



Trabajo de campo

Dinámica de sistemas aplicado al proceso de desarrollo y mantenimiento de formularios digitales de cumplimiento tributario.

Crimi Marco
Facultad de Ciencias Económicas – Universidad Nacional de Tucumán
marcocr1997@gmail.com

ÍNDICE

RESUMEN	2
Introducción	2
Capítulo 1: Marco Metodológico	3
1.1. Problema	3
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	4
1.3. Metodología	4
Capítulo 2: Marco teórico	5
2.1. Generalidades	5
2.2. Metodología sistémica	5
2.3. Aplicaciones de la dinámica de sistemas	5
2.4. Un lenguaje elemental para la descripción de sistemas.....	6
Capítulo 3: Aplicación.....	7
3.1. La Empresa	7
3.2. Situación del Equipo.....	7
3.3. Identificación del equipo en la cadena de procesos del producto	8
3.4. Proceso de mantenimiento y actualización	9
3.5. Creación del diagrama causal.....	12
3.6. Creación del diagrama de Forrester.....	14
3.7. Recolección y Análisis de datos.....	16
3.8. Evaluación del modelo	18
Capítulo 4: Conclusiones	22
Apéndice.....	23
Anexo	30
5. Referencias Bibliográficas	32



RESUMEN

Las empresas pueden observarse como si fueran sistemas, los cuales integran un sistema aún mayor e interactúan con sus demás integrantes. Debido a que las variables de estos sufren cambios de forma constante y dinámica, es necesario conocer su comportamiento para poder adaptarse rápidamente a estos cambios, con el fin de prosperar.

Afortunadamente hoy en día contamos con múltiples herramientas, como modelos matemáticos, informáticos, entre otros, que permiten analizar estos cambios y anticiparse a ellos, cada vez más rápido y a un menor costo, gracias a los constantes avances tecnológicos. Para este caso surge la posibilidad de utilizar la herramienta Dinámica de Sistemas (DS), como una metodología de modelización eficaz para identificar los componentes de la estructura del sistema, y cómo estos interactúan entre sí.

Es por esto por lo que el objetivo del presente trabajo es modelizar el proceso de mantenimiento y actualización de formularios digitales, componentes de uno de los productos de una empresa multinacional dedicada al desarrollo de paquetes de software cumplimiento tributario para empresas.

Dentro de la metodología la misma tuvo un enfoque mixto, comenzando con una investigación cualitativa que, mediante una lógica inductiva, permitió conocer el ambiente y entender cómo funciona éste. Luego, se decidió tomar un enfoque cuantitativo que mediante la lógica deductiva buscó evaluar datos y números proporcionados por la compañía.

A través de la observación y análisis de datos, se llevaron a cabo la elaboración de diagramas que representan la relación entre las variables relevantes al rendimiento del equipo bajo estudio, junto a un modelo basado en los mismos diagramas con el cual realizar simulaciones de un ciclo normal de trabajo.

Una vez evaluado el modelo se pudo observar como la DS facilita la comprensión y observación del comportamiento general del sistema en condiciones normales y ante escenarios alternativos, permitiendo observar cómo influyen en él las políticas que lo determinan.

Palabras clave:

Modelos representativos – diagramas - variables – relación – análisis de datos - dinámica de sistemas

INTRODUCCIÓN

Las empresas son y forman parte de sistemas, interactuando con el ambiente que les rodea y enfrentándose a todos los cambios que se les presenta. Debido a lo dinámico que resultan estos ambientes, las empresas necesitan información certera y oportuna sobre su ambiente que les permita tanto mejorar su situación actual como adelantarse a cambios de su entorno, reduciendo riesgo y



aprovechando oportunidades, con el fin de tomar las mejores decisiones que les permitan crecer y prosperar.

El proceso para decidir en base a información oportuna debe comenzar con un entendimiento del sistema actual de una determinada compañía. Es decir, cómo funciona actualmente, que variables lo afectan, cómo se relacionan dichas variables, porque funciona de tal manera, quienes son decisores en este, etc.

Diversas herramientas se encuentran para alcanzar dichos objetivos de entendimiento. Podemos mencionar en este caso a la Dinámica de Sistemas (DS) como una modelización eficaz cuyo objetivo es llegar a comprender las causas estructurales que provocan el comportamiento del sistema.

La empresa en donde se llevará a cabo la investigación se dedica al desarrollo y mantenimiento de paquetes de software de gestión impositiva para empresas. Esta investigación recae específicamente sobre el equipo de mantenimiento y actualización de uno de los varios productos que la empresa ofrece, siendo este un facilitador de gestión y reportes de formularios digitalizados para declaraciones de impuestos.

1. Marco Metodológico

1.1. Problema

El producto sobre el que trabaja el equipo bajo estudio cuenta con múltiples procesos hasta llegar al cliente, de los cuales únicamente el mantenimiento y actualización de este son responsabilidad de la oficina de Tucumán, mientras que el resto de las etapas de su proceso productivo siguen a cargo de las oficinas ubicadas en Estados Unidos, por lo que estas oficinas trabajan de forma conjunta, teniendo que cumplir cada parte del proceso en tiempo y forma para cumplir con las necesidades del cliente en tiempo y forma.

Este cumplimiento ha sido un constante desafío para el equipo el equipo de desarrollo en la oficina de Tucumán. Hasta el día de hoy el equipo nunca ha llegado a poder cumplir con todas las tareas que les competen en tiempo y forma, aunque su eficacia fue mejorando con el paso del tiempo, dado a un mayor aprendizaje y experiencia por parte del equipo. Durante el transcurso que lleva hasta el día de hoy, este equipo realizó múltiples cambios respecto a la metodología de trabajo con el fin de mejorar dicho desempeño desde un contexto de incertidumbre y riesgo, lo cual da a origen a nuestro problema, la existencia de reiterados incumplimientos en los tiempos de entrega, sumado a un desconocimiento de las variables que afectan al rendimiento del equipo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general



Modelizar el rendimiento del equipo de mantenimiento y actualización del producto bajo estudio a través de la dinámica de sistemas, con el fin de conocer las principales variables involucradas y la manera en que se relacionan entre ellas.

1.2.2. Objetivos específicos

- Construir un flujograma del proceso de mantenimiento y actualización, identificando todas las etapas que atraviesan las tareas asignadas desde su creación a su finalización.
- Estudiar la herramienta de construcción de modelos Dinámica de Sistemas
- Definir las variables implicadas y desarrollar un diagrama causal
- Construir el Diagrama de Forrester, identificando variables de flujo y de stock
- Recolectar y analizar datos del rendimiento del equipo a través de los sprints mensuales.
- Formular el desempeño actual y potencial del equipo, teniendo como variable dependiente una tasa de cumplimiento de actividades a tiempo.

1.3. Metodología

Este estudio tendrá un enfoque mixto ya que, si bien la mayor parte de los datos a recolectar son del tipo cuantitativo, también se recolectarán y utilizarán ciertos datos cualitativos. De este enfoque es necesaria la obtención de datos cuantitativos extraídos a partir de la base de datos de la empresa, fuentes externas oficiales del gobierno de Estados Unidos, y la utilización de herramientas estadísticas, todo con el fin de generar un modelo estadístico lo más ajustado posible a la realidad del problema. Por otro lado, se necesita de información cualitativa, extraída mayormente por entrevistas, observación y fuentes secundarias, con el fin de tener una mejor visión del contexto sobre el cual se realiza el análisis, y a su vez que acompañen los datos cuantitativos proporcionados para una mejor toma de decisiones.

Dentro de este enfoque se lleva a cabo lectura de bibliografía relacionada con el tema, así también como el estudio de las etapas que componen el servicio que ofrece el producto bajo estudio.

Para entender y modelizar este tipo de sistema, se utiliza DS para describir el comportamiento estructural de los fenómenos. La DS es una metodología de modelado, con características complementarias a la de los métodos cuantitativos y fundamentados en la estadística, donde los parámetros se derivan directa e individualmente de la base de datos mental, escrita o numérica, permitiendo la construcción de modelos de sistemas sociales y ecológicos, caracterizados muchas veces por la existencia de escasas bases de datos numéricas, debido a que se centra en el estudio evolutivo de patrones de comportamiento.



Para manipular el modelo que se prevé crear, vamos a hacer uso del Vensim. Vensim es el software de creación de modelos de simulación de Ventana Systems. Éste permite conceptualizar, construir, simular, analizar, optimizar y desarrollar modelos de sistemas dinámicos complejos.

Capítulo 2: Marco teórico

2.1. Generalidades

Un sistema, en este sentido, lo entendemos como una unidad cuyos elementos interaccionan juntos, ya que continuamente se afectan unos a otros, de modo que operan hacia una meta común. Es algo que se percibe como una identidad que lo distingue de lo que la rodea, y que es capaz de mantener esa identidad a lo largo del tiempo y bajo entornos cambiantes.

Un **sistema** se entiende como una unidad cuyos elementos interaccionan juntos, ya que continuamente se afectan unos a otros, de modo que operan hacia una meta común. Es algo que se percibe como una identidad que lo distingue de lo que la rodea, y que es capaz de mantener esa identidad a lo largo del tiempo y bajo entornos cambiantes.

El otro término que nos interesa es el de **dinámica**. El término dinámica lo empleamos por oposición a estática, y queremos con él expresar el carácter cambiante de aquello que adjetivamos con ese término. Al hablar de la **dinámica de un sistema** nos referimos a que las distintas variables que podemos asociar a sus partes sufren cambios a lo largo del tiempo, como consecuencia de las interacciones que se producen entre ellas.

2.2. Metodología sistémica

La metodología sistémica pretende aportar instrumentos con los que estudiar aquellos problemas que resultan de las interacciones que se producen en el seno de un sistema, y no de disfunciones de las partes consideradas aisladamente.

El análisis de un sistema consiste en su disección, al menos conceptual, para establecer las partes que lo forman. Sin embargo, el mero análisis de un sistema no es suficiente; no basta con saber cuáles son sus partes. Para comprender su comportamiento necesitamos saber cómo se integran; cuáles son los mecanismos mediante los que se produce su coordinación.

2.3. Aplicaciones de la dinámica de sistemas

La dinámica de sistemas es una metodología ideada para resolver problemas concretos. Inicialmente se concibió para estudiar los problemas que se presentan en determinadas empresas en las que los retrasos en la transmisión



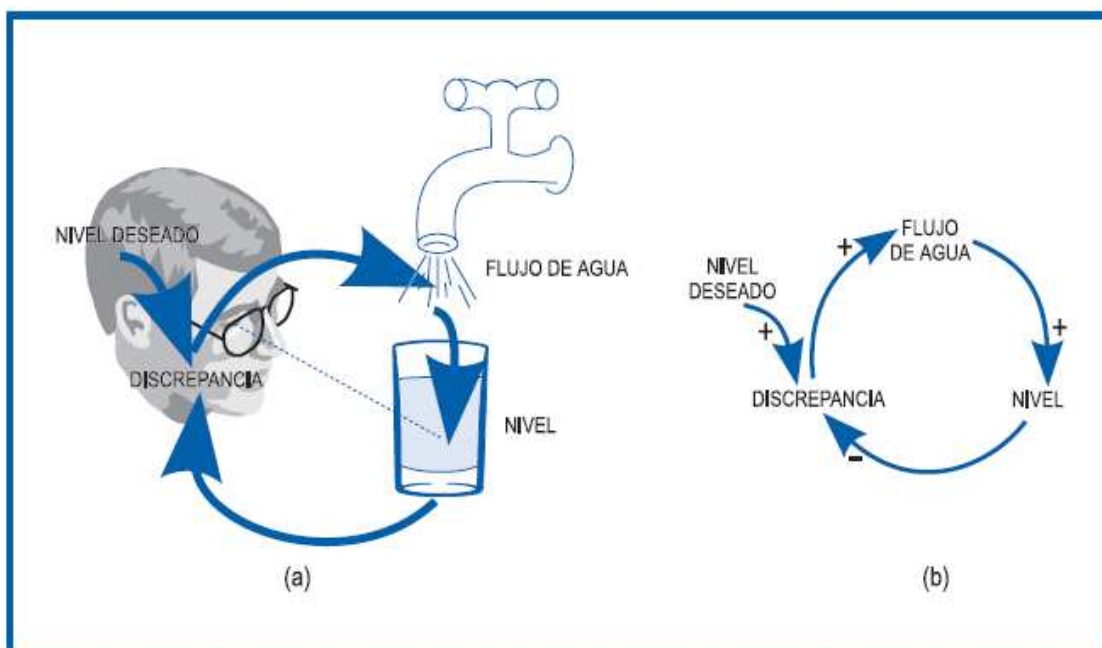
de información, unido a la existencia de estructuras de realimentación, da lugar a modos de comportamiento indeseables, normalmente de tipo oscilatorio. Los campos de aplicación de la dinámica de sistemas son muy variados. Durante sus más de 30 años de existencia se ha empleado para construir modelos de simulación informática en casi todas las ciencias.

La difusión de estas técnicas ha sido muy amplia, y en nuestros días se puede decir que constituye una de las herramientas sistémicas más sólidamente desarrolladas y que mayor grado de aceptación e implantación han alcanzado.

2.4. Un lenguaje elemental para la descripción de sistemas

Supongamos el hecho elemental de llenar un vaso de agua. El proceso que tiene lugar lo describiríamos como sigue: el agente (el que llena el vaso) compara el nivel alcanzado en el vaso con el nivel deseado, si existe discrepancia actúa sobre el grifo, con lo que se influye sobre el nivel alcanzado, que es de nuevo comparado (en realidad se trata de un proceso continuo) con el nivel deseado; según disminuya la discrepancia, se irá cerrando el grifo, hasta que al anularse esta, se cierre definitivamente.

El proceso así descrito se puede representar de forma más sintética mediante un diagrama conocido como **diagrama de influencias o causal**, el cual representa la estructura del sistema, conformada por un conjunto de relaciones entre aquellos elementos que forman parte del proceso bajo estudio, siendo en este caso el nivel alcanzado en el vaso, la discrepancia entre ese nivel y el deseado, y el flujo de agua que modifica aquel nivel.



- Diagrama básico del proceso de llenar un vaso de agua: (a) con un grafo orientado; (b) con un grafo signado -



Estos elementos básicos del proceso están unidos entre sí mediante flechas que indican las influencias que se establecen entre ellos. Por ejemplo, el nivel alcanzado depende del flujo de agua o, lo que es lo mismo, el flujo de agua influye sobre el nivel alcanzado, lo que se indica, en el diagrama, mediante una flecha que va desde «flujo de agua» a «nivel» alcanzado. Esta relación de influencia se escribe como:

FLUJO DE AGUA → NIVEL

Capítulo 3: Aplicación

3.1. La Empresa

El equipo analizado se encuentra dentro de la empresa “Compliance S.A.”, para este caso en la oficina ubicada en San Miguel de Tucumán, Argentina.

Esta empresa fue fundada en 1979, dedicada inicialmente al servicio de cumplimiento tributario para empresas. Hace no más de una década, comenzó a expandirse abismalmente, fusionándose y adquiriendo múltiples empresas de rubros complementarios, sean dedicadas al cumplimiento tributarios de otros impuestos, a la digitalización y/o reporte de formularios para declaraciones juradas, al control y actualización de cambios regulatorios, entre otros.

La oficina de Tucumán cuenta con más de 150 empleados, siendo estos divididos por equipos, cada uno especializado en algún producto o servicio en particular. Muchos de estos equipos trabajan de manera conjunta con otros equipos, sean estos ubicados dentro de la oficina de Tucumán y/o en las demás oficinas pertenecientes a la empresa.

3.2. Situación del Equipo

Repasando el problema de este caso, el equipo bajo estudio se dedica a un producto de la empresa llamado “Tax Manager”. Esta es una herramienta de cumplimiento tributario que virtualiza formularios de declaraciones de impuestos para empresas, permitiendo completarlos de forma automática mediante su vinculación con una base de datos, desarrollada también por la empresa. La empresa a su vez ofrece el servicio de reportar estos formularios.

El equipo de mantenimiento y actualización de la oficina de Tucumán se dedica específicamente al mantenimiento y actualización de estos formularios, y a su vez los vinculan con la base de datos a través de hojas de cálculo.

-- El equipo bajo estudio se formó a finales Julio del 2019, conformado por 5 miembros: 1 director, 1 manager y 3 desarrolladores. Hasta el día de hoy el equipo trabaja en conjunto con el equipo correspondiente al proceso previo al de actualización y mantenimiento (quienes crean los tickets), ubicado en Boston.



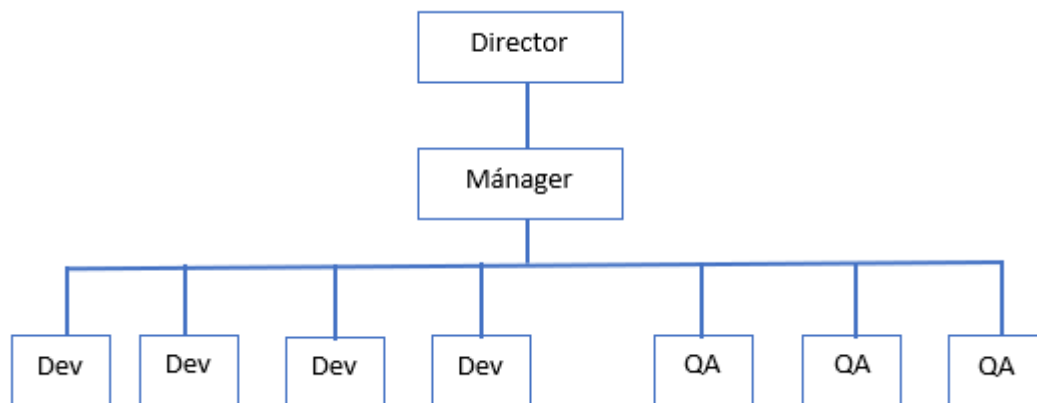
Con el tiempo la estructura del equipo de Tucumán fue cambiando múltiples veces, mientras que el equipo de Boston mantuvo la misma estructura:

(2019)

- Julio-Agosto: 1 director, 1 mánager, 3 desarrolladores
- Septiembre: 1 director, 1 mánager, 6 desarrolladores
- Octubre - Diciembre: 1 director, 1 mánager, 4 desarrolladores, 4 QA's (personal de testeo). Se dividieron roles.

(2020)

- Enero – Mayo: 1 director, 1 mánager, 4 desarrolladores, 3 QA's
- Junio: 1 director, 1 mánager, 3 desarrolladores, 3 QA's.
- Julio – hoy: 1 director, 1 mánager, 4 desarrolladores, 3 QA's

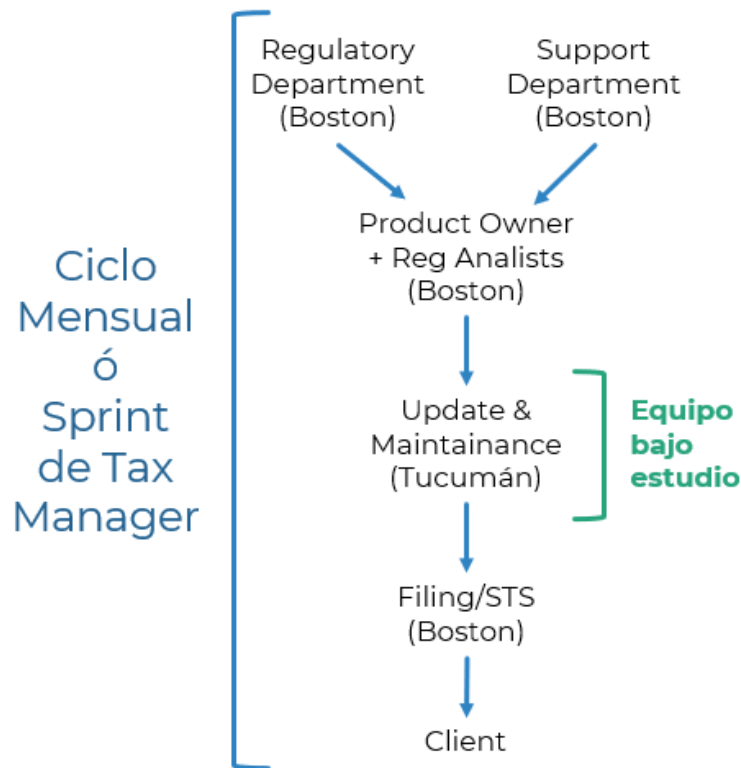


Organigrama actual del equipo bajo estudio – Fuente: Elaboración propia

Todos los procesos realizados se encuentran ordenados y coordinados de forma mensual (llamado “**Sprint**”), con sus fechas estimadas para el lanzamiento del producto al cliente. Es por ello por lo que resulta tan importante el hecho de que todos los procesos se realicen en tiempo y forma.

3.3. Identificación del equipo en la cadena de procesos del producto

El primer paso por realizar consiste en identificar en qué etapa se encuentra el equipo, dentro de un conjunto de procesos que atraviesa el producto cada ciclo mensual o Sprint, desde la identificación de los cambios necesarios a hacer en los formularios, hasta la entrega de los formularios actualizados y con datos del cliente importados. Este ciclo cuenta con fechas estrictas planificadas por semestre y comunicadas al cliente, lo cual justifica la gran importancia que presentan estas fechas de entrega, en términos de cumplimiento.



Cadena de procesos del programa "Tax Manager" – Fuente: Elaboración propia

Explicando este ciclo, la demanda de trabajo del equipo surge a partir de los dos primeros sectores. Está el departamento regulatorio, el cual se encarga de buscar y confirmar cambios regulatorios sobre el impuesto a las ventas y uso, segmentado a nivel estado (puede ser un cambio de alícuota, un nuevo diseño de formulario, entre otros). Luego está el departamento de soporte, el cual reporta errores y/o solicitudes de cambios por parte del cliente o el departamento de filing. Ambos departamentos comunican los cambios que se deben realizar a otro equipo conformado por una PO junto a dos analistas regulatorios, quienes traducen estas tareas en "Tickets" que contienen toda la información para realizar los cambios, y se los envían al equipo bajo estudio para desarrollarlos bajo su asesoramiento.

Al final del sprint el departamento del filing comienza a llenar los formularios actualizados con datos del cliente, para luego ser entregados.

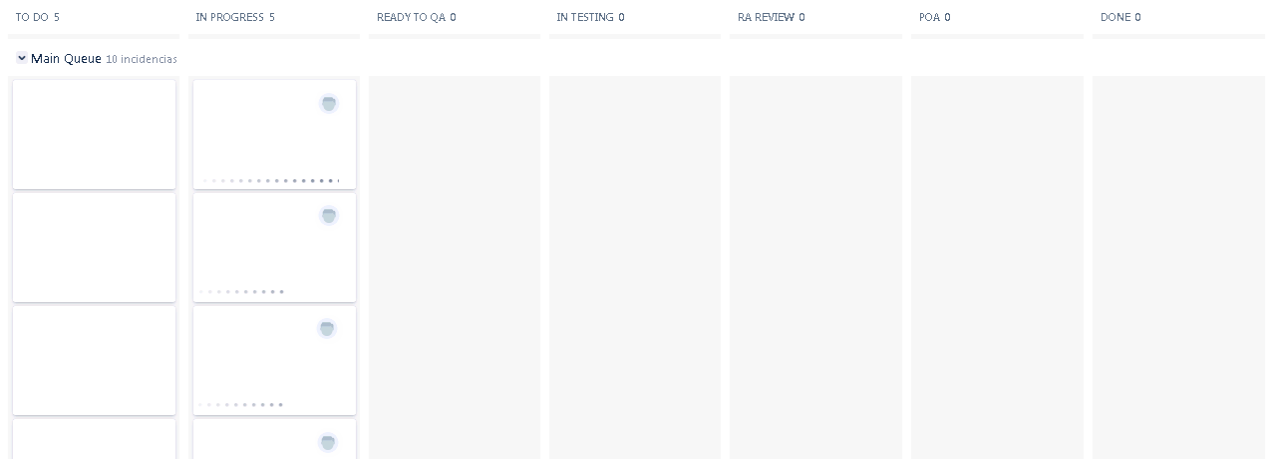
Cabe aclarar que cada equipo se maneja a través de su propio ciclo mensual (o Sprint), con sus respectivas etapas pico de trabajo, respetando el ciclo del producto.

3.4. Proceso de mantenimiento y actualización

Durante este proceso, el equipo de Tucumán, junto al equipo de Boston encargado de crear los "tickets", se organizan para completar estas tareas en



una especie de “cinta” en donde el ticket atraviesa una serie de procesos, desde su creación (fase “To Do”) hasta que la tarea esté completa y aprobada (fase “Done”), todo en tiempo y forma antes de la fecha límite, establecida por períodos mensuales. Cabe mencionar que el equipo de Boston crea la mayoría de los tickets al inicio del Sprint, pero pueden seguir creando más durante su transcurso.



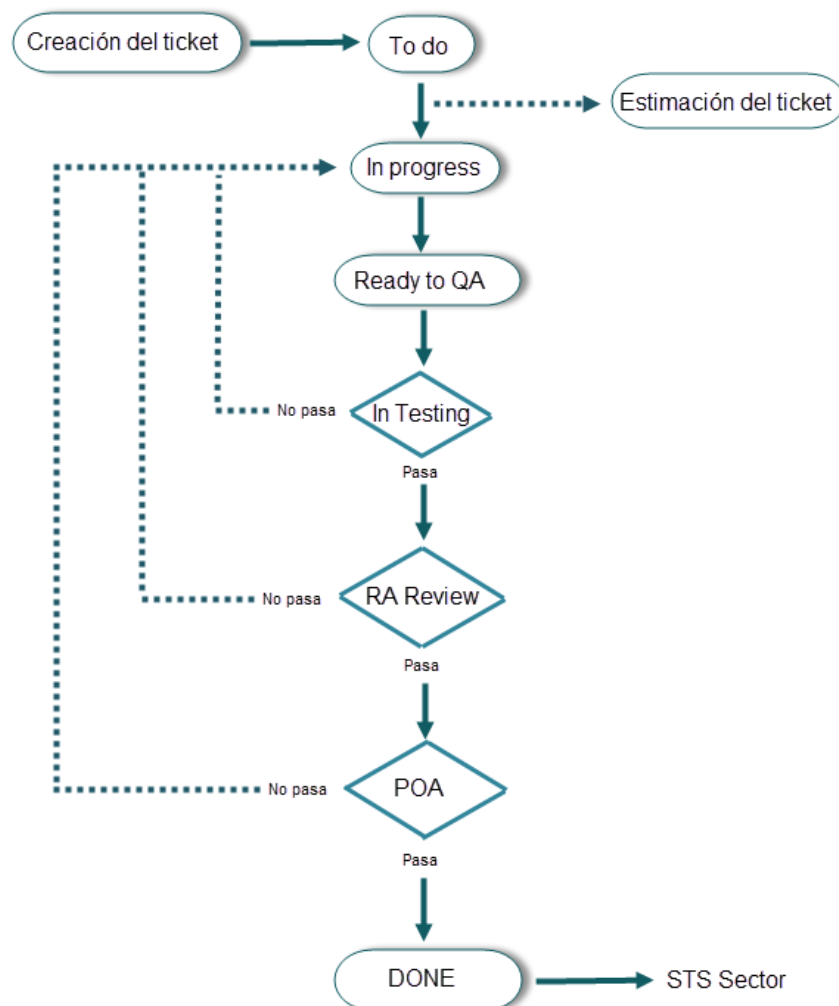
Pizarra con la cadena de trabajo actual del equipo – Fuente: JIRA

- **To Do:** Es la primera fase del proceso de mantenimiento y actualización. En esta fase se encuentran todos los tickets creados por el equipo de Boston y enviados al equipo bajo estudio, esperando a ser tomados por los desarrolladores. De forma paralela, normalmente previo al inicio de desarrollo de los tickets, el equipo, junto al departamento de Boston se realizan sesiones en las que el equipo de Boston explica el contenido del ticket y, a partir de ello, se estima la carga de trabajo del ticket con un número que se le asignará al ticket.
- **In progress:** En esta etapa se encuentran todas aquellas tareas que están siendo realizadas por los desarrolladores.
- **Ready to QA:** Los desarrolladores trasladan los tickets completados a esta etapa, en donde se espera a que el personal de testeo o QAs prueben los cambios realizados.
- **In testing:** En esta etapa se encuentran todos los tickets que están siendo testeados. En caso de encontrar algún error, el ticket respectivo regresa a la etapa “In Progress” para realizar las correcciones.
- **RA (Regulatory Analyst) Review:** A esta etapa llegan aquellos tickets considerados por QA que están bien realizados. En esta fase los tickets son testeados de nuevo, esta vez por los analistas regulatorios del equipo de Boston, personal el cual se encuentra más capacitado y tiene mayores conocimientos sobre el producto y las normas que condicionan el funcionamiento de los formularios. En caso de encontrar algún error, el ticket respectivo regresa a la etapa “In Progress” para realizar las correcciones.



- **POA (Product Owner Acceptance):** Se realiza un tercer testeo, esta vez por el Product Owner, quien se encarga de la mayor parte de la creación de tickets, e interactúa constantemente con el área de control regulatorio y con el área siguiente al de desarrollo. En caso de encontrar algún error, el ticket respectivo regresa a la etapa “In Progress” para realizar las correcciones.
- **Done:** Como su nombre lo indica, aquí se encuentran todos los tickets que pasaron los controles anteriormente mencionados, esperando ser puestos a prueba una vez más por el siguiente sector cuando llene los formularios ya actualizados con datos del cliente.

Se ilustra a continuación el proceso recién explicado:



Flujograma de mantenimiento y actualización del equipo bajo estudio – Fuente: Elaboración propia



3.5. Creación del diagrama causal

1. Definición del problema: Este paso resulta primordial dentro del caso bajo estudio, pues todo objetivo y procedimiento realizado depende de esta definición. Para este caso, se define el problema como la existencia de reiterados incumplimientos en los tiempos de entrega (sumado a un desconocimiento de las variables que afectan al mismo). La definición del problema será el centro de nuestro radio de relevancia.

2. Influencias de primer orden: En esta etapa definimos aquellos elementos que resultan directamente influyentes con nuestro problema de interés. Como influencias de primer orden definimos: Tickets totales en el sprint, cantidad de tickets realizados dentro del plazo, cantidad de tickets pendientes, tasa de rendimiento y su discrepancia.

3. Influencias de segundo orden: Aquí definimos aquellos elementos los cuales no presentan una relación directa con el problema principal, pero tienen relación directa con aquellas influencias de primer orden o resultan ser sumamente relevantes a través de su relación indirecta con el problema. Para este caso se definieron como influencias de segundo orden todas las variables que representan cada estado de cumplimiento de aquellas tareas (o "tickets") que representan el mantenimiento y actualización del producto: Tickets en "TO DO", tickets en "IN PROG", tickets en "RTQA", , tickets en "IN TEST", tickets en "RA REV", tickets en "POA", y todas las variables que representan la transición de un estado a otro (representados con el nombre de cada estado con un símbolo ">" al inicio), incluyendo los regresos a "IN PROG" debido a errores encontrados en cada ticket (representado por un "Err" y el estado en el cual se encontró el error). Cabe aclarar que los valores de todas estas variables se representan como estado al final de cierto día n (por ejemplo, $TO DO_4$ representaría la cantidad de tickets que se encuentran en "TO DO" al final del día 4).

4. Influencias de tercer orden: Para este caso se definieron: Capacidad total del equipo de desarrollo, capacidad total del equipo de QA, cantidad de desarrolladores, cantidad de QAs, capacidad productiva por desarrollador, capacidad productiva por QA, tasa de errores encontrados por QA, tasa de errores encontrados por RA (regulatory analysts), tasa de errores encontrados por PO (producto owner). La capacidad de testeo por parte de los RA y del PO son influencias de tercer orden, pero escapan al alcance de esta investigación.

A continuación, se presenta una ilustración mostrando los pasos realizados anteriormente:

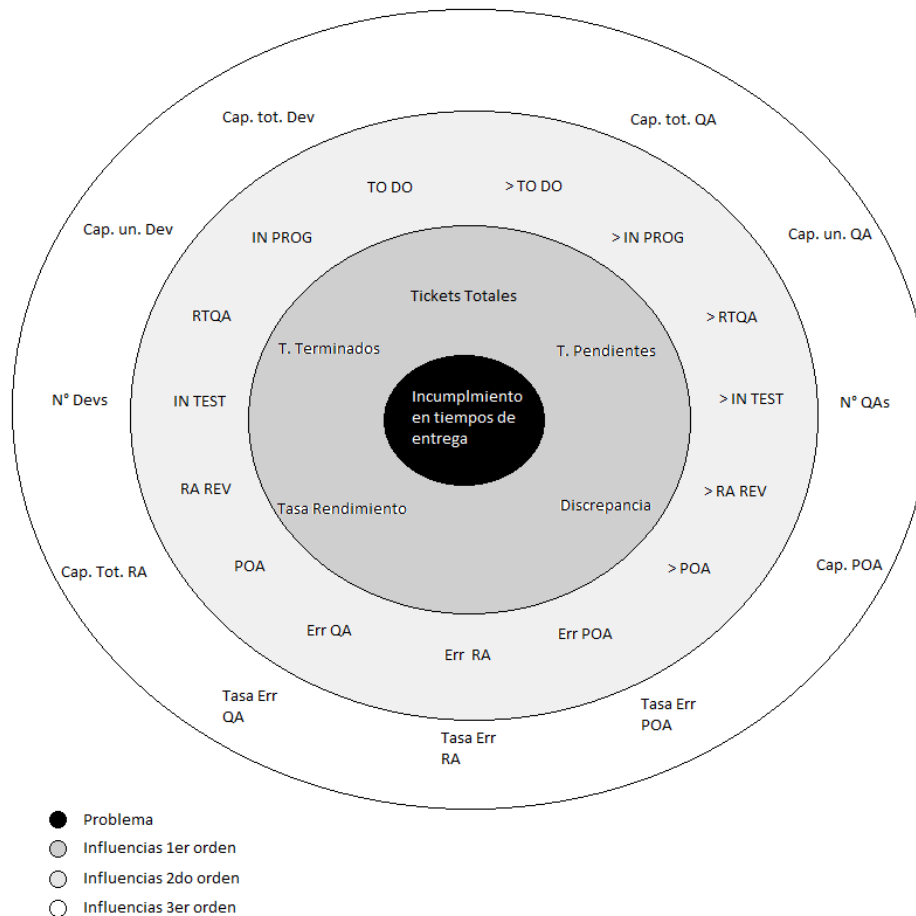


Diagrama de influencias – Fuente: Elaboración propia

5. Definir las relaciones: La siguiente etapa consiste en dibujar las flechas o influencias que creemos existen entre los elementos del sistema y en asignar un signo positivo o negativo a cada una de las relaciones, dependiendo si la relación entre cada elemento es proporcional o inversamente proporcional.

6. Identificar los bucles de realimentación: Los bucles nos van a dar señales sobre el posible comportamiento del sistema, y también sobre las posibles medidas para incrementar sus efectos o bien para atenuarlos. Para ello deberemos de identificar tanto los bucles que existen como los signos de estos y a partir de ahí buscaremos en los bucles positivos los motores del cambio y en los negativos las causas de la estabilidad del sistema.

7. Depurar las influencias no relevantes: Es necesario depurar el sistema de aquellos elementos inicialmente incluidos en él pero que en las etapas siguientes hemos percibido que su papel en relación con el problema que nos ocupa no es relevante, en ocasiones simplemente porque sus efectos se producen más allá del horizonte temporal con el que hemos planteado el problema.



A continuación, se presenta el diagrama causal al cual se llegó.

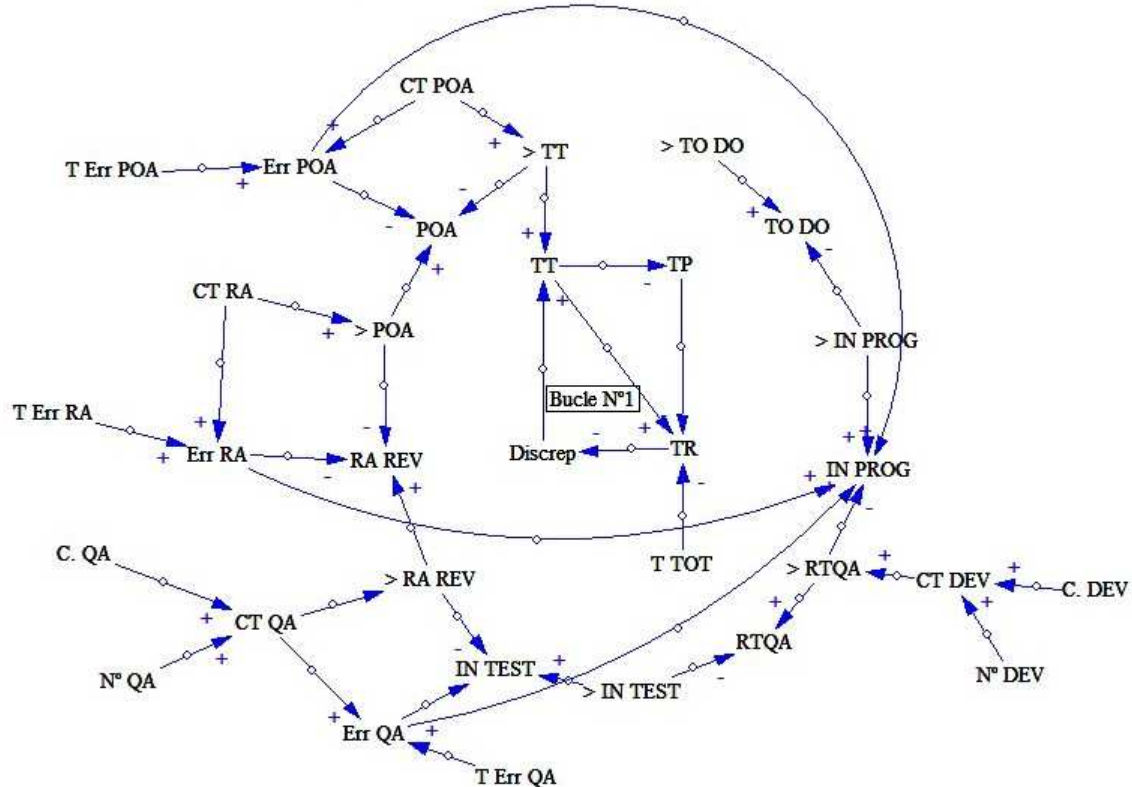


Diagrama causal – Fuente: Elaboración propia. Software VENSIM PLE.

3.6. Creación del diagrama de Forrester

Para la elaboración de este diagrama se requiere clasificar los elementos mencionados entre variables de stock, variables de flujo o auxiliares, con el fin de simular un sprint de forma apropiada a través del software bajo uso.

Recapitulando al marco teórico, las **variables de stock**, o de estado, representan magnitudes que acumulan los resultados de acciones tomadas previamente. Estas variables pueden representar, por ejemplo, la cantidad de productos terminados en un inventario, el saldo de una cuenta, la cantidad de habitantes en cierta jurisdicción, entre otros. Las **variables de flujo** determinan las variaciones o acciones que afectan el valor de la variable de stock, siendo estas acciones originadas por estados anteriores. Las **variables auxiliares** explican, en su mayor parte, y dan sostén al comportamiento de las dos variables anteriormente mencionadas.

El primer paso en la creación de este diagrama fue la identificación de variables de stock, los cuales representan estados significativos en el funcionamiento del sistema. A partir del diagrama causal se identificaron los siguientes elementos como variables de stock:



- Tickets en To Do.
- Tickets en In Progress.
- Tickets en Ready to QA (RTQA).
- Tickets en In Testing.
- Tickets en Regulatory Analyst Review (RA Rev).
- Tickets en Product Owner Acceptance (POA).
- Tickets terminados / Tickets en Done.
- Tasa de rendimiento.

El segundo paso fue la identificación de las variables de flujo, las cuales determinan las variaciones de las variables de stock. Para este caso, las variables que se identificaron fueron:

- Tickets desplazados a To Do.
- Tickets desplazados a In Progress (a partir de To Do).
- Tickets desplazados a Ready to QA.
- Tickets desplazados a In Testing.
- Tickets desplazados a Regulatory Analyst Review.
- Tickets desplazados a Product Owner Acceptance.
- Tickets desplazados a In progress por error encontrado en QA (Err QA).
- Tickets desplazados a In progress por error encontrado en RA Rev (Err RA).
- Tickets desplazados a In progress por error encontrado en POA.
- Discrepancia entre 1 y la tasa de rendimiento.
- Cantidad de tickets totales en el sprint.

Por último, se definen las variables auxiliares que den sostén al valor de las variables anteriormente definidas. Para este caso se definieron como auxiliares:

- Capacidad productiva total de los desarrolladores.
- Capacidad productiva por desarrollador.
- Cantidad de desarrolladores presentes.
- Capacidad productiva total del personal de testeo/QA.
- Capacidad productiva por tester/QA.
- Cantidad de QAs presentes.
- Tasa de errores encontrados por QA.
- Tasa de errores encontrados por RA.
- Tasa de errores encontrados por PO.
- Capacidad total de los RA.
- Capacidad del PO.

El diagrama obtenido se presenta a continuación.

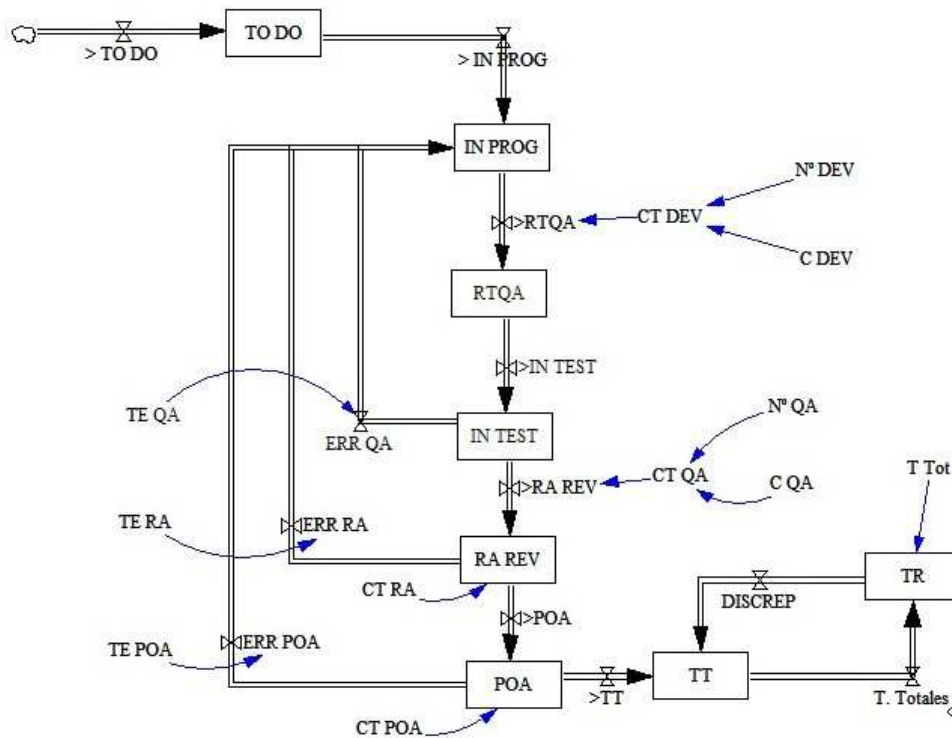


Diagrama de Forrester – Fuente: Elaboración propia. Software VENSIM PLE.

3.7. Recolección y Análisis de datos

A partir de las variables consideradas y del modelo construido, se ve la necesidad de recolectar tres grupos de datos. El primero consiste en la cantidad de tickets que se resguardan en cada instancia del proceso productivo al final de cada día. El segundo grupo incluiría la cantidad de transiciones realizadas de una instancia a otra a lo largo del día, incluyendo retornos por errores. El tercer grupo estaría conformado por el resto de las variables mencionadas, incluyendo cantidad de personal (Dev, QA, RA y PO), su capacidad productiva, las tasas de rendimiento y las tasas de retorno de las instancias de testeo. Este último grupo apunta a aquellas variables que no pueden extraerse a partir de alguna base de datos.

Buscando medios con el cual recolectar los datos necesarios se encuentra una plataforma utilizada por otro equipo de la misma empresa, llamado EazyBi, una plataforma que trabaja de forma paralela con la plataforma utilizada con el equipo, la cual permite la emisión de diferentes gráficos y planillas, en función de los datos que resulten importados y de cómo estos son ordenados y filtrados.



Pages		Columns							
Drag here if needed		Measures > Transition Status							
Rows		Table							
Nonempty		Bar Line Pie Scatter Timeline Map Gantt Gauge							
> Time		Hide empty > Time ≥ 2020 All others Total > Freeze header							
		Issues history							
		- All Transition States	Open	Complete	In Progress	Ready for POA	RA Review	In Testing	Ready to Test
- 2020		13,613	136	10,701	10	0	0	0	1
+ Q1 2020		11,755	139	10,220	8	0	0	0	0
+ Q2 2020		12,346	147	10,391	19	0	0	1	0
- Q3 2020		13,038	157	10,580	14	0	0	1	0
+ Jul 2020		12,496	140	10,467	9	0	0	1	0
+ Aug 2020		12,737	144	10,534	14	0	0	2	1
- Sep 2020		13,038	157	10,580	14	0	0	1	0
Sep 01 2020		12,743	141	10,534	14	1		4	3
Sep 02 2020		12,747	142	10,536	13	1		4	5
Sep 03 2020		12,753	139	10,537	14	1		5	6

Tabla de flujo de estados – Fuente: EazyBi

Ya lista la plataforma, se procede a recolectar datos sobre los estados y transiciones de los tickets. Estos datos se fueron recolectando en registros diarios, siendo estos exportados de a mes en planillas de Excel y agrupados en un solo registro a nivel anual (esto debido a que la plataforma no soporta emitir reportes tan grandes). Este mismo procedimiento se realiza múltiples veces, filtrado en cada ocasión por desarrollador, por tester y la totalidad de ambos (incluyendo a quienes ya no pertenecen al equipo). Este conjunto de procedimientos fue realizado para los dos tipos de medidas utilizadas: cantidad de tickets y puntuación de tickets.

A partir de esto todos los datos recolectados siguieron el mismo procedimiento mencionado anteriormente, sumado a un filtro para mostrar únicamente aquellas categorías que representan una tarea en concreto.

A partir de los datos recolectado se procede a limpiarlos y ordenarlos en Excel para su análisis. Cabe aclarar que a pesar de que el equipo se iniciara en Julio del 2019 y comenzara a operar en el mes de octubre del mismo año, recién a partir del mes de diciembre existen registros acerca de los estados y transiciones de los tickets, por lo que el análisis se realizó en función de los datos provistos a partir de dicho mes.

Las actividades realizadas para los datos de estado (tanto Dev como QA) fueron:

- Se llenaron todos los espacios vacíos con el número 0, ya que en el uso de fórmulas Excel no toma como valor a las celdas vacías.
- Se elaboró una fórmula (en anexo) del lado izquierdo de las fechas para filtrar las líneas en función de su unidad temporal (día, mes, trimestre, año).
- Se copiaron solo los datos diarios a una nueva pestaña, en donde fueron utilizados para calcular la media y varianza de la cantidad de tickets presentes en cada estado a nivel mensual. **(Imágenes en apéndice 2) (Datos en Anexo)**



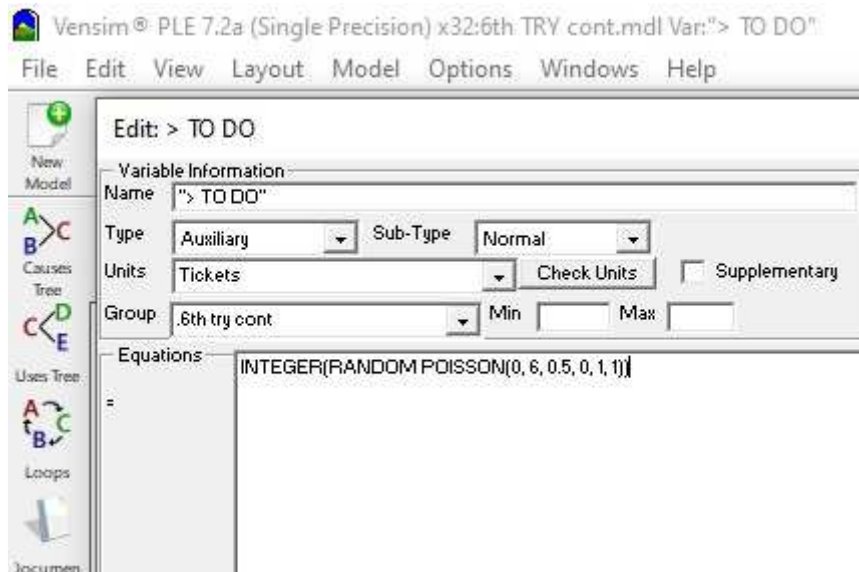
- Se copian solo los datos mensuales a una nueva pestaña, en donde fueron utilizados para obtener información el total de los tickets realizados por sprint, la evolución del rendimiento de cada integrante del equipo y de todo el equipo, y el puntaje promedio por ticket. **(Imágenes en apéndice 2) (Datos en Anexo)**

Las actividades realizadas para los datos de flujo (tanto Dev como QA) fueron:

- Se llenaron todos los espacios vacíos con el número 0, ya que en el uso de fórmulas Excel no toma como valor a las celdas vacías.
- Se elaboró una fórmula (en anexo) del lado izquierdo de las fechas para filtrar las líneas en función de su unidad temporal (día, mes, trimestre, año).
- Se copiaron solo los datos diarios a una nueva pestaña, en donde fueron utilizados para calcular la media y varianza de la cantidad de tickets presentes en cada estado a nivel mensual. También se calculó la tasa de retorno de las tres fases de testeo al estado “in progress”. **(Imágenes en apéndice 2) (Datos en Anexo)**
- (Solo con puntaje de ticket) Como en la plataforma no existía la medida “Transiciones en puntaje de ticket” se utiliza la medida “registro histórico de puntos” el cual muestra un puntaje constante, que aumenta cuando se realizó una transición. En la planilla de los datos diarios se limpió este registro histórico, creando un clon con el que se utilizaron fórmulas sobre el primer cuadro de datos diarios, para obtener sólo los valores de las transiciones en sus correspondientes días.

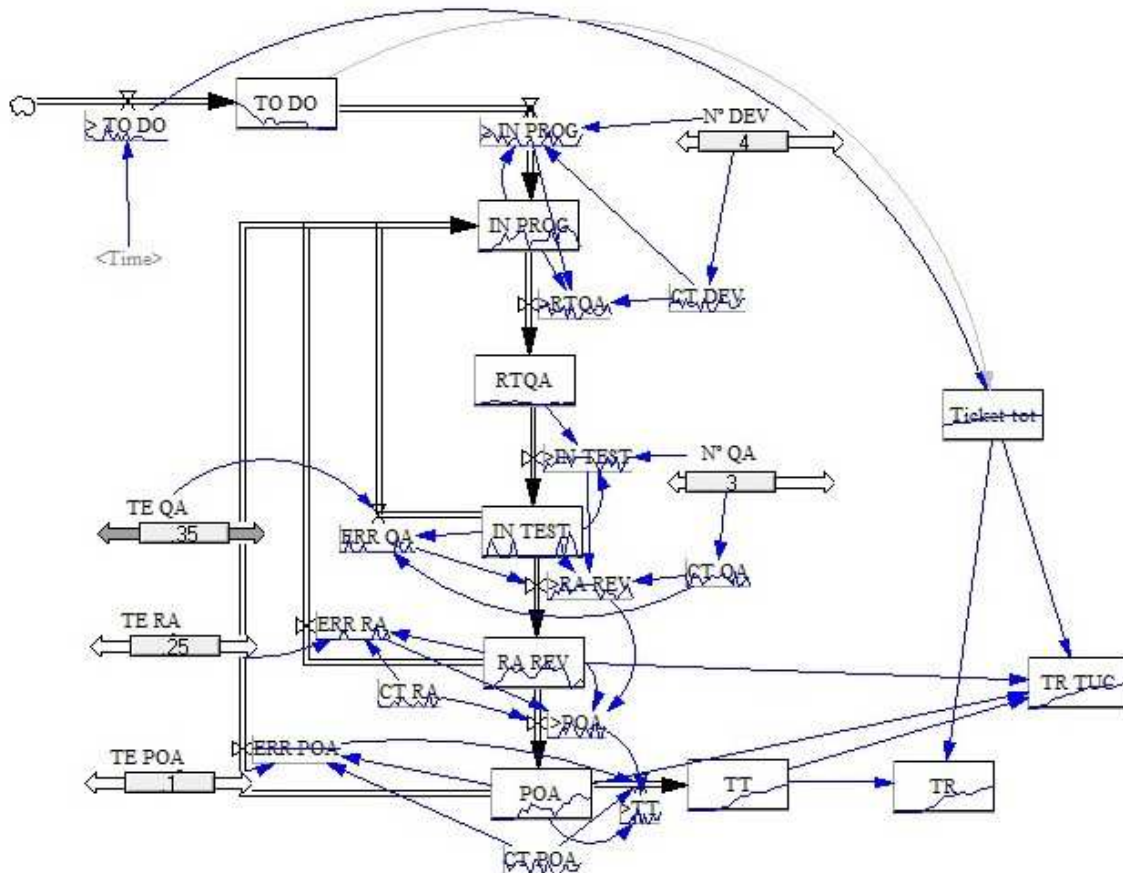
3.8. Evaluación del modelo

A partir del modelo creado y de los datos obtenidos, se incluyen ecuaciones que describen el comportamiento de las variables y los parámetros asociados para simular el modelo. El detalle de las ecuaciones utilizadas para cada variable se muestra como anexo dada su magnitud y complejidad.



Ejemplo ecuación de variable de flujo en VENSIM.

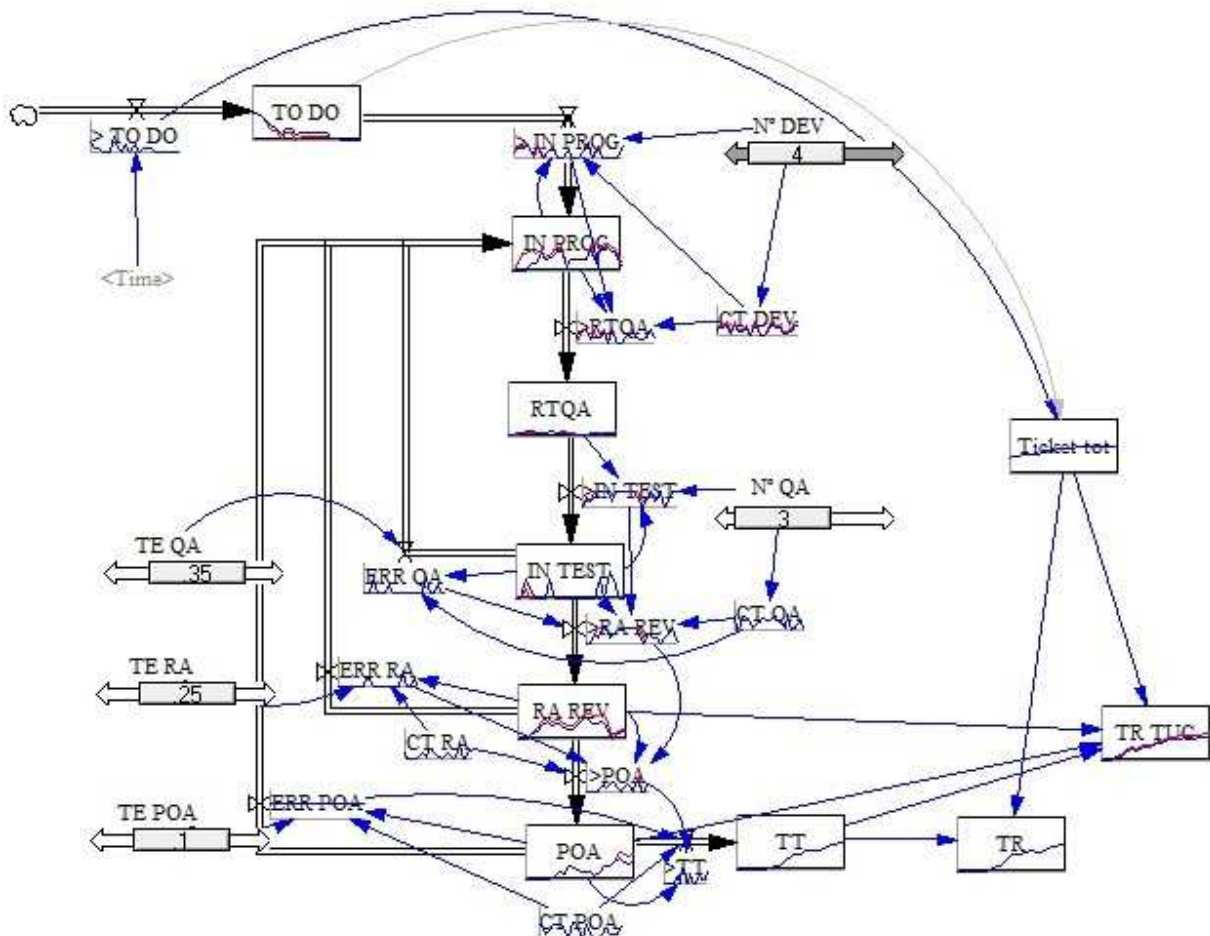
Estas ecuaciones fueron puestas a prueba múltiples veces, corriendo simulaciones dentro del programa y realizando análisis de sensibilidad modificando la cantidad de desarrolladores y de testers en el equipo. En base a estas pruebas el modelo pasó por varias modificaciones, así también las ecuaciones planteadas y los parámetros presentados fueron modificados, hasta verificar que los tipos de resultados obtenidos fueran adecuados y congruentes con la realidad de un Sprint habitual.



Modelo final con simulación activa – Fuente: Elaboración propia. Software VENSIM PLE

Las salidas que se muestran representan el comportamiento de las principales variables constituyentes del proceso en condiciones normales y sus respectivas variables causales.

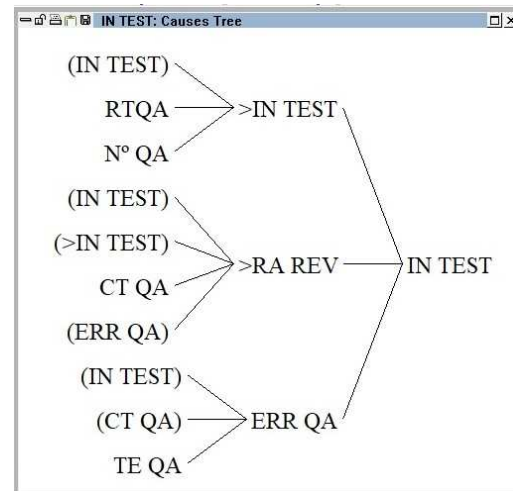
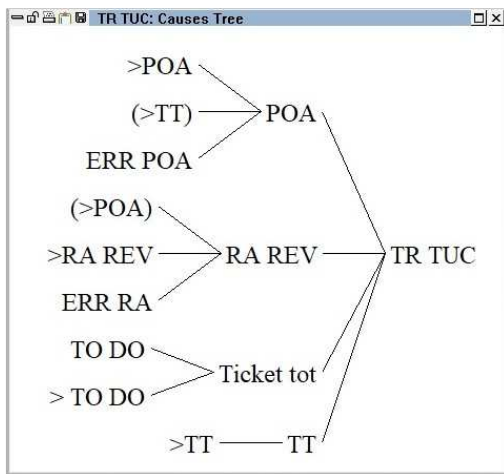
El siguiente paso fue evaluar cómo se ven alteradas las variables del modelo ante el aumento de personal en un desarrollador o de un tester, esperando un aumento en las tasas de rendimiento y potenciales cuellos de botella. A continuación, se ilustra un print de pantalla del modelo con los cambios y a continuación los cuadros resultantes que provee el software.



Modelo con simulación y análisis de sensibilidad – Fuente: Elaboración propia. Software VENSIM PLE

Las líneas azules representan los valores con la cantidad de desarrolladores y testers actuales (4 dev 3 QA) y las líneas rojas indican los nuevos valores de las variables ante la nueva cantidad de devs o QAs, indicado en la descripción de cada gráfico. Los gráficos presentados a continuación muestran una comparación de los resultados ante el aumento de un desarrollador.

Adicionalmente, el software nos brinda múltiples esquemas que buscan ilustrar de una manera sencilla las relaciones causales entre variables.



Capítulo 4: Conclusiones

La Dinámica de Sistemas es una herramienta muy útil que permite interpretar las complejas interacciones de estructuras y factores y, además, provee de un lenguaje simbólico que ayuda a representar gráficamente las interrelaciones de las variables relevantes de cualquier tipo de sistema. La construcción de un modelo mediante Dinámica de Sistemas requiere un alto conocimiento del sistema. Se debe representar en forma detallada cada ecuación, sin posibilidad de errores, para que el software sea capaz de comprender y simular el comportamiento que se desea representar, siendo muy importante determinar los parámetros adecuados para obtener un modelo confiable.

Es necesario incorporar elementos que muchas veces no se encuentran explícitos, que adquieren mucha importancia en el comportamiento del modelo y reelaborar varias veces las ecuaciones planteadas, incorporando elementos adicionales y comparando resultados hasta obtener un modelo lo más representativo posible del sistema real.

Para la elaboración de este trabajo fue necesaria una extensa recopilación de información, tanto para la utilización de Dinámica de Sistemas como metodología de modelado, la utilización del software para la resolución del modelo y para la adquisición de los conocimientos necesarios acerca del funcionamiento de la empresa.

Este modelo, a partir de los datos más actuales del equipo, permite tener conocimientos del potencial rendimiento que se espera en el próximo sprint o en un sprint correspondiente a un determinado mes, frente a una demanda de trabajo estimada.

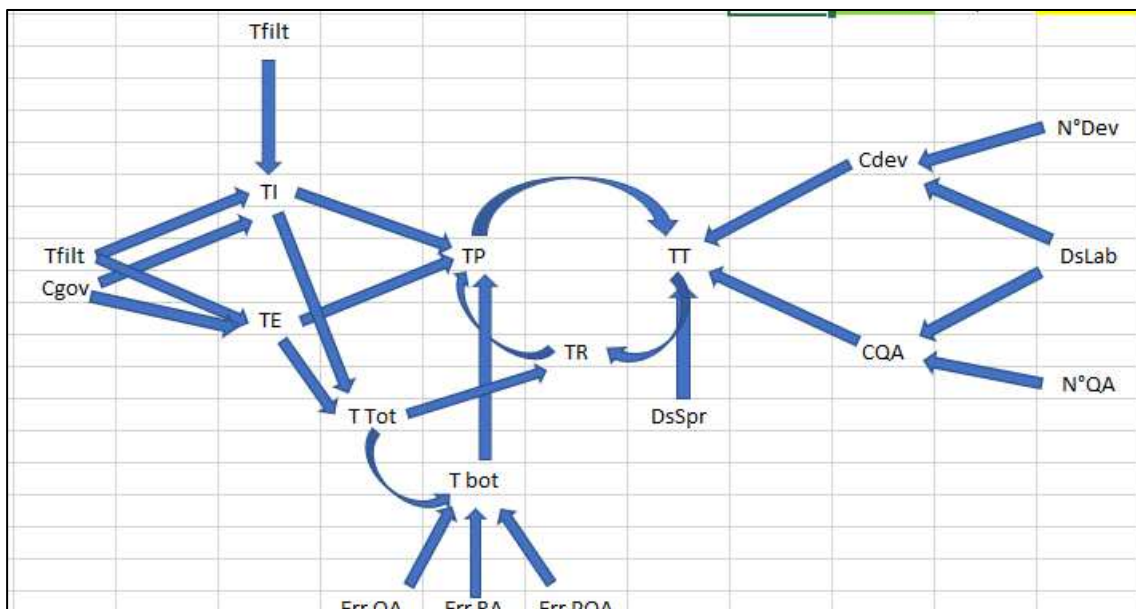
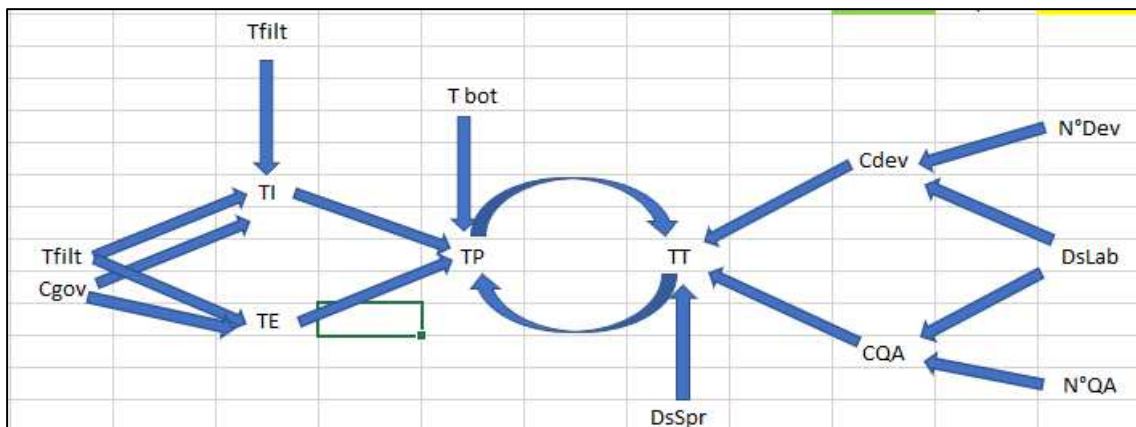
Este modelo también presenta la potencial capacidad de complementarse con otras herramientas de análisis cualitativo, como ser el uso de entrevistas y la revisión de horarios de transición para identificar las etapas más productivas del día a día, destinando horarios de reuniones para los rangos horarios menos productivos y evaluar el impacto en la productividad mediante simulaciones en

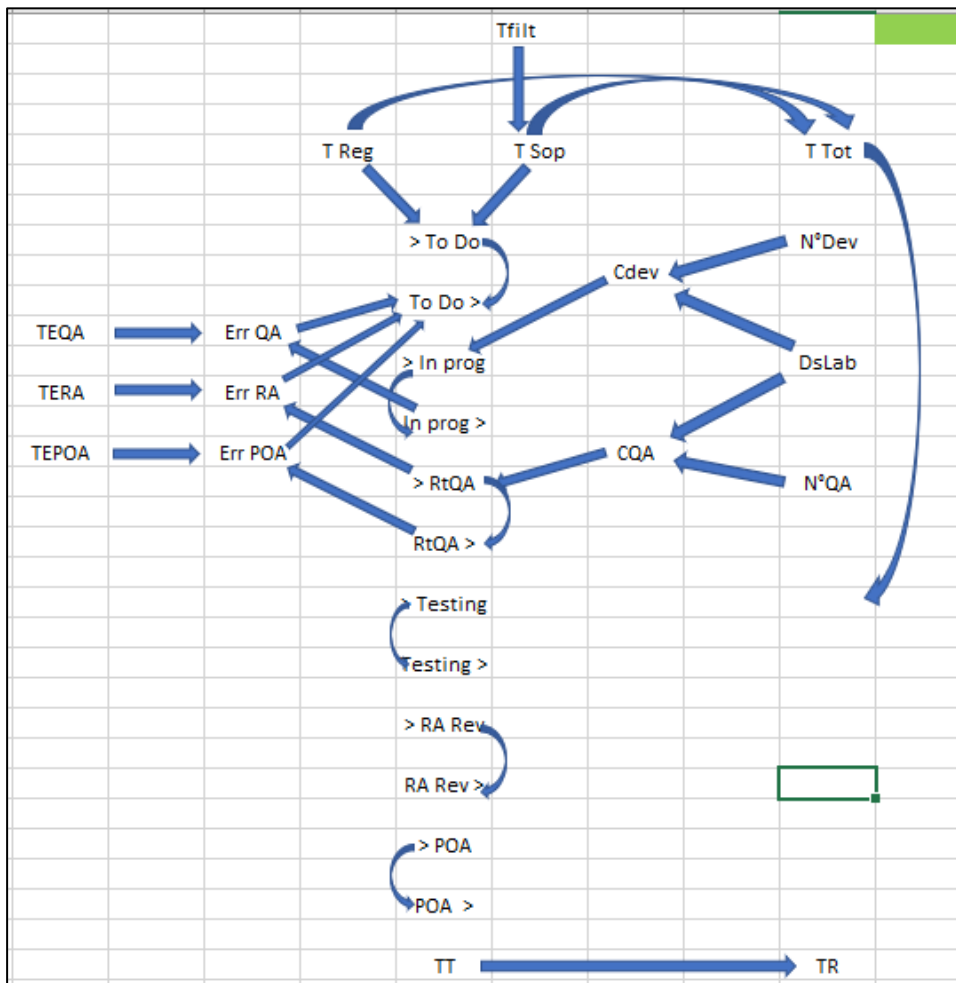
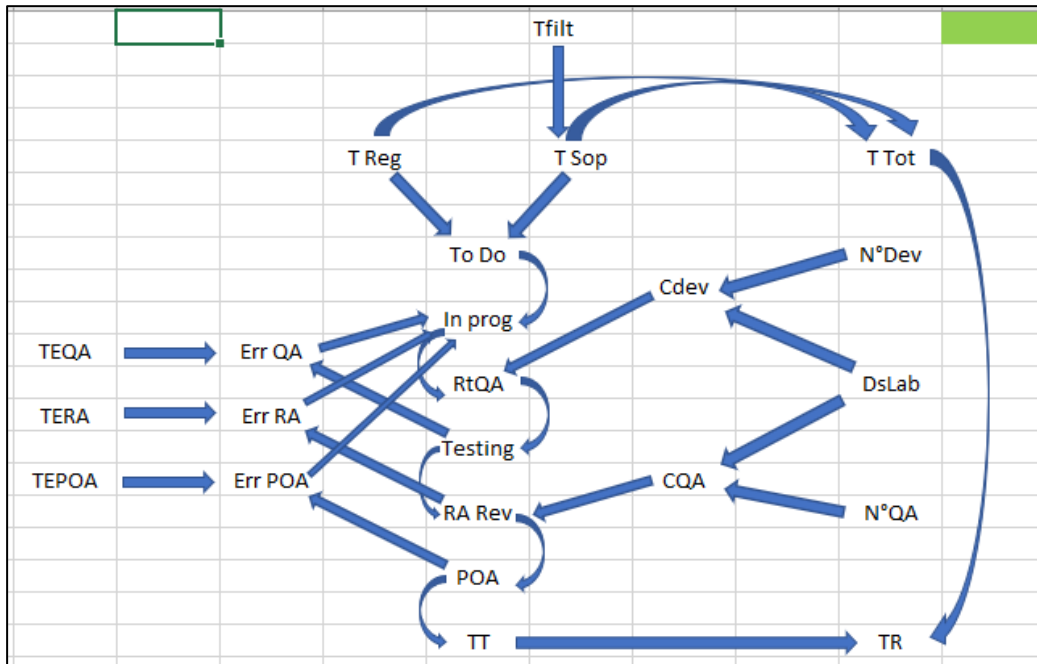


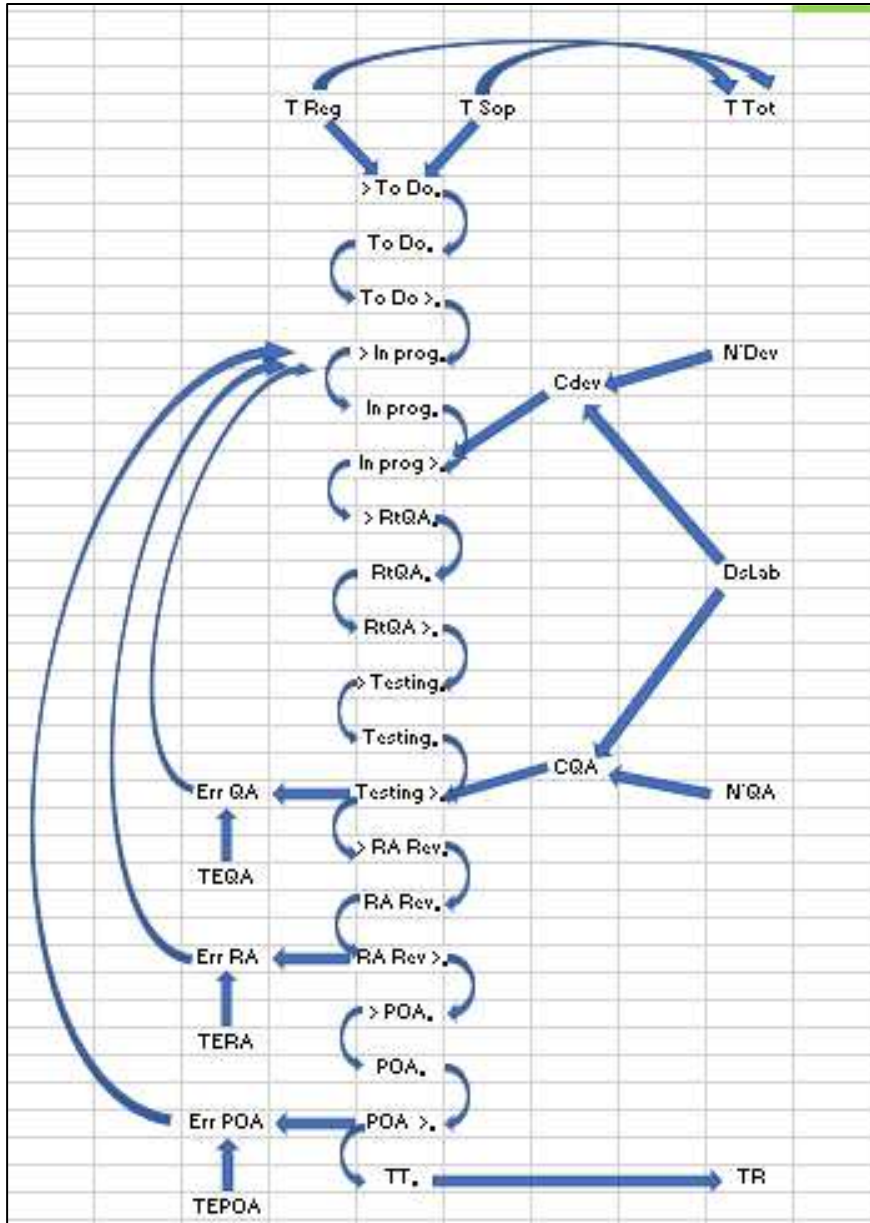
el modelo. También puede complementarse con cuadros de mando para tomar cursos de acción evaluados previamente con el modelo elaborado, entre tantas otras herramientas que se pueden utilizar como complemento con este modelo.

Apéndice

Apéndice 1: Bosquejos en Excel del diagrama de influencia.

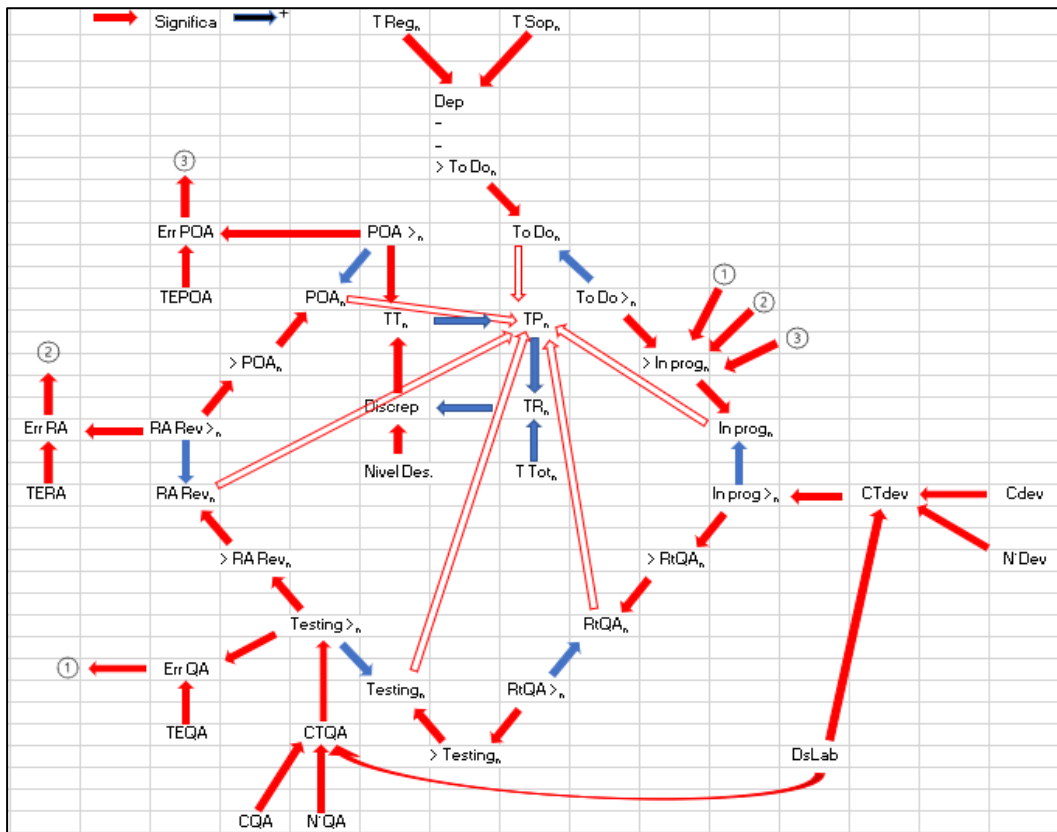
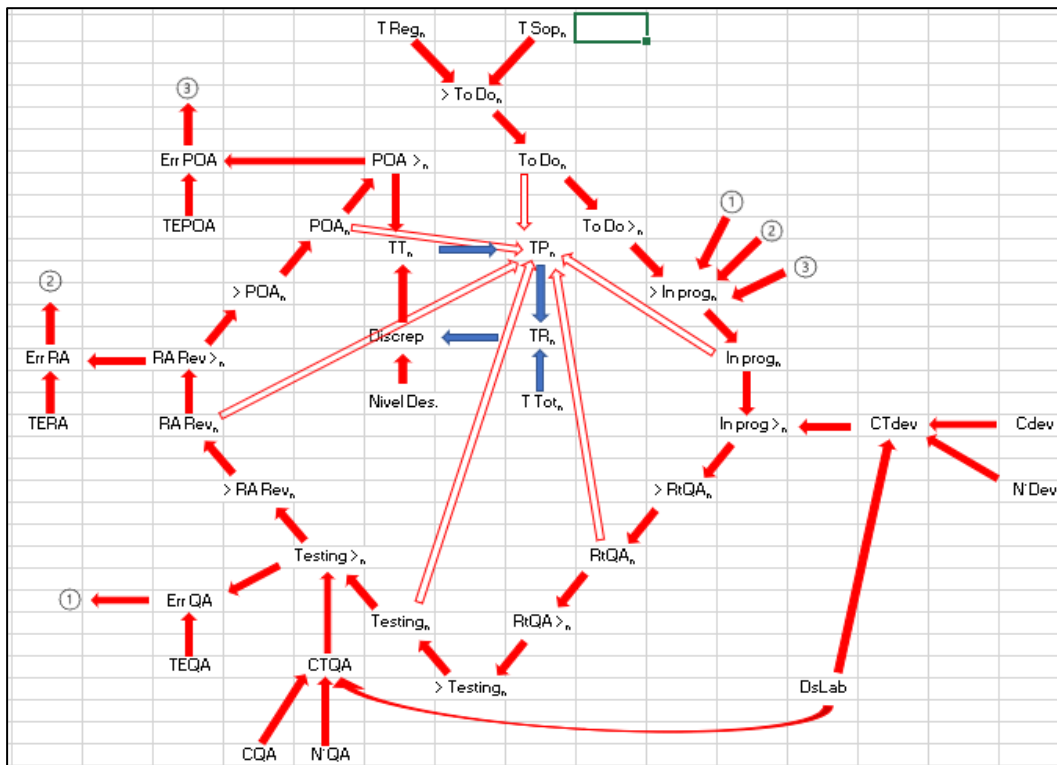


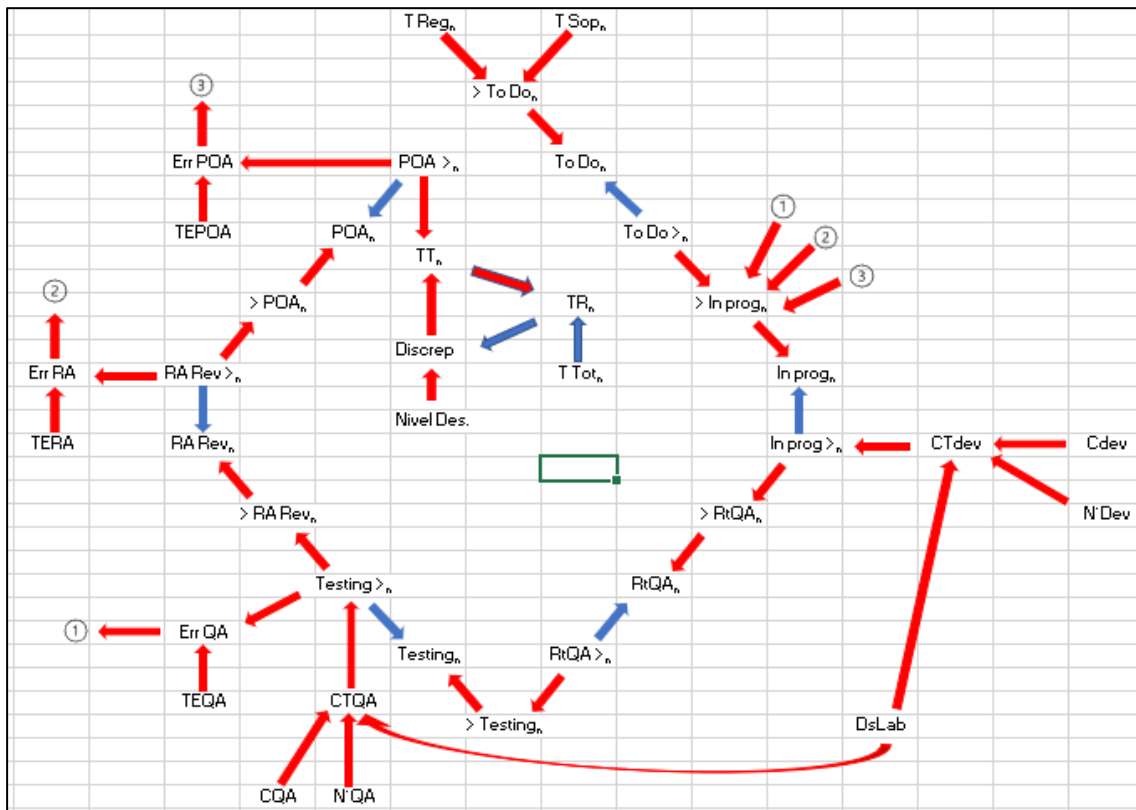






Universidad Nacional de Tucumán
Facultad de Ciencias Económicas
Instituto de Administración
VIII Muestra Académica de Trabajos de
Investigación de la Licenciatura en
Administración





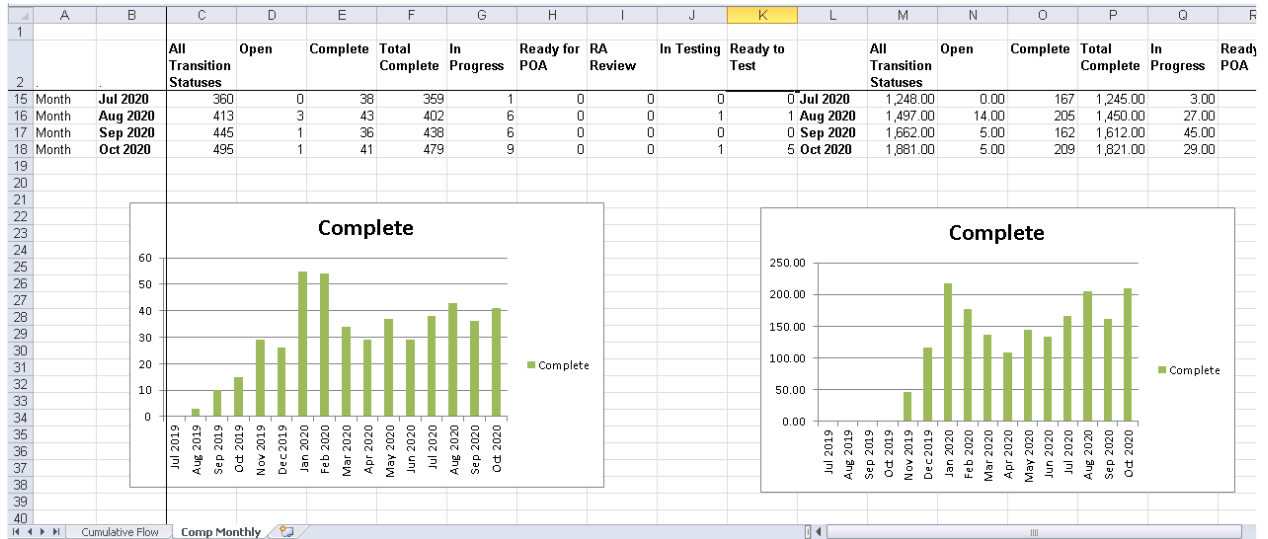
Apéndice 2: Datos brutos y procesados sobre el estado y flujo de los tickets.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	Issues history			Story Points history														
2	All	Open	Complete	In Progress	Ready for POA	RA Review	In Testing	Ready to Test	All	Open	Complete	In Progress	Ready for POA	RA Review	In Testing	Ready to Test		
3	Transition	Statuses							Transition	Statuses								
72	Day	#####	14		11													
73	Day	#####	14		13													
74	Day	#####	14		13													
75	Day	#####	14		13													
76	Quarter	04 2019	109	0	83	8	0	0	0	0	253.00	0.00	162.00	39.00	0.00	0.00	0.00	0.00
77	Month	01 Oct 2019	36	1	28	5	0	0	0	0	24.00	3.00	21.00				0.00	0.00
78	Day	01 Oct 2019	14		13													
79	Day	02 Oct 2019	14		13													
80	Day	03 Oct 2019	14	1	13													
81	Day	04 Oct 2019	14	1	13													
82	Day	07 Oct 2019	17	1	13													
83	Day	08 Oct 2019	19	1	13													
84	Day	09 Oct 2019	21	1	13													
85	Day	10 Oct 2019	22	1	13													
86	Day	11 Oct 2019	22	1	13													
87	Day	14 Oct 2019	22	1	13													
88	Day	15 Oct 2019	25	3	13													
89	Day	16 Oct 2019	27	2	13													
90	Day	17 Oct 2019	27	0	14	0	13		0	0								
91	Day	18 Oct 2019	28		16		12											
92	Day	19 Oct 2019	28		16		12		0									
93	Day	21 Oct 2019	28		19		9											
94	Day	22 Oct 2019	29	0	22	1	6											
95	Day	23 Oct 2019	28		25	0	3											
96	Day	24 Oct 2019	28		25		3											
97	Day	25 Oct 2019	28		25		3											

Datos brutos de estados (Cantidad de tickets y puntaje de tickets)



Universidad Nacional de Tucumán
 Facultad de Ciencias Económicas
 Instituto de Administración
**VIII Muestra Académica de Trabajos de
 Investigación de la Licenciatura en
 Administración**



Datos procesados de estados (Cantidad de tickets y Puntaje de tickets)

A9 =IF(LEFT(B9,1)="Q","Quarter",IF(OR(LEFT(B9,1)="J",LEFT(B9,1)="1",LEFT(B9,1)="F",LEFT(B9,1)="M",LEFT(B9,1)="A",LEFT(B9,1)="U",LEFT(B9,1)="S",LEFT(B9,1)="O",

	A	B	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1			Complete	Ready for POA => Complete	RA Review => Complete	In Testing => Complete	Ready to Test => Complete	In Progress	In Progress => In Progress	Ready for POA => In Progress	RA Review => In Progress	BA Review => In Progress	Waiting for Development => In Progress	In Testing => In Progress	Ready to Test => In Progress	Ready for POA => In Progress	RA Review => In Progress
7	Day	02 Jan 2020															1
8	Day	03 Jan 2020															1
9	Day	04 Jan 2020															1
10	Day	06 Jan 2020															4
11	Day	07 Jan 2020															5
12	Day	08 Jan 2020										1					2
13	Day	09 Jan 2020															4
14	Day	10 Jan 2020															3
15	Day	13 Jan 2020															6
16	Day	14 Jan 2020															4
17	Day	15 Jan 2020															6
18	Day	16 Jan 2020															4
19	Day	17 Jan 2020															5
20	Day	20 Jan 2020															8
21	Day	21 Jan 2020															11
22	Day	22 Jan 2020															4
23	Day	23 Jan 2020															5
24	Day	24 Jan 2020															17
25	Day	27 Jan 2020															4
26	Day	28 Jan 2020															1
27	Day	29 Jan 2020															8
28	Day	30 Jan 2020															17

Datos brutos de transiciones (Puntos de tickets)



Universidad Nacional de Tucumán
 Facultad de Ciencias Económicas
 Instituto de Administración
**VIII Muestra Académica de Trabajos de
 Investigación de la Licenciatura en
 Administración**



	A	B	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1																	
2			Complete In Progress => Complete	Ready for POA => Complete	RA Review => Complete	In Testing => Complete	Ready to Test => Complete	In Progress => In Progress	Open => In Progress	Ready for POA => In Progress	RA Review => In Progress	BA Review => In Progress	Waiting for Development => In Progress	In Testing => In Progress	Ready to Test => In Progress	In Progress => In Progress	Ready for POA Review => In Progress
3																	
4	Day	02 Jan 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
5	Day	03 Jan 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
6	Day	04 Jan 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
7	Day	06 Jan 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0
8	Day	07 Jan 2020	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	5	2	2	0	2
9	Day	08 Jan 2020	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	1
10	Day	09 Jan 2020	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	4	0	0	0
11	Day	10 Jan 2020	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
12	Day	13 Jan 2020	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	1
13	Day	14 Jan 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
14	Day	15 Jan 2020	0	5	0	0	0	2	0	0	2	0	6	0	0	0	9
15	Day	16 Jan 2020	1	7	0	0	0	5	0	0	2	0	4	0	0	0	5
16	Day	17 Jan 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	5
17	Day	20 Jan 2020	1	8	0	0	0	5	0	1	0	0	0	2	1	0	11
18	Day	21 Jan 2020	0	2	0	0	0	11	0	0	2	0	0	1	1	0	8
19	Day	22 Jan 2020	1	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	1	2	0	10
20	Day	23 Jan 2020	0	9	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1	0	12
21	Day	24 Jan 2020	0	17	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
22	Day	27 Jan 2020	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
23	Day	28 Jan 2020	1	8	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	Day	29 Jan 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	Day	30 Jan 2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Datos procesados de transiciones (Puntos de ticket)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1			Story Points history											
2			Open In Progress	Open => BA Review	Open => Ready to Test	In Progress => Open	Ready for POA => Open	RA Review => Open	In Testing => Open	Ready to Test => Open	Complete In Progress => Complete	Ready for POA => Complete	RA Review => Complete	In Progress => Co
3														
7	Day	02 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				155.00	19.00	
8	Day	03 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				155.00	19.00	
9	Day	04 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				155.00	19.00	
10	Day	06 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				155.00	19.00	
11	Day	07 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				155.00	19.00	
12	Day	08 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				155.00	19.00	
13	Day	09 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				161.00	19.00	
14	Day	10 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				164.00	19.00	
15	Day	13 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				167.00	19.00	
16	Day	14 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				167.00	19.00	
17	Day	15 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				182.00	19.00	
18	Day	16 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				208.00	19.00	
19	Day	17 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				208.00	19.00	
20	Day	20 Jan 2020	-8.00	-11.00				16.00				229.00	19.00	
21	Day	21 Jan 2020	-31.00	-11.00			3.00	44.00	3.00			235.00	19.00	
22	Day	22 Jan 2020	-39.00	-11.00			3.00	44.00	3.00			235.00	22.00	
23	Day	23 Jan 2020	-42.00	-11.00			6.00	44.00	3.00			250.00	22.00	
24	Day	24 Jan 2020	-50.00	-11.00			6.00	52.00	3.00			279.00	22.00	
25	Day	27 Jan 2020	-50.00	-11.00			6.00	52.00	3.00		3.00	303.00	22.00	
26	Day	28 Jan 2020	-50.00	-11.00			6.00	52.00	3.00		3.00	312.00	79.00	
27	Day	29 Jan 2020	-50.00	-11.00			6.00	52.00	3.00		3.00	312.00	79.00	

Datos brutos de transiciones (Puntos de tickets)



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1														
2			Open								Complete			
3			Open => In Progress	Open => BA Review	Open => Ready to Test	In Progress => Open	Ready for POA => Open	RA Review => Open	In Testing => Open	Ready to Test => Open	In Progress => Complete	Ready for POA => Complete	RA Review => Complete	In Progress => Complete
4	Day	02 Jan 2020	-8.00	-11.00	0.00	0.00	0.00	16.00	0.00	0.00	0.00	155.00	19.00	
5	Day	03 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	Day	04 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7	Day	06 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	Day	07 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
9	Day	08 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	Day	09 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	
11	Day	10 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	
12	Day	13 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	
13	Day	14 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
14	Day	15 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	0.00	
15	Day	16 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.00	0.00	
16	Day	17 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
17	Day	20 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	21.00	0.00	
18	Day	21 Jan 2020	-23.00	0.00	0.00	0.00	3.00	28.00	3.00	0.00	0.00	6.00	0.00	
19	Day	22 Jan 2020	-8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	
20	Day	23 Jan 2020	-3.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	0.00	
21	Day	24 Jan 2020	-8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	0.00	0.00	29.00	0.00	
22	Day	27 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	24.00	0.00	
23	Day	28 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	57.00	
24	Day	29 Jan 2020	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Datos procesados de transiciones (Puntos de ticket)

Anexo

Fórmulas variables en "cantidad de tickets":

- **>TO DO (auxiliary)**

IF THEN ELSE(Time>=12, INTEGER(RANDOM NORMAL(0, 3, 0.3, 0.5, 1)),
INTEGER(RANDOM NORMAL(0, 9, 0.5, 2, 1)))

- **TO DO (level)**

IF THEN ELSE((TO DO-"> IN PROG"<=0, "> TO DO"-> IN PROG"-(TO DO-">
IN PROG")), "> TO DO"-> IN PROG")

- **>IN PROG (auxiliary)**

INTEGER(IF THEN ELSE(IN PROG<=Nº DEV, CT DEV,0))

- **IN PROG (level)**

INTEGER("> IN PROG"+ERR POA+ERR QA+ERR RA-">RTQA")

- **>RTQA (auxiliary)**



INTEGER(IF THEN ELSE(IN PROG+"> IN PROG"-CT DEV<=0, INTEGER(CT DEV)+(IN PROG+"> IN PROG"-CT DEV),MIN(INTEGER(CT DEV), IN PROG)))

- **RTQA (level)**

INTEGER(">RTQA"- ">IN TEST")

- **>IN TEST (auxiliary)**

IF THEN ELSE(IN TEST<Nº QA, MIN(Nº QA-IN TEST, RTQA), 0)

- **IN TEST (level)**

">IN TEST"- ">RA REV"-ERR QA

- **>RA REV (auxiliary)**

IF THEN ELSE(IN TEST+">IN TEST"-CT QA<=0, CT QA-ERR QA+(IN TEST+">IN TEST"-CT QA),CT QA-ERR QA)

- **RA REV (level)**

INTEGER(">RA REV"- ">POA"-ERR RA)

- **>POA (auxiliary)**

IF THEN ELSE(RA REV+">RA REV"-CT RA<=0,CT RA-ERR RA+(RA REV+">RA REV"-CT RA), MIN(CT RA-ERR RA, RA REV))

- **POA (level)**

INTEGER(">POA"- ">TT"-ERR POA)

- **>TT (auxiliary)**

IF THEN ELSE(POA+">POA"-CT POA<=0, MIN(INTEGER(CT POA-ERR POA)+(POA+">POA"-CT POA), POA), MIN(INTEGER(CT POA-ERR POA), POA))

- **TT (level)**

">TT"

- **CT DEV (auxiliary)**

INTEGER(RANDOM NORMAL(0, 9, 3.57, 2.7, 0))/4*Nº DEV

- **CT QA (auxiliary)**



INTEGER(RANDOM NORMAL(0, 10, 2.73, 4.5, 1))/3*Nº QA

- **TR (level)**

TT/Ticket tot

- **TR TUC (level)**

(TT+POA+RA REV)/Ticket tot

- **Ticket Tot. (level)**

"> TO DO" – Valor inicial = TO DO

- **Err QA (auxiliary)**

IF THEN ELSE(IN TEST<=0, 0, INTEGER(CT QA*TE QA))

- **Err RA (auxiliary)**

IF THEN ELSE(RA REV<=0, 0, INTEGER(CT RA*TE RA))

- **Err POA (auxiliary)**

IF THEN ELSE(POA<=0, 0, INTEGER(CT POA*TE POA))

- **Tasas de retorno (constant)** = regreso a in prog / regreso a in prog + transiciones a sig fase
 - TE QA = 0.35
 - TE RA = 0.25
 - TE POA = 0.1

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Keneth C. Laudon y Jane P. Laudon, Pearson. 2012. *Sistemas de Información Gerencial, 14ª Edición*. México. Pearson Educación
- Simón L. Dolan. 2007. *La gestión de los recursos humanos, 3ra edición*. España. MCGRAW-HILL.
- Davis y Newstrom. *El comportamiento Humano en el Trabajo*. MCGRAW-HILL
- Roberto Carro Paz y Daniel González Gómez. *Productividad y competitividad, 2da edición*. Universidad Nacional de Mar del Plata.



Universidad Nacional de Tucumán
Facultad de Ciencias Económicas
Instituto de Administración
**VIII Muestra Académica de Trabajos de
Investigación de la Licenciatura en
Administración**



-
- Barry Render, Ralph M. Stair y Michael E. Hanna. (2019). *Métodos cuantitativos para los negocios, undécima edición*. Monterrey, México. Pearson.
 - Roberto Hernández Sampieri. 2014. *Metodología de la investigación, 6ta edición*. México DF, México. MCGRAW-HILL.
 - Javier Aracil. 1995. *Dinámica de sistemas, 4ta Edición*. Alianza Editorial.