de respuesta de Minitab en donde se consideran los objetivos por variable descritos en la tabla 9.

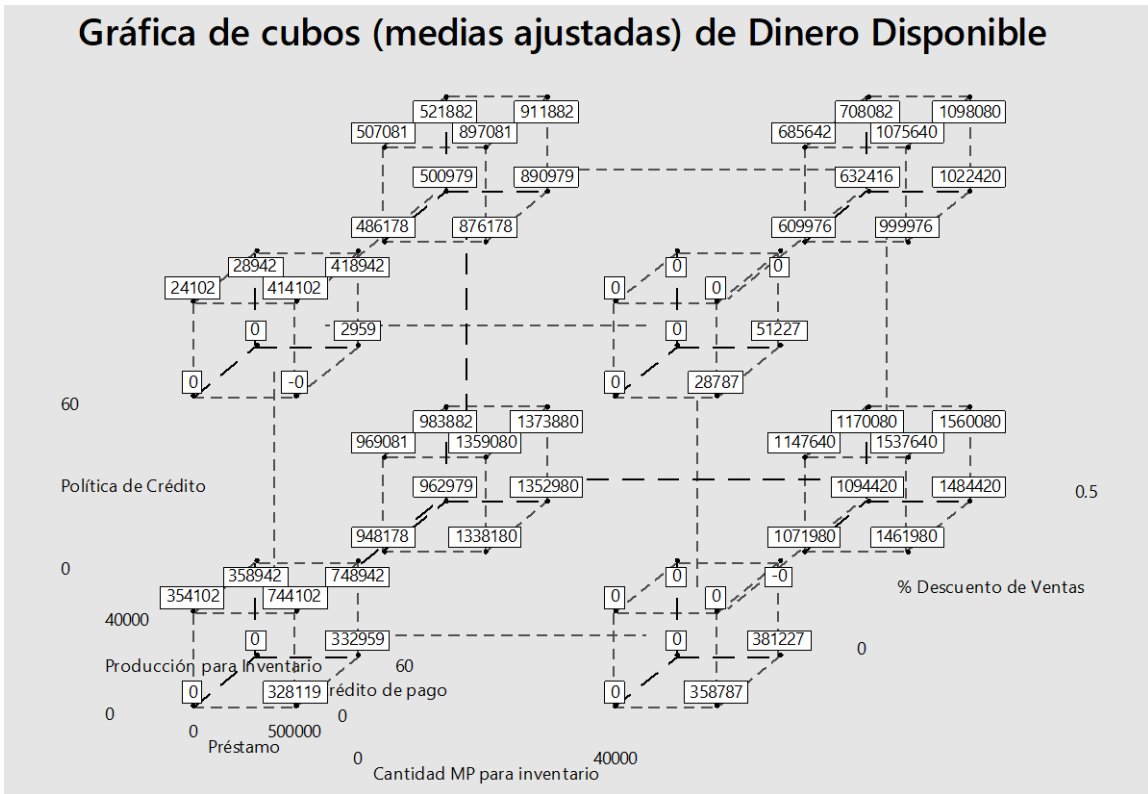


Figura 19 Gráfica de Cubos para el Dinero Disponible

Variable a medir	Objetivo
Dinero Disponible	Maximizar
Moratoria de Pagos	Minimizar
Dinero Producción	Maximizar
Dinero Administración	Maximizar
Inventario MP	Mantenerlo en un rango
Inventario PT	Mantenerlo en un rango
Cumplimiento de Pedidos	Maximizar
Pérdida por obsolescencia	Minimizar

Tabla 9 Objetivos por variables independiente



Los parámetros durante la simulación de optimización de respuestas bajo los objetivos fijados con una importancia y ponderación igual de 1 para cada variable a medir se muestran en la tabla 10.

Parámetros	Respuesta	Meta	Inferior	Objetivo	Superior	Ponderación	Importancia
	Pérdida por obsolescencia	Mínimo		100726	2970840	1	1
	Cumplimiento de Pedidos	Máximo	1	1		1	1
	Inventario PT	Objetivo	11000	50000	872973	1	1
	Inventario MP	Objetivo	11000	50000	2056860	1	1
	Dinero Administración	Máximo	-277123	1354030		1	1
	Dinero Producción	Máximo	-840294	621219		1	1
	Moratoria de Pagos	Mínimo		0	1039040	1	1
	Dinero Disponible	Máximo	0	1560080		1	1

Tabla 10 Parámetros de optimización

Los parámetros de optimización en conjunto ya nos muestran la predicción de respuesta múltiple con un valor de configuración óptimo en la tabla 11.

Predicción de respuesta múltiple

Variable	Valor de configuración
Préstamo	500000
Producción para Inventario	40000
Crédito de pago	60
Cantidad MP para inventario	1212.12
Política de Crédito	0
% Descuento de Ventas	0.212121

Tabla 11 Predicción de respuesta múltiple

Los valores de configuración garantizan una estabilidad en todos los ciclos del sistema ya que satisface en el punto posible más alto el objetivo de cada variable a medir, equilibrando así el sistema y el dinero que necesita para funcionar siendo así una perspectiva muy integrada logísticamente.

En la gráfica de optimización de la figura 20. Se muestra cómo las diferentes configuraciones experimentales pueden afectar las variables a medir pronosticadas para la evaluación, mostrando la deseabilidad compuesta en la primera fila del gráfico y los valores propios de cada variable independiente según la configuración óptima con líneas verticales rojas cruzando a cada variable a medir en su punto objetivo más óptimo para maximizar el cumplimiento del conjunto de objetivos definidos en la tabla 9.

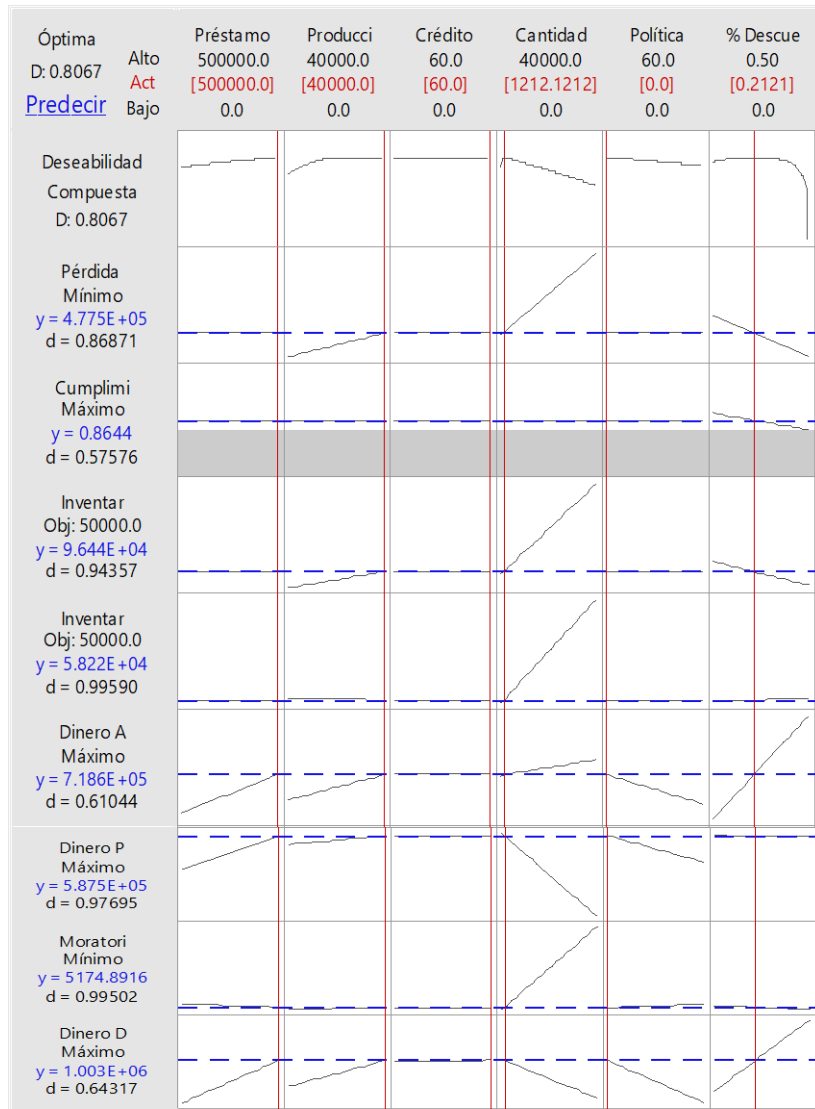


Figura 20 Gráfica de optimización

La configuración óptima se evidencia ingresando los valores de configuración óptimos en el esquema de simulación en Vensim, donde se obtienen resultados holísticos en beneficios como se muestra en la figura 21, 22 y 23.

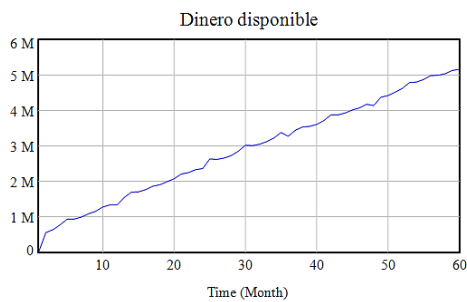


Figura 21 Resultados I bajo valores de configuración óptima

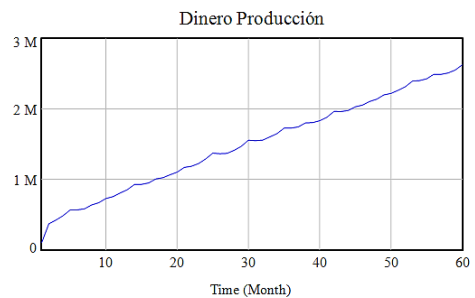
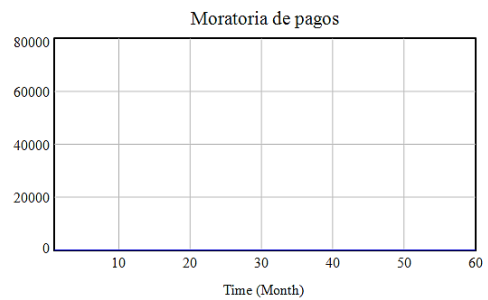


Figura 22 Resultados II bajo valores de configuración óptima

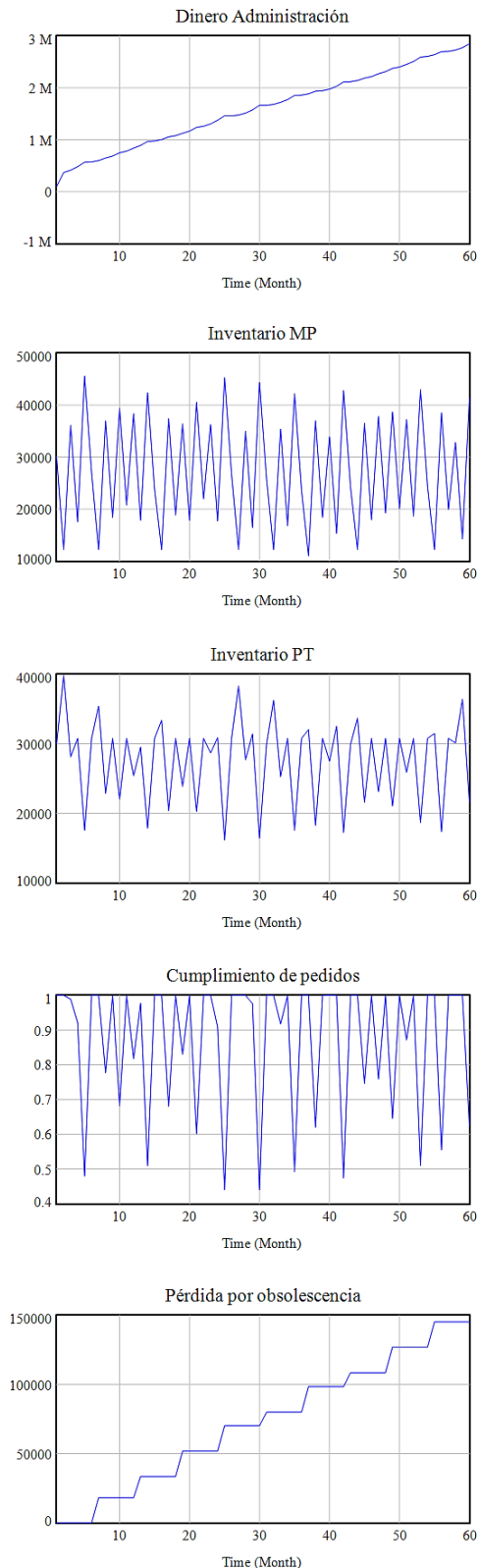


Figura 23 Resultados II bajo valores de configuración óptima

4. Conclusiones

El sistema representado basado en la dinámica de sistemas y en el arquetipo de la tragedia del terreno común, en donde dos actores compiten por obtener beneficios para sus actividades de un mismo recurso con poca o nula regulación por parte de la dirección del sistema puede presentarse por una decisión inicial no holística luego de un periodo largo pero que en ese momento se desconoce la causa del mismo tratando el problema actual con una nueva o la misma solución no holística sin considerar que nuevamente en un futuro se presentará el arquetipo descrito llegando solo a evidenciar otro arquetipo sistémico como el desplazamiento de la carga en el tiempo.

El factor que evidencia claramente la presencia del arquetipo de la tragedia del terreno común es el crecimiento de la competencia individual que lleva a que los actores que necesitan del recurso en común compitan entre sí y aumenten sus esfuerzos en busca de mayores beneficios, sin embargo, este incremento de los beneficios solo se dará hasta determinado periodo, es decir hasta que el recurso común comience a tener una tendencia de escasez debido a que el mismo es limitado, en el caso del dinero hasta que comience a crecer la moratoria de pagos pues al tiempo que los esfuerzos incrementan para obtener una parte, el beneficio decrece.

En el caso de estudio con el dinero disponible para las actividades de producción y administración y considerando los resultados de las simulaciones y los dos comportamientos generales a los que el sistema podría adaptarse a partir de una decisión inicial es necesario establecer medidas de control de las decisiones frente al recurso común que garanticen el beneficio de los actores involucrados y el mantenimiento del esfuerzo por obtener una parte del recurso limitado.



Tomar una decisión solo en un ciclo del sistema conlleva a un grave error en el futuro pues al inicio mitiga el problema haciéndola parecer a la acción tomada una solución efectiva pero que a largo plazo termina comprometiendo el desarrollo de las actividades normales, actuando en contra sentido de los ciclos no contemplados. Si bien es bueno incrementar el inventario de MP y PT con una inyección de dinero exterior como un préstamo de igual manera se debe incrementar el flujo de salida de los mismos para minimizar costos de mantenimiento de inventarios o pérdidas por obsolescencia. Una política de crédito de pago a proveedores cuidarla ya que nos ayuda a planificar con el dinero disponible a largo plazo.

Es recomendable que una política de crédito a los clientes no sea tan larga por el hecho de que el margen de ganancia luego del periodo de crédito no será el mismo que al tener un pago contra venta, pues en conjunto con un descuento de ventas elevado comprometerían al mismo pudiendo llegar a un punto de cubrir solo gastos o peor aún incrementar rápidamente la moratoria de pagos.

Tomar en consideración el pensamiento sistémico y ver como una decisión puede llegar a impactar sobre los ciclos de un sistema es propio de un buen direccionamiento de un recurso en común como el dinero, no agotarlo en periodos de abundancia y saber manejarlo en periodos de escasez para maximizar su beneficio nos da un mayor control bajo un concepto logístico interconectado pues se tiene conocimiento y visión de cómo pueden llegar a interactuar en el futuro los ciclos compensadores y reforzadores propios de la dinámica de sistemas.

También se podría pensar en políticas frente al uso del dinero común como estructurar planes conjuntos de utilización

óptima del mismo en que los actores que se hacen uso se beneficien a largo plazo.

La utilización de dinero destinado para la producción y administración representado como caso de estudio para el arquetipo de la tragedia del terreno común, presentó un comportamiento muy aproximado al esperado. Se propone considerar en trabajos futuros el efecto que puede tener las estrategias de marketing, de investigación y desarrollo, de nueva capacidad de producción que intervengan dentro del sistema interconectado y determinar si efectivamente representan una nueva solución a la tragedia del terreno común para cualquier caso de estudio aplicado que beneficie a la colectividad.

5. Referencias Bibliográficas

- Bernabucci, B. (6 de Octubre de 2006). ¿Problemas con el flujo de efectivo? Ciudad de México, México. Recuperado el 10 de 04 de 2018, de <https://www.entrepreneur.com/article/255248>
- Cárdenas , L., Ceballos, Y., Parra, J., & Muñoz, L. (Marzo de 2015). Regulación por Privatización de Recursos. 20. Pereira, Risaralda, Colombia. doi:10.22517/23447214.8321
- Flores, I. L. (31 de Marzo de 2010). El ciclo de conversión de efectivo en los negocios: Medida de las necesidades de financiamiento. Trujillo, La Libertad, Perú. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de <http://www.elanalista.com/?q=no de/39>



- García, J. M. (2018). Teoría y ejercicios prácticos de Dinámica de Sistemas. Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos. Recuperado el 03 de Mayo de 2018, de <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=RQ5BDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA79&dq=vensim&ots=agO2h2rw1w&sig=mBoQHeNkhEkv9nELGsFb4QgaC84#v=onepage&q=vensim&f=false>
- Hernández, S., I, M., Osorio, G., C, J., Giraldo, C., & Luisa, F. (17 de Febrero de 2015). La tragedia del terreno común, un arquetipo sistémico ilustrado a través del uso de la tierra en actividades agropecuarias. Cali, Valle del Cauca, Colombia. Recuperado el 30 de Abril de 2018, de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co:8080/bitstream/10893/8359/1/02-A02-p13-19.pdf>
- José Alejandro, R. (29 de Julio de 2008). Ciclo de conversión de efectivo. Quart de Poblet, Valencia, España. Recuperado el 12 de Abril de 2018, de <http://empresayeconomia.republica.com/general/el-ciclo-de-conversion-de-efectivo.html>
- Landeta Rodríguez, J., & Villareal Larrinada, O. (Diciembre de 2010). *Es estudio de casos como metodología de investigación científica en dirección y economía de la empresa. Una aplicación a la internacionalización* (Vol. 16). Lejona: Pirámide. Recuperado el 05 de 04 de 2018
- Liquid Capital Consulting. (26 de Septiembre de 2016). Utilice esta fórmula para determinar el ciclo de conversión de efectivo de su compañía. Irving, Texas, Estados Unidos. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de <https://liquidcapitalcorp.com/es/blog-es/utilice-esta-formula-para-determinar-el-ciclo-de-conversion-de-efectivo-de-su-compania/>
- Madani, K., M. Rouhani, O., Mirchi, A., & Gholizadeh, S. (31 de Enero de 2014). A negotiation support system for resolving an international trans-boundary natural resource conflict. En *Environmental Modelling and Software* (Vol. 51). Amsterdam, Países Bajos. doi:10.1016/j.envsoft.2013.09.029
- Moreno, C. E. (Abril de 2013). Manual del Curso de dinámica de sistemas I. 1. Chimbote, del Santa, Perú. Recuperado el 10 de Abril de 2018, de http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivos/curzos/manual_de_dinamica_de_sistemas_i_para_alumnos.pdf
- Moxnes, E. (2001). Not only the tragedy of the commons: Misperceptions of feedback and policies for sustainable development. En *System Dynamics Review* (Vol. 20). Bergen, Hordaland, Noruega. doi:10.1002/sdr.201
- Nesheim, I., Reidsma, P., Bezlepikina, I., Verburg, R., Arbi, M., Abdeladhim, . . . Sghaier, M. (2014). Causal chains, policy trade offs and sustainability: Analysing land (mis)use in seven countries in the South. En *Land Use Policy* (Vol. 37, pág. Marzo). Oslo, Akershus, Noruega. doi:10.1016/j.landusepol.2012.04.024



Otto, P., & Struben, J. (2004). Gloucester Fishery: insights from a group modeling intervention. En *System Dynamics Review* (Vol. 20). Gloucester, Massachusetts, Estados Unidos.
doi:10.1002/sdr.299

Senge, P. (1990). *La quinta disciplina* (Vol. 1). Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos: Granica.
Recuperado el 15 de Marzo de 2018

Van Gils, H., Siegl, G., & Bennett, M. (2014). The living commons of West Tyrol, Austria: Lessons for land policy and land administration. En *Land Use Policy* (Vol. 38). Enschede, Twente, Países Bajos.
doi:10.1016/j.landusepol.2013.10.011

6. Anexos

Anexo 1: Expresiones matemáticas.

FINAL TIME = 60 months

INITIAL TIME = 1

TIME STEP = 1

Units for time = Month

Integration Type = Euler

Dinero Total = Dinero Producción + Dinero Administración

Dinero ocupado total = Dinero ocupado Administración + Dinero ocupado Producción + Pago préstamo

Dinero disponible = IF THEN ELSE((Dinero total-Dinero ocupado total)<=0 , 0 ,Dinero total-Dinero ocupado total)

Moratoria de pagos = IF THEN ELSE((Dinero total-Dinero ocupado total)>=0 , 0 ,ABS(Dinero total-Dinero ocupado total))

Pago préstamo = (PULSE TRAIN(12, 1, 12 , 60)*((Préstamo/Años de pago préstamo)*(1+Interés anual)))

Dinero Producción = Ingreso Producción - Dinero ocupado Producción

Ingreso Producción = Tasa de utilización de dinero Producción*Ventas + (PULSE TRAIN(1, 1, 60 , 60)*Préstamo*Tasa de utilización de dinero Producción)

Dinero ocupado Producción = Costos de Producción

Dinero Administración = Ingreso Administración - Dinero ocupado Administración

Ingreso Administración = Ventas*Tasa de utilización dinero Administración+(PULSE TRAIN(1, 1, 60 , 60)*Préstamo*Tasa de utilización dinero Administración)

Dinero ocupado Administración = Costos Totales

Costos Totales = Costo MO Administración + Gastos de Mercadeo + Gastos fijos

Costos de Producción = Costo Insumos + Costo MO Producción + Costo MP

Clientes = INTEGER(Demanda/Pedido promedio por cliente)

Demanda = INTEGER(Demanda*(1+"% de Descuento Ventas")*Efectividad de mercadeo*Cumplimiento de pedidos-Demanda)

Cantidad pedida = IF THEN ELSE(Demanda<=Venta Natural, Venta Natural, Demanda)

Compras = IF THEN ELSE(Inventario MP>=Cantidad pedida, Venta Natural + MP para Inventario , Cantidad pedida + Venta Natural + MP para Inventario)

Efectivo MP = DELAY FIXED((Costo MP unitario*Compras), Crédito de pago/30 , 0)



Costo MP = IF THEN ELSE(Crédito de pago=0, Costo MP unitario*Compras,Efectivo MP)

Costo Insumos = Producción*Costo Insumo por und

MP para inventario = Cantidad MP para inventario

Inventario MP = Compras-Obsolescencia MP-Producción

Obsolescencia MP = INTEGER(IF THEN ELSE(Inventario MP<=0, 0 , PULSE TRAIN(Meses de obsolescencia MP, 1 , Meses de obsolescencia MP , 60)*(Inventario MP*Porcentaje de obsolescencia MP)))

Capacidad mensual = Capacidad de Producción diaria*Días de producción al mes

Perdida por obsolescencia = (Obsolescencia MP*Costo MP unitario) + (Obsolescencia PT*Precio de venta)

Obsolescencia PT = INTEGER(IF THEN ELSE(Inventario PT=0, 0 , PULSE TRAIN(Meses de obsolescencia PT, 1 , Meses de obsolescencia PT , 60)*(Inventario PT*Porcentaje de obsolescencia PT)))

Producción = IF THEN ELSE(Inventario MP<=0, 0 , (IF THEN ELSE(Inventario MP>=(Cantidad pedida + Producción para inventario),IF THEN ELSE(Capacidad de Producción diaria*días de producción al mes>=(Cantidad pedida + Producción para inventario),(Cantidad pedida + Producción para inventario),Capacidad de Producción diaria*días de producción al mes), IF THEN ELSE(Capacidad de Producción diaria*días de producción al mes>=Inventario MP, Inventario MP, Capacidad de Producción diaria*días de producción al mes))))

Inventario PT = Producción-Obsolescencia PT-Productos vendidos

Productos vendidos = (IF THEN ELSE(Inventario PT<=0, 0 ,IF THEN

ELSE(Inventario PT>Cantidad pedida, Cantidad pedida , Inventario PT)))

Cumplimiento de pedidos = Productos vendidos/Cantidad pedida

Ventas = IF THEN ELSE(Política de Crédito=0, Precio de venta*Productos vendidos,Efectivo PT)

Precio de venta = Precio normal-(Precio normal*"% de Descuento Ventas")

Efectivo PT = DELAY FIXED((Precio de venta*Productos vendidos) , Política de Crédito/30 , 0)

Impuestos totales = Ventas*0.3

Utilidad neta = Ventas-Impuestos totales

Costo MO Adm = 54000

Gastos fijos = 25000

Gastos de Mercadeo = 18500

Venta Natural = 11000

Efectividad de mercadeo = 0.98

Pedido promedio por cliente = 800

Interés anual = 0.1

Años de pago préstamo= 5

Tasa de utilización de dinero Producción = 0.5

Tasa de utilización dinero Administración = 0.5

Costo MO Producción = 81000

Costo Insumo por und = 0.64

Costo MP unitario = 0.22

Precio normal = 15

Capacidad de Producción diaria = 1400

Días de producción al mes = 22

Porcentaje de obsolescencia MP = 0.05

Porcentaje de obsolescencia PT = 0.05

Meses de obsolescencia MP= 12

Meses de obsolescencia MP= 6



Anexo 2: Tabla completa diseño factorial
2^k.

Corrida	% Descuento de Ventas	Política de crédito (ventas)	Cantidad MP para inventario	Crédito de pago (compras)	Producción para Inventario	Préstamo
1	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	-
3	+	+	+	+	-	+
4	+	+	+	+	-	-
5	+	+	+	-	+	+
6	+	+	+	-	+	-
7	+	+	+	-	-	+
8	+	+	+	-	-	-
9	+	+	-	+	+	+
10	+	+	-	+	+	-
11	+	+	-	+	-	+
12	+	+	-	+	-	-
13	+	+	-	-	+	+
14	+	+	-	-	+	-
15	+	+	-	-	-	+
16	+	+	-	-	-	-
17	+	-	+	+	+	+
18	+	-	+	+	+	-
19	+	-	+	+	-	+
20	+	-	+	+	-	-
21	+	-	+	-	+	+
22	+	-	+	-	+	-
23	+	-	+	-	-	+
24	+	-	+	-	-	-
25	+	-	-	+	+	+
26	+	-	-	+	+	-
27	+	-	-	+	-	+
28	+	-	-	+	-	-
29	+	-	-	-	+	+
30	+	-	-	-	+	-
31	+	-	-	-	-	+
32	+	-	-	-	-	-
33	-	+	+	+	+	+
34	-	+	+	+	+	-
35	-	+	+	+	-	+
36	-	+	+	+	-	-
37	-	+	+	-	+	+
38	-	+	+	-	+	-
39	-	+	+	-	-	+
40	-	+	+	-	-	-
41	-	+	-	+	+	+
42	-	+	-	+	+	-
43	-	+	-	+	-	+
44	-	+	-	+	-	-
45	-	+	-	-	+	+
46	-	+	-	-	+	-
47	-	+	-	-	-	+
48	-	+	-	-	-	-
49	-	-	+	+	+	+
50	-	-	+	+	+	-
51	-	-	+	+	-	+
52	-	-	+	+	-	-
53	-	-	+	-	+	+
54	-	-	+	-	+	-
55	-	-	+	-	-	+
56	-	-	+	-	-	-
57	-	-	-	+	+	+
58	-	-	-	+	+	-
59	-	-	-	+	-	+
60	-	-	-	+	-	-
61	-	-	-	-	+	+
62	-	-	-	-	+	-
63	-	-	-	-	-	+
64	-	-	-	-	-	-



Anexo 3: Esquema de simulación en Vensim.

