

Universidad de Valparaíso  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



**Diseño de un modelo de simulación para el  
cumplimiento de tiempos de pago a los  
proveedores de Hochtief Chilena.**

POR

**Carlos Matías Espinosa Hernández**

Trabajo de Título para optar al Grado de  
Licenciado en Ciencias de la ingeniería y Título de  
Ingeniero Civil Industrial.

Prof. Guía: Aldo Cea

## **Agradecimientos**

*Luego de este largo camino universitario, ha llegado este grato, pero no menos importante momento en donde en un pedazo de papel debo plasmar en palabras la gratitud que siento por todas las personas que me han ayudado en esta etapa, y más aún, con las personas que me han acompañado en toda mi vida.*

*Creo que al nombrar personas en el momento de agradecer siempre corres un riesgo demasiado grande, debido al simple hecho de dejar de mencionar a una persona que de verdad lo merece, pero sé que en donde nunca correré un riesgo, ya sea en su condicionalidad, amor, nivel de enseñanza, compromiso, lealtad, fidelidad, disponibilidad, y un sinnúmero de calificativos más, es con mis padres. Ellos, sin duda alguna han sido el pilar fundamental en todo lo que soy, y sé que sin ellos no sería una pizca de lo que he logrado. El nivel de satisfacción que siento en este momento es mayormente en base a que sé lo que este paso significa para ellos, ya que día a día me comentaron todo el valor emocional que les provoca que yo llegue al final de este sueño, y lo culmine de manera exitosa.*

*Espacio aparte se merece mi hermana, con la cual ninguna de las peleas que he tenido, (y que muy posiblemente sigamos teniendo) minimizará el amor que le tengo. Quiero que sepas que valoro de sobremanera todos tus éxitos, sé que no han sido para nada fáciles, y que tu camino se viene lleno de muchos más. Creo que tu mejor virtud es que crees mucho en ti, y eso te potencia a buscar las respuestas en los momentos de dudas, ¡creer en ti es la base para poder cimentar todos tus éxitos!, y debes saber que siempre tu familia estará al momento de necesitar una mano.*

*Agradezco a mi familia en general, por hacerme ser quien soy, con mis virtudes y defectos, siento que me han puesto en una etapa de mi vida que puedo decir que disfruto plenamente cada uno de mis días. Y esto sin duda alguna se los debo a ustedes, ya que siempre pusieron a mi disposición las herramientas para poder llevar a cabo cada uno de mis deberes, y yo solo tuve la responsabilidad de cumplir mis sueños.*

*Claudio, Viviana, Ramón Adolfo, son mi segunda familia, siempre estaré para lo que necesiten. Gracias por darme a Antonia, José Tomás, y por supuesto a Agustina que es la luz de mis ojos.*

*No puedo dejar fuera de esto a Aldo, Jose Luis, Jorge, amigos de siempre. Freddy, ¡sé que desde el cielo estás brindando ahora!, Tía Doris, Pichi, Mauricio, Tía Paty, todos mis primos, gracias por todas las alegrías, anécdotas, ya que todas me han enseñado algo. Also i want to thank Fadime, because she always believed in me and in my work. Andrés, Lau, Jorge, Cristian, Pau, Daisy, Marcelo, Bego. Amigazos del trabajo, los cuales sé que siempre nos unirá la misma buena onda.*

*Gracias a todos, y vuelvo a repetir, disculpen si olvidé a alguien, hay muchos con los que comparto y compartí en el pasado, que, aunque no lo crean me ayudaron en muchos sentidos y en muchas etapas de este camino, a todos: ¡Muchas gracias!*

## Resumen

El trabajo que se estudia a continuación, tiene como objetivo la aplicación de los distintos conocimientos teóricos y prácticos obtenidos en la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad de Valparaíso. En donde se buscó aplicar lo antes mencionado en el contexto operacional de la empresa Hochtief Chilena, y más específicamente en su departamento de contabilidad, el cual, en el último tiempo ha presentado un alza en los tiempos de pago de sus responsabilidades económicas con sus proveedores, alejándose considerablemente de la política de pago de 30 días.

Ante dicha problemática, en una primera etapa lo que se realizó fue una introducción en la organización en cuestión. Para lo cual se utilizarán conceptos aprendidos en el curso de la etapa académica, tales como: simulación, modelo y proceso. Simultáneamente, se presentarán varios software de simulación de procesos, herramienta que se utilizará para modelar la situación actual de la organización, y en un futuro plantear escenarios de mejora. Para esto, luego de analizar estos software, y argumentar el porqué de la elección de Arena Rockwell, se realizará una introducción en dicho programa.

Ya en una segunda etapa, lo que se procederá a realizar es la toma de muestras en terreno, para comprender la situación real de la organización, tanto en su funcionamiento, como en la data real de su funcionamiento, para la modelación del contexto de la organización en el software.

Para terminar, el objetivo fue plasmar la realidad de la organización en la modelación en dicho software, validando y verificando el funcionamiento del modelo, y analizando la información que este proveyó, para por último generar propuestas de mejora.

Eligiendo, entre las propuestas de mejora, la siguiente:

- i) El Ingreso de un nuevo operador contable al departamento de contabilidad.

Esta resultó ser la que combinaba de mejor forma, el aspecto económico y temporal en el contexto organizacional de la empresa, agilizando de mejor manera el flujo de información y documentos, posibilitando la mejora de los tiempos totales promedio, y generando la mejora en las relaciones con los proveedores que desde un comienzo Hochtief quiso posibilitar.

## Abstract

Work to analyze in this thesis, has as a main goal the application of a group of theoretical and practical knowledge recorded during the years studying Industrial civil engineering at Valparaiso University. In this context, the main objective of this thesis it was to apply this in Hochtief Chilena Company, and specifically at accountancy department, this department has been showing an increase on the delay of time of payment of the invoices coming from them providers, being quite away from 30 days, which is one of the main known polities of the market at Chile.

Against this problem, as first step, what it was done it was to formalize the actual situation of the company, for this, it will be use concept's learned in the formal career as: Simulation, model, and process. Simultaneously, it will be show a few process simulation software's, tool that it will be used to model actual situation of the company, and to show in the future improve scenarios options. For this, after of analyze a couple of software's, and show the argumentation of why Arena it was choose, it will be done an introduction to how to use Arena Rockwell.

In a second stage, it will be done an empirical analyze of the organization, to understand the real situation of the company at real working time, and then it will be apply also to the software.

Final stage of the work it will be to input all the organization data to the software, and then proceed to verify and validate the model, analyzing the output information provided per the software to generate improve Proposal.

Between this proposed improve options, the best one according the software it was to:

- i) Incorporate a new Accountant Operator.

This one result as the best one combining economic and time aspect in the organizational context of the company, helping to improve the speed of the payment, enabling the company to decrease total average payment time, helping to amend the relation between the providers and Hochtief Chilena, enabling a creation of better scenarios to negotiate better deals in the future.

## Índice Temático

<b>Capítulo 1: Descripción de la Empresa</b> .....	<b>10</b>
1.1 Historia de la Empresa .....	10
1.2 Visión: .....	11
1.3 Principios Rectores: .....	11
1.3.1 Espectro de Servicio orientado al Cliente .....	12
1.3.2 Empleados Exitosos. ....	12
1.3.3 Sustentabilidad .....	13
1.3.4 Estrategia orientada al valor .....	13
1.4 Organigrama .....	14
<b>Capítulo 2: Definición del Problema</b> .....	<b>16</b>
2.1 Descripción del Problema .....	16
2.2 Objetivo General .....	17
2.3 Objetivos Específicos.....	17
<b>Capítulo 3. Marco Teórico</b> .....	<b>18</b>
3.1. Simulación.....	18
3.2 Definición de sistema .....	18
3.3 Modelo .....	19
3.3.1 Modelo Matemático.....	20
3.4 Diagrama de flujo: .....	22
3.5 Desarrollo del Diagrama de Flujo.....	23
3.5.1.- Las Ventajas de los Diagramas de Flujo .....	23
3.6 Simulación de Procesos.....	24
3.6.1 Ventajas de la simulación .....	25
3.6.2 Riesgos de la Simulación.....	25
3.6.3 Áreas donde se aplica la simulación.....	26
3.6.4 Programas utilizados para la simulación de Procesos.....	26
3.6.5 Conociendo el Software “Arena” .....	28

3.6.7 La estadística aplicada en “Arena Rockwell” .....	33
3.6.8 Eventos y Distribuciones Estadísticas .....	34
3.6.9 Distribuciones Estadísticas .....	35
3.7 Realizando el cambio.....	35
3.8 Simulación: Sus ventajas y desventajas .....	36
3.9 Resultados Esperados .....	37
3.10 Software de Análisis de Datos .....	38
<b>Capítulo 4: “Modelo Conceptual del Proyecto” .....</b>	<b>41</b>
4.1 Participantes en el proceso.....	41
4.2 Descripción del proceso de Pago.....	42
4.3 Toma de Muestras. ....	42
4.4 Recolección de Datos. ....	42
4.5 Levantamiento de procesos .....	43
4.5.1 Pedido de Materiales. ....	43
4.5.2 Aprobación del pedido de materiales por parte de Control de Costos. ...	44
4.5.3 Firma de Gerencia. ....	44
4.5.4 Departamento de adquisiciones. ....	44
4.5.5 Aprobación Final Gerencia. ....	44
4.5.6 Departamento de Adquisiciones. ....	44
4.5.7 Recepción del documento por parte de contabilidad. ....	45
4.6 Números clave del proceso actualmente. ....	46
4.7 Información Base para validar el Modelo. ....	47
<b>Capítulo 5: Simulación del Proceso Actual .....</b>	<b>48</b>
5.1 Descripción del Proceso de “Pago de Facturas” .....	49
<b>Capítulo 6: “Resultados de la simulación de la Situación Actual” .....</b>	<b>65</b>

<b>Capítulo 7: “Estudio de Escenarios Posibles” .....</b>	<b>67</b>
a) Escenario 1 .....	68
b) Escenario 2 .....	68
c) Escenario 3.....	68
<b>Capítulo 8: “Estudio de Escenarios Posibles y Propuestas de Mejora” .....</b>	<b>69</b>
8.1 Estudio de Escenarios Posibles .....	69
8.2 Propuestas de Mejora.....	70
<b>Capítulo 9: “Estudio Económico de los Escenarios Propuestos” .....</b>	<b>73</b>
<b>Capítulo 10. Conclusiones .....</b>	<b>76</b>
<b>Capítulo 11. Bibliografía .....</b>	<b>77</b>
<b>Anexos. ....</b>	<b>78</b>
<b>I. Distribución de tiempos ingresados a Arena. ....</b>	<b>78</b>
<b>II Resultados de las Simulaciones.....</b>	<b>82</b>
<b>III Datos empíricos en periodo Febrero 15 a Abril-15.....</b>	<b>91</b>
1. Cantidad de Documentos recepcionados y pagados. ....	91
2. Muestra de Tardanza promedio del pago de facturas.....	93

## Índice de Tablas:

Tabla 1: Distribuciones Estadísticas y sus Parámetros.....	34
Tabla 2, Meses de recolección de Datos. ....	43
Tabla 3, Parámetros obtenidos de la situación empírica.....	47
Tabla 4, Comparación de Situación Actual y La modelada en Arena.....	65
Tabla 5, Diferencia de Tiempo Promedio por Entidad.....	66
Tabla 6, Uso de Recursos en la situación actual del Proceso de Pagos.....	67
Tabla 7, Utilización de Recursos Agendada.....	68
Tabla 8, Comparación del sistema en los Escenarios de propuestos. ....	69
Tabla 9, Comparación de los Escenarios con mejores resultados, y la situación actual.....	69
Tabla 10, Comparación por Proceso de Sit Act y Escenario 1.....	70
Tabla 11, Comparación de Uso de Recursos entre Sit Act y Escenario 1.....	71
Tabla 12, Comparación por Proceso de Sit Act y Escenario 2.....	71
Tabla 13, Comparación de Uso de Recursos Entre Sit Act y Escenario 2 .....	72
Tabla 14, Análisis del Flujo de las Facturas por el sistema de pago en cada Escenario comparados con la situación actual.....	72
Tabla 15, Costo Asociado por Incorporación de personal en base a cada escenario, y su impacto en el proceso de pagos.....	73
Tabla 16, Presupuesto actual del departamento de Contabilidad, y el Efecto de ambos escenarios en él mensualmente. ....	74

## Índice de Ilustraciones:

Ilustración 1, Organigrama del Departamento de Contabilidad, Hochtief Chilena.	15
Ilustración 2: Flujo de información de un Sistema.	19
Ilustración 3 Bizagi Process Modeler,	27
Ilustración 4: Módulo Create,	29
Ilustración 5: Módulo Dispose	29
Ilustración 6: Módulo Process	29
Ilustración 7: Módulo Decide.	30
Ilustración 8: Modulo Batch	30
Ilustración 9: Módulo Separate	30
Ilustración 10: Módulo Assign	31
Ilustración 11: Módulo Record	31
Ilustración 12, Funciones para representar tiempos de emisión de Entidades.	33
Ilustración 13, Extracto Software “Stat Fit”	38
Ilustración 14, Extracto Software “PSPP”	39
Ilustración 15: Extracto Software MiniTab.	39
Ilustración 16, Condiciones de la ejecución de la Simulación	48
Ilustración 17, Representación del Modelo.	49
Ilustración 18, Descripción del Ingreso de Entidades.	50
Ilustración 19: Descripción del Proceso Separación de documentos por Obra	51
Ilustración 20, Cotejo de Información	52
Ilustración 21, Módulo de Decisión sobre cotejo de factura.	53
Ilustración 22, Módulo del proceso de Ingreso del documento al sistema	54
Ilustración 23, Ingreso Auxiliar al sistema.	55
Ilustración 24, Toma de decisión sobre aprobación del pago de la factura.	56
Ilustración 25, Representación del proceso de Orden de pago.	57
Ilustración 26, Asignación de tiempo a la Entidad luego de la orden de Pago.	58
Ilustración 27, Módulo de decisión en base a condición.	59
Ilustración 28, Módulo Delay.	59
Ilustración 29, Proceso de Nómina de Pago	60
Ilustración 30, Decisión de pago realizada por Subgerencia	61
Ilustración 31, Módulo decisión que expresa la aprobación del Subgerente.	62
Ilustración 32, Representación del proceso de Resolución de Casos.	63
Ilustración 33, Salida del proceso de Pago	64

## **Capítulo 1: Descripción de la Empresa**

### **1.1 Historia de la Empresa**

Hochtief es una empresa de construcción alemana, fundada en Frankfurt, Alemania, y hoy con su casa matriz en Essen, una ciudad de Renania del Norte-Westfalia, Alemania, emplazada en el corazón de la región industrial de la cuenca del río Ruhr.

En la actualidad es la empresa de construcción más grande de Alemania, opera a nivel global, ubicándose en mercados tan importantes como el de Estados Unidos, con su filial Turner, en Australia a través de su importante participación en “Leighton Construction”, entre otros mercados importantes y emergentes, destacando a Chile, con su Filial Hochtief Chilena, logrando emplear en 2010 a más de 70 mil personas a nivel global, principalmente por sus actividades fuera del mercado alemán.

Sus 140 años de historia incluyen variados trabajos destacados alrededor del mundo, llamando la atención por la creatividad de la empresa. Desarrollando tanto espacios de vida como monumentos espectaculares, siempre manteniendo la excelencia técnica. Dentro de lo que podemos resaltar obras como el templo Abu Simbel en Egipto, el puente en el Bósforo que une Asia y Europa, extendiendo una carretera en toda la isla australiana, y creando un túnel bajo el Gotardo que une la suiza alemana con la italiana.

Hoy Hochtief se ha transformado en una empresa multinacional dentro de los cuales se ha destacado por su capacidad de actualizarse ante las necesidades presentadas por el mercado, el cual día a día genera requerimientos distintos, requerimientos que la compañía logró enfrentar generando soluciones que permitieron su desarrollo y sustento en el mercado en distintos frentes, manteniendo sus tradiciones, pero generando soluciones con imaginación e innovación.

## **1.2 Visión:**

El negocio de HOCHTIEF está moldeado por el pensamiento innovador, la competencia, el trabajo en un espíritu de asociación y el mantenimiento de la transparencia. Somos un socio confiable, digno de confianza para nuestros clientes y dedicados a brindar calidad en todas las fases del proyecto.

La aplicación de estos principios estratégicos forma parte de nuestra rutina diaria, representando un esfuerzo consciente para cumplir con nuestra visión: "HOCHTIEF está construyendo el futuro junto con nuestros socios, ampliamos horizontes, vinculamos a las personas y organizaciones, creamos nuevas formas de pensar, actuar, y mejorar continuamente los nuestros valores".

## **1.3 Principios Rectores:**

Los Principios Rectores se derivan de nuestra Visión y forman un código corporativo de conducta vinculante. Ellos tienen que ser observados por todos los empleados de HOCHTIEF y guían nuestras relaciones comerciales con nuestros socios, clientes y accionistas. Los Principios Rectores se dividen en las siguientes cuatro secciones:

- a. Espectro de servicios orientada al cliente
- b. Empleados exitosos
- c. Sostenibilidad
- d. Orientación hacia el valor

Dónde nos posicionamos:

Hochtief es uno de los grupos constructores líderes a nivel global. Enfocamos nuestras competencias en desarrollo, construcción y operación de la energía y la infraestructura de transporte, social y urbana, así como el negocio de la minería.

En el desempeño de estas actividades, HOCHTIEF destaca por su fuerza innovadora, gracias a nuestra red global, estando en el mapa de todos los principales mercados del mundo.

Creemos en el crecimiento sostenible y asumimos la responsabilidad. Somos un socio confiable.

Nuestra mano de obra altamente cualificada crea valor para nuestros clientes y accionistas.

### **1.3.1 Espectro de Servicio orientado al Cliente**

Nos dirigimos a nuestros clientes de forma activa e pro de identificar sus necesidades. A través de conversaciones personales, en busca que todo el proceso de cooperación se base en la asociación demostrando nuestra experiencia y profesionalidad.

Ofrecemos a nuestros clientes diseños con un propósito, y servicios integrales a lo largo de toda la cadena de valor de la construcción. Tomamos una visión de extremo a extremo de nuestros proyectos y tomamos el ciclo de vida total de nuestros edificios en consideración.

Logramos la posición de liderazgo en la competencia gracias a la excelencia de lo que ofrecemos. Para asegurar esta excelencia, siempre trabajamos con los mejores socios.

Jugamos un papel activo en la conformación de los mercados de hoy y mañana, y con nuestros productos y servicios que establecen nuevos estándares innovadores.

### **1.3.2 Empleados Exitosos.**

Estamos orientados a la mejora constante y continua de nuestros resultados. Esto lo logramos a través de nuevas ideas, una actitud emprendedora, la lealtad y un auténtico compromiso con la excelencia.

Asumimos la responsabilidad de las tareas complejas y nuestra meta es alcanzar los objetivos acordados. Promovemos una actitud franca y constructiva hacia los errores.

Generamos acuerdos a través de nuestras reuniones de evaluación periódicas sobre los objetivos individuales concretos, y por medio de esta aumentamos la motivación y mejora del rendimiento.

Aseguramos la transferencia de “know-how” (Saber Cómo) dentro de nuestra red internacional a través del intercambio de experiencias con nuestros socios.

Trabajamos en equipos de proyectos entre unidades con el fin de hacer el mejor uso de nuestra gama de competencias.

Damos importancia a la educación profesional continua y creemos en una cultura corporativa que hace exigencias a la gente, siempre con garantías de que tienen las habilidades y recursos necesarios para satisfacer las tareas demandas.

Somos flexibles y móviles, para nuestros clientes externos e internos, asumiendo las tareas más difíciles en todo el mundo.

Somos un grupo fuerte, y como embajadores individuales ayudamos a garantizar que el público tenga una percepción uniforme y positiva de nuestro Grupo.

### **1.3.3 Sustentabilidad**

Creemos en el crecimiento sostenible y reconocemos nuestra responsabilidad para y con el medio natural y la sociedad.

Estamos comprometidos con nuestros principios éticos y hacemos todo lo posible para promover la conducta comercial justa.

Creemos en la igualdad de oportunidades y de trabajo para fomentar y apoyar la diversidad.

Promovemos todas las medidas para proteger la salud y la seguridad. De esta manera se reduce el riesgo de accidentes y proteger la salud de todos los interesados.

### **1.3.4 Estrategia orientada al valor**

Gestionamos nuestra empresa con el objetivo de potenciar su valor y hacer frente de manera responsable los capitales que se nos confían.

Desarrollamos HOCHTIEF estratégica y operativamente en pro del beneficio de nuestros accionistas, manteniendo el respeto por los mercados de capitales.

Aumentamos nuestros ingresos por medio de innovaciones y el salvaguardar el futuro de nuestra empresa.

Creemos en la comunicación plena y abierta, tanto interna como externamente, y estamos comprometidos a información transparente

Hoy la compañía entendió y analizó la potencialidad del mercado americano, y por ende fijó sus ojos en Sudamérica, principalmente en el cono sur como polo económico creciente e importante, comenzando con inversiones en este mercado, ejemplo de esto ha sido el desarrollo de obras como:

- i) El Túnel San Cristóbal en Santiago, Región Metropolitana.
- ii) La central Hidroeléctrica La Confluencia, VI Región de O'Higgins.

Llevando a cabo proyectos constructivos actualmente en Perú y Chile, los cuales se enmarcan en el negocio de la generación de Energía, proyectos que se mencionan a continuación:

- i) El proyecto Hidroeléctrico peruano “Cheves”
- ii) El proyecto hidroeléctrico chileno “Alto Maipo” en la comuna de San José de Maipo, mediante su filial en Chile “Hochtief Chilena”,
- iii) Obras Civiles de la Termoeléctrica Guacolda Unidad 5.

#### **1.4 Organigrama**

La empresa Hochtief Chilena se desarrolla en el rubro de la construcción de distintos tipos de proyectos, en Chile se ha centrado en desarrollo de proyectos energéticos, aunque también ha incursionado en proyectos civiles.

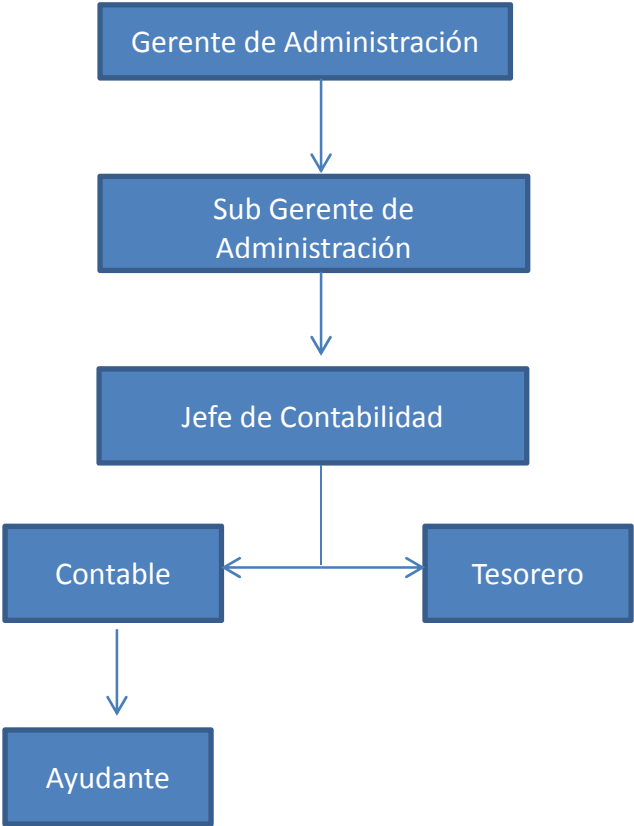
La compañía actualmente desarrolla 4 proyectos, aunque en la etapa operativa son 2, Proyecto Hidroeléctrico La confluencia y Proyecto Hidroeléctrico Cheves (Perú) (ambos en fase de cierre), y Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo para el cliente AES Gener, y Proyecto Termoeléctrica Guacolda Unidad 5, para Guacolda Energía.

Hochtief Chilena S.A pertenece al conglomerado Hochtief, empresa encargada de guiar y supervisar las decisiones estratégicas de su filial en Sudamérica, en donde Hochtief chilena (oficina central) brinda servicios y apoyo en la toma de decisiones a los proyectos. Dentro de los servicios que Hochtief Chilena, “vende” a los proyectos, es la contabilidad. Y debido a esto, la oficina central se hace cargo del pago y orden de todos los documentos contables de los proyectos realizados en Chile. Vale mencionar que el proyecto Cheves, no se incluirá en el análisis del problema contable, debido a que la chilena no presta el servicio contable a ese proyecto.

A continuación en la *imagen 1.1* se observa el organigrama del departamento de contabilidad, el departamento que se analizará.

El organigrama completo se adjuntará en los anexos, a modo de información, y también para crear la noción y dimensión de la magnitud de la organización, y del efecto en ella que pueda tener cada una de las actividades y acciones a tomar dentro de ella.

Por ende en la *Ilustración 1* se puede conocer la distribución de cargos y jerarquía del departamento de administración de su oficina central.



*Ilustración 1, Organigrama del Departamento de Contabilidad, Hochtief Chilena.*

*Fuente: Elaboración propia.*

Cabe mencionar, que dentro del proceso de pago, el Gerente de administración no participa directamente, así, por ende no participa como un recurso dentro del modelamiento de la realidad del mismo. Este solo supervisa y participa intrínsecamente del proceso.

## **Capítulo 2: Definición del Problema**

### **2.1 Descripción del Problema**

Hochtief Chilena recibe mensualmente alrededor de mil facturas que pertenecen a sus obligaciones con proveedores, y el pago de dichos documentos usualmente genera problemas, debido a una carencia de un sistema que organice estos documentos y haga pago de los mismos en forma oportuna.

Hoy se tiene un alto nivel de incumplimiento en los niveles de servicio comprometido con los proveedores, que generalmente rondan a los 30 días después de haber sido recibida.

Este mal servicio provoca molestias en los proveedores, quienes al no recibir sus pagos en las fechas acordadas, reclaman constantemente a la compañía exigiendo la regularización de éstos pagos. En situaciones extremas, algunos proveedores paralizan el suministro de insumos, y por consecuencia la empresa se ve imposibilitada de poder realizar negociaciones a largo plazo con sus proveedores, sin obtener mejores precios que mejoren la gestión de la organización, sin olvidar la ineficiencia por el concepto de cancelación de los insumos/servicios a la organización.

Por otro lado, en particular el departamento de contabilidad, se ve obligado a paralizar sus actividades normales para resolver estos casos puntuales, los que toman un tiempo valioso, debido a que el sistema no posee mecanismos de control adecuados que alerten estas situaciones con antelación, y que interrumpe el flujo de trabajo usual.

Por ende podemos definir como un problema de la organización que el sistema de pago a proveedores no es lo suficientemente eficiente para cumplir con los parámetros de control necesario para el cumplimiento de la política de pagos que la empresa tiene con sus proveedores.

## **2.2 Objetivo General**

Diseñar un modelo de simulación que permita analizar escenarios para agilizar el proceso de pago a proveedores en empresa Hochtief Chilena.

## **2.3 Objetivos Específicos**

- i) Levantar los procesos de la situación actual del proceso de pago.
- ii) Definir los parámetros del modelo de simulación.
- iii) Recolectar la información necesaria para la simulación del proceso de pago a proveedores.
- iv) Diseñar y resolver el modelo de simulación actual del proceso de pago a proveedores.
- v) Probar, verificar y validar el modelo. Para luego analizar la situación actual del proceso de pago a proveedores.
- vi) Realizar propuestas de mejoras para mejorar en el cumplimiento a los proveedores.

## Capítulo 3. Marco Teórico

### 3.1. Simulación

La simulación es la representación de un proceso o fenómeno mediante otro más simple, que permite analizar sus características

La característica dinámica del mercado actual ha obligado a la implantación de tecnologías que puedan hacer realidad los tres grandes objetivos del diseño moderno:

- a. Alcanzar una fabricación a un costo competitivo.
- b. Visualizar el orden real en servicio.
- c. Diseñar bien al primer intento.

### 3.2 Definición de sistema

Por sistema podemos entender “un número de elementos que interactúan con el fin de alcanzar un objetivo definido”, Definiendo como sistema un conjunto de actividades interrelacionadas, que en base a un nivel de organización, recibe materias primas, para a través de un proceso aportar valor agregado.

Un sistema por propiedad, demuestra tres características en común:

- *Presencia de fronteras establecidas*, esto es lo que genera una diferencia entre las entidades que se encuentran dentro del sistema, y en su conjunto generan el *medio ambiente* del sistema.
- *Existencia de un medio ambiente*, es acá donde se tiene el contexto de acción del sistema. En donde se presenta la situación problemática a analizar.
- *Presencia de subsistemas*:
  - *Entrada*: Como entrada se puede definir la materia prima de cualquier sistema, independiente de la que se utilice (Información, materias primas, energías). Siendo la base para que comience el proceso.  
En nuestra organización, y en el proceso a analizar, nuestra materia prima sería del tipo información, y en este caso, la factura, que llega a la oficina central de Hochtief (y la información adjunta a cada una de estas).
  - *Proceso*: (ARP Calidad, 2012) en la página la norma ISO 9000, lo define como; “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o

que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”.

Entre los procesos que vemos en nuestro “sistema de pago”, podemos enumerar:

1. Recepción de facturas.
  2. Organizar facturas por obra
  3. Cotejo de información
  4. Ingreso de facturas al sistema contable.
- *Salida:* Como salida podemos denominar el valor agregado aplicado a las materias primas. En el caso a analizar, se podría denominar como la emisión del pago, basado en la factura recibida como inicio del proceso.
  - *Retroalimentación:* La etapa de retroalimentación, responde como mecanismo de control del sistema, en donde una proporción de elementos que completaron el proceso, se redirigen a la entrada, en búsqueda de mejorar el proceso.

### 3.3 Modelo

Como modelo podemos definir simplemente como la representación de un sistema. Por su parte en (Tuya, Ramos, & Dolado, 2007) el autor define modelo como:

“Representación simplificada de un proceso complejo que puede ser real o conceptual, se diseñan para mostrar características del proceso que se desea estudiar, predecir, modificar o controlar, por lo tanto, incluye aspectos específicos del sistema, no todos”. Esta última definición será utilizada en este estudio.

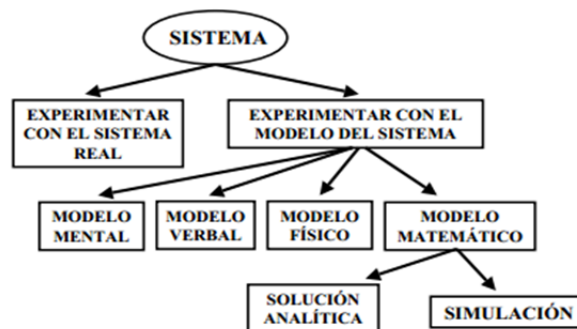


Ilustración 2: Flujo de información de un Sistema.

Fuente: Simulación Texto Base de Teoría (Alfonso Urquía pág. 5)

### 3.3.1 Modelo Matemático

Un modelo matemático describe teóricamente un objeto que existe fuera del campo de las Matemáticas. Las previsiones del tiempo y los pronósticos económicos, por ejemplo, están basados en modelos matemáticos. Su éxito o fracaso depende de la precisión con la que se construya esta representación numérica, la fidelidad con la que se concreten hechos y situaciones naturales en forma de variables relacionadas entre sí.

Básicamente, en un modelo matemático advertimos 3 fases:

- a. La construcción, proceso en el que se convierte el objeto a lenguaje matemático
- b. El análisis o estudio del modelo confeccionado;
- c. La interpretación de dicho análisis, donde se aplican los resultados del estudio al objeto del cual se partió.

La utilidad de estos modelos radica en que ayudan a estudiar cómo se comportan las estructuras complejas frente a aquellas situaciones que no pueden verse con facilidad en el ámbito real. Existen modelos que funcionan en ciertos casos y que resultan poco precisos en otros, como ocurre con la mecánica newtoniana, cuya fiabilidad fue cuestionada por el propio Albert Einstein.

Puede decirse que los modelos matemáticos son conjuntos con ciertas relaciones ya definidas, que posibilitan la satisfacción de proposiciones que derivan de los axiomas teóricos. Para ello, se sirven de diversas herramientas, como ser el álgebra lineal que, por ejemplo, facilita la fase de análisis, gracias a la representación gráfica de las distintas funciones.

Clasificaciones según diversos criterios

De acuerdo a la proveniencia de la información en que se basa el modelo, podemos distinguir entre modelo heurístico, que se apoya en las definiciones de las causas o los mecanismos naturales que originan el fenómeno en cuestión, y modelo empírico, enfocado en el estudio de los resultados de la experimentación.

Asimismo, con respecto al tipo de resultado pretendido, existen dos clasificaciones básicas:

- *Modelos Cualitativos*, que pueden valerse de gráficos y que no buscan un resultado de tipo exacto, sino que intentan detectar, por ejemplo, la tendencia de un sistema a incrementar o disminuir un determinado valor.

- *Modelos Cuantitativos*, que, por el contrario, necesitan dar con un número preciso, para lo cual se apoyan en fórmulas matemáticas de variada complejidad.

Otro factor que divide los tipos de modelos matemáticos es la aleatoriedad de la situación inicial; así distinguimos entre los modelos estocásticos, que devuelven la probabilidad de que se obtenga un cierto resultado y no el valor en sí, y los deterministas, cuando los datos y los resultados se conocen, por lo que no existe incertidumbre.

Según el objetivo del modelo, podemos describir los siguientes tipos:

- *Modelo de simulación*, que intenta adelantarse a un resultado en una determinada situación, sea que ésta se pueda medir en forma precisa o aleatoria.
- *Modelo de optimización*, que contempla distintos casos y condiciones, alternando valores, para encontrar la configuración más satisfactoria.
- *Modelo de control*, a través del cual se pueden determinar los ajustes necesarios para obtener un resultado particular.

Existen diversos tipos de modelos matemáticos que atienden a diferentes criterios. Siendo las clasificaciones más comunes, las que se detallan a continuación, según (Urquía, 2008).

- *Determinista vs Estocástico*: Se clasifica como estocástico cuando alguna de sus variables de entrada es aleatoria. Las variables del modelo a analizar son calculadas a partir de variables aleatorias son también aleatorias. En base a esto, este tipo de sistemas debe estudiarse en términos probabilísticos. A su vez, un modelo matemático es determinista cuando todas sus variables de entrada son deterministas, es decir, el valor de cada una de ellas es conocido en cada instante, no existe la aleatoriedad.
- *Dinámico o Estático*: Un modelo de simulación estático es una representación de un sistema en un determinado momento o tiempo, o bien un modelo utilizado para representar un sistema en el cual el tiempo no es factor preponderante. En cambio un modelo de simulación dinámico es una re-presentación de un sistema en el cual el tiempo es una variable importante.
- *Discretos o Continuos*: Un modelo se diferencia entre discreto y continuo si las variables que utiliza son discretas, es decir, que los valores que puede tomar son finitos y enteros, por lo contrario se denominará continuo si sus variables toman valores infinitos o continuos.

- *Con Retroalimentación o Sin Retroalimentación:* Un modelo poseerá esta característica si la entidad de salida puede ser reingresado al sistema como un valor de entrada, en su defecto, si este no posee esta característica, el modelo se denominará sin retroalimentación.

Al clasificar el sistema a presentar en el estudio, se puede comentar que en base a las características el proceso de pagos de facturas a analizar. Se puede clasificar dentro de las siguientes categorías:

Estocástico, debido a que las variables que involucra este sistema son aleatorias. A su vez, se denomina dinámico, debido a que el factor preponderante en el sistema y las problemáticas del mismo, es el tiempo. El sistema por su parte, también se puede clasificar como continuo, porque hay muchas variables, dentro del sistema que pueden tomar valores continuos. Y, así mismo, el sistema presenta retroalimentación, debido a que cualquiera de sus valores, puede volver a reiniciar la cadena de procesos.

### **3.4 Diagrama de flujo:**

El diagrama de flujo es una de las formas más simples para detallar procesos y constituye la representación gráfica de un proceso multifactorial.

Principalmente se utiliza en programación, economía, procesos industriales, entre otros. Para representar los distintos tipos de procesos, se utilizan una serie de símbolos con significados especiales. Estos detallan los pasos de un proceso, para entenderlo mejor. Son modelos tecnológicos utilizados para comprender los rudimentos de la programación lineal.

Buscando generar un entendimiento general de los símbolos que envueltos en el diagrama de flujo de procesos, se realizó una normalización. Esto trajo como consecuencia que sólo aquel que conocía sus símbolos, los podía interpretar. La simbología utilizada para la elaboración de diagramas de flujo es variable y debe ajustarse a un patrón definido previamente.

Independiente de la gran cantidad de símbolos que existen, los que mayormente se utilizarán en el levantamiento de los procesos, y en la propuesta de mejora del mismo, están:

- Flecha: Indica el sentido y trayectoria del proceso de información o tarea.
- Rectángulo: Se usa para representar un evento o proceso determinado. Éste es controlado dentro del diagrama de flujo en que se encuentra. Es el símbolo más comúnmente utilizado. Se usa para representar un evento que

ocurre de forma automática y del cual generalmente se sigue una secuencia determinada.

- Rombo: Se utiliza para representar una condición. Normalmente el flujo de información entra por arriba y sale por un lado si la condición se cumple o sale por el lado opuesto si la condición no se cumple. El rombo además especifica que hay una bifurcación.
- Ovalo: Representa la actividad de inicio o de término en un proceso determinado.

### **3.5 Desarrollo del Diagrama de Flujo**

Para llevar a desarrollar un diagrama de flujo, previamente se deben realizar las siguientes acciones:

- i) Identificar las ideas principales que se incluirán en el diagrama de flujo.
  - ii) Definir que se espera obtener del diagrama de flujo.
  - iii) Identificar quién lo empleará y cómo. Establecer el nivel de detalle requerido.
- 
- iv) Determinar los límites del proceso a describir. Los pasos a seguir para construir el diagrama de flujo son:
    - a. Establecer el alcance del proceso a describir. Definiendo claramente el comienzo y el final del proceso a representar. Frecuentemente el comienzo es la salida del proceso previo y el final la entrada al proceso siguiente.
    - b. Determinar las principales actividades/subprocesos que están incluidos en el proceso a describir y su orden cronológico.
    - c. Determinar los puntos de decisión.
    - d. Elaborar el diagrama respetando la secuencia cronológica y asignando los correspondientes símbolos.
    - e. Dar un título al diagrama y verificar que este incluya las actividades que efectivamente comprenden el proceso, describiendo con exactitud el proceso elegido.

#### **3.5.1.- Las Ventajas de los Diagramas de Flujo**

Al exponer sobre las ventajas de los diagramas de flujo, además de mencionar que es una forma simple y más utilizada para representar el flujo de información e idas en una organización, la cual es la principal de sus ventajas, se pueden mencionar las siguientes características.

- Favorecen el entendimiento del proceso elaborando una ilustración del mismo. Si se realiza un buen diagrama de flujo puede reemplazar varias páginas de texto.
- Se identifican didácticamente las interfaces cliente-proveedor, facilitando a los empleados el análisis de las mismas.
- Son una excelente herramienta para capacitar a los nuevos empleados y también a los que desarrollan la tarea, cuando se realizan mejoras en el proceso.
- Permiten identificar los problemas y las oportunidades de mejora del proceso. Identificando los pasos redundantes, los re-procesos, los conflictos de autoridad, las responsabilidades, los cuellos de botella, y los puntos de decisión.

### **3.6 Simulación de Procesos**

La simulación de procesos, responde a la necesidad de generar información que respalde la toma de decisiones en las organizaciones de hoy por hoy. Con el fin de minimizar la incertidumbre e inseguridad que envuelve un cambio en las organizaciones que están en el contexto económico. Responde así, porque puede crear una imagen muy cercana a la realidad, proponiendo las consecuencias que tendrían ciertos cambios en la organización expuestos en un software computacional.

Según (Kelton, 2008) define simulación como: “Un gran Conjunto de métodos y aplicaciones que buscan imitar el comportamiento de sistemas reales, generalmente en una computadora con un software apropiado, La simulación puede ser un término extremadamente general dado que se utiliza en muchos campos, industrias y aplicaciones”.

Para llevar a cabo la realización de un estudio de simulación, es vital el poder comprender que es lo que se quiere simular, y cuales son algunas de las respuestas que se esperan obtener del modelo.

La generación de modelos de simulación, nace como respuesta a las múltiples necesidades del día a día, donde el ser humano constantemente se ve expuesto a la toma de decisiones. Cabe destacar que un modelo en ningún caso busca dar una alternativa como una verdad absoluta, más bien busca ser el encargado de guiar y apoyar en la toma de decisiones, destacando la opción más eficaz y eficiente.

### **3.6.1 Ventajas de la simulación**

Como toda acción, la simulación tiene sus ventajas y sus desventajas, y son estas características las que se debe tener en cuenta, antes de elegir las acciones a tomar para corregir los errores que se visualicen en la organización.

Ventajas:

- i) No es necesario interrumpir las actividades normales de la organización.
- ii) Provee al tomador de decisión muchas alternativas y variables a experimentar.
- iii) Siempre la simulación tiende a simplificar los modelos complejos.
- iv) Genera un control total sobre el tiempo, debido a que es una variable que se puede manejar con esta herramienta.
- v) Una vez elaborado el modelo, se puede modificar simplemente con el fin de poder analizar distintos escenarios.
- vi) Permite desarrollar análisis de sensibilidad.
- vii) Ayuda a la optimización de los costos, debido a que al simular los efectos de los cambios, no se debe incurrir en costos de implementación (en la fase de análisis).
- viii) Puede generar soluciones sin un respaldo analítico.

Desventajas

- i) Tiende a ser imprecisa, debido a que no se puede determinar un nivel de imprecisión.
- ii) Los resultados generados por la simulación son numéricos, por lo que se puede caer en una impresión al ponderar los resultados obtenidos.
- iii) Se puede caer en una malinterpretación de los resultados obtenidos.
- iv) Estas soluciones obtenidas no son las “óptimas”
- v) Cada modelo es único, debido a que se apega a las características del mismo. Y por ende, las soluciones no son transferibles a otros sistemas.

### **3.6.2 Riesgos de la Simulación**

La experticia que posee el analista es fundamental para cualquier simulación, he interpretación de la misma. Debido a que optimizará la representación del modelo del sistema en cuestión, y por otra parte, entregará conclusiones más exactas.

Algunos de los riesgos a los que se está expuesto al momento de desarrollar un modelo de simulación según (Torres, 2012) son:

- “Definir los límites y nivel de detalles del sistema
- Subestimar el tiempo y costos involucrados en el proceso de modelación
- Fallar en la selección del más simple y económico de los modelos para el fin establecido
- Ausencia o pérdida de metodología estadística.
- Considerar como aproximados algunos atributos de un sistema que no existe.
- Entendimiento superficial del sistema a ser modelado
- Poca destreza para comunicarse con administradores y staff que financiaran el proyecto.”

### **3.6.3 Áreas donde se aplica la simulación**

Una de las principales virtudes y cualidades de la simulación, es su versatilidad. Es así que se puede proponer como herramienta de mejora en diversas áreas de la organización. Las citadas por (Torres, 2012):

- *“Sistemas de cola*
- *Sistemas de inventario*
- *Proyecto de inversión*
- *Sistemas económicos*
- *Estados financieros*
- *Problemas industriales*
- *Problemas económicos*
- *Problemas conductuales y sociales*
- *Sistemas biomédicos*
- *Sistemas justo a tiempo*
- *Sistemas de logística.”*

### **3.6.4 Programas utilizados para la simulación de Procesos.**

Ahora se expondrá un par de programas, en donde el principal objetivo es la simulación de procesos productivos, con la idea de poder exponer las opciones que existen en el mercado para poder elegir la mejor herramienta de simulación.

#### **3.6.4.1 ProModel:**

El Software ProModel es una poderosa tecnología de simulación que trabaja bajo ambiente Windows, para simular, analizar y optimizar sistemas de todo tipo, de diferentes complejidades y tamaños. El Software ProModel provee la perfecta combinación entre facilidad de uso y completa flexibilidad para modelar cualquier situación. Las capacidades de animación de ProModel permiten que la simulación cobre vida. (Fuente: simulart.cl)

### **Ventajas**

- a) No es necesario interrumpir el funcionamiento del sistema real.
- b) Permite estudiar en poco tiempo la evaluación del sistema.
- c) Se pueden comparar distintas alternativas de diseño.

### **Desventajas**

- a) No reproduce resultados exactos, si no estimaciones.
- b) Es difícil demostrar la validez del modelo.
- c) Es difícil encontrar el resultado óptimo.

### **3.6.4.2 Bizagi Process Modeler:**

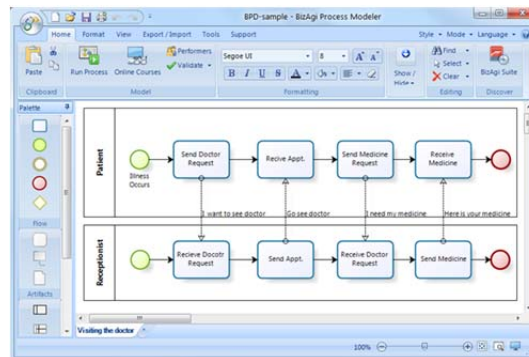
Es un software que permite al usuario realizar diversas acciones, como diagramar, ejecutar y automatizar los procesos de manera gráfica.

### **Ventajas**

- a) Disminución de costos.
- b) Optimización de procesos.
- c) Aumento de la gobernabilidad y control, reducción del riesgo operacional.

### **Desventajas**

- a) Es un BPM inmaduro, con poco tiempo de prueba.
- b) Para procesos complejos y de mediana complejidad se requiere de programación.



*Ilustración 3 Bizagi Process Modeler,*

Fuente: [www.ebanking.cl](http://www.ebanking.cl)

### **3.6.4.3 Arena RockWell**

*“Es un sistema que provee un entorno de trabajo integrado para construir modelos de simulación en una amplia variedad de campos; integra, en un ambiente fácilmente comprensible, todas las funciones necesarias para el desarrollo de una simulación exitosa”.* (Fabregas, 2003)

#### **Ventajas**

- Está especialmente diseñado para personas que no tienen conocimientos de programación.
- Excelente capacidad gráfica y compatibilidad con productos de Microsoft Office.
- Ofrece resultados claros expresados en informes anexos.
- Permite analizar la sensibilidad de las variables involucradas en los procesos.

#### **Desventajas**

- Incompatibilidad con otro software de simulación.
- La versión estudiantil tiene muchas limitantes a la hora de reproducir modelos de gran complejidad.

En base al análisis de ventajas y desventajas que se realizó a cada uno de los software, el programa a utilizar será Arena, ya que este nos proporciona la capacidad de replicar de manera simple los procesos que se llevan a cabo en el departamento de contabilidad de la empresa Hochtief, y especialmente representar el proceso de pagos de la misma. Experimentando con la sensibilidad de la mayoría de las variables que influyen en la respuesta a los documentos de pago que se recibe de cada uno de los clientes, buscando proponer mejoras a los problemas que la organización ha experimentado en el proceso comentado.

### **3.6.5 Conociendo el Software “Arena”**

Al abrir la interface del programa, se podrá ver que este ofrece una amplia variedad de paneles, los cuales buscan proporcionar la simulación de distintas funciones, y a su vez, con distintos niveles de complejidad. Todo esto dependiendo del sistema que se busque representar. A continuación haremos una introducción de los mencionados paneles, basada en el texto Fabregas del año 2003 (Fabregas, 2003).

La siguiente descripción se desglosa entre:

- i) Panel de Procesos básicos
- ii) Panel de Datos

### 3.6.5.1 Panel “Procesos básicos”.

Es el grupo de paneles que permiten la elaboración de diagramas más simples, con un nivel de complejidad básicos, entre estos podemos mencionar. (Sisson, 2015)

- a) **Create:** en este módulo se representan las entidades de ingreso, como también se puede definir la distribución del tiempo entre cada llegada y la cantidad de entradas al sistema.



*Ilustración 4: Módulo Create,*

Fuente Diseño propio con Rockwell Arena.

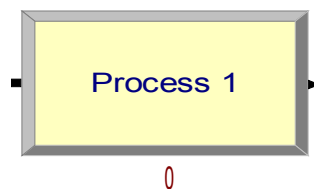
- b) **Dispose:** La función principal de este módulo, es generar la salida de la entidad desde el modelo, además acá se recolectarán las estadísticas de cada una de las entidades.



*Ilustración 5: Módulo Dispose*

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

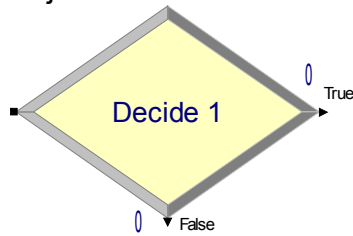
- c) **Process:** En este módulo se busca representar la acción de usar un recurso, u creación de valor agregado. Además, también este módulo puede actuar como submodelo.



*Ilustración 6: Módulo Process*

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

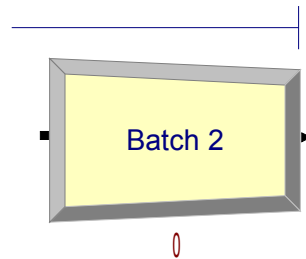
- d) **Decide:** Lo que busca representar este módulo, es la toma de una decisión en donde la entidad seguirá su recorrido, la cual puede ser tomada en base a condiciones o porcentajes.



*Ilustración 7: Módulo Decide.*

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

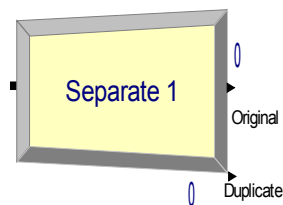
- e) **Batch:** Este módulo representa la función de agrupación de un sistema. Pudiendo identificar si esta agrupación será temporal o permanente, y si esta será de cualquier tipo de entidad, o de alguna en específica.



*Ilustración 8: Modulo Batch*

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

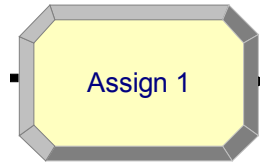
- f) **Separate:** Su función, como su nombre lo menciona, es la de separar los lotes temporales que se han formado. Este, responde como antagonista a la función Batch.



*Ilustración 9: Módulo Separate*

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

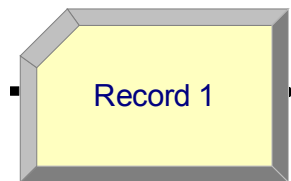
g) **Assign:** Este módulo tiene como objetivo el cambiar el valor de un atributo, secuencia, nivel, o cualquier otra variable del sistema. Se utiliza para caracterizar las distintas entidades.



*Ilustración 10: Módulo Assign*

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

h) **Record:** Su función principalmente es la recolección de información estadística en el modelo de simulación, También puede realizar la función de contar entidades.



*Ilustración 11: Módulo Record*

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

### 3.6.5.2 Panel “Módulos de datos”

A continuación se generará una pequeña explicación de la función de cada uno de los módulos de datos que proporciona el software arena, basados en el texto Fábregas. (Fábregas, 2003).

- a) **Attribute (Atributo):** El atributo es una característica propia de cada entidad en arena se pueden definir tantos atributos como lo requiere el usuario para el modelamiento del sistema en estudio.
- b) **Queue (Cola):** este módulo está encargado de definir el nombre de las distintas colas y el tipo de regla de liberación que estas siguen (FIFO, LIF, etc.)
- c) **Entity (Entidad):** La entidad según Aldo Fábregas puede ser un objeto o persona que se mueve a través de un sistema y que causa cambios en la variable de respuesta. Para efectos de la investigación la entidad que definiremos en la PRT serán los automóviles
- d) **Resource (Recurso):** el recurso tiene como característica que es un elemento estacionario, el cual puede ser utilizado por una entidad. Estos se utilizan cuando se requiere representar actividades claves del sistema que restringen el flujo de las actividades. Este tiene una capacidad finita y puede estar en distintos estados a lo largo de la simulación como son el caso de ocupado, ocioso, inactivo o dañado un ejemplo de recurso dentro de la PRT son las distintas estaciones de inspección de esta.
- e) **Variable:** Representa las características del sistema, son de carácter global, es decir, su valor es el mismo en cualquier parte del modelo. Las variables pueden ser predeterminadas por el programa o definidas por el usuario
- f) **Schedule (Programar):** En este módulo se define el horario de trabajo mediante el cual se programa la capacidad del recurso
- g) **Set (Grupo o Conjunto):** Es utilizado cuando se requiere formar grupos repetitivos de recursos, figuras, colas, etc. Con el objetivo de facilitar el modelamiento que se desarrolla

### 3.6.7 La estadística aplicada en “Arena Rockwell”

Para lograr representar la realidad del sistema utilizado para realizar pagos por la Empresa constructora “Hochtief Chilena” es necesario saber cuál es la distribución estadística de cada uno de los tiempos de los procesos involucrados en el proceso global. Por lo que es vital que exista una gran cantidad de muestras, así la simulación generada por el software se acercará más a la realidad.

La siguiente ilustración muestra la gama de funciones y distribuciones estadísticas que se pueden simular en el programa.

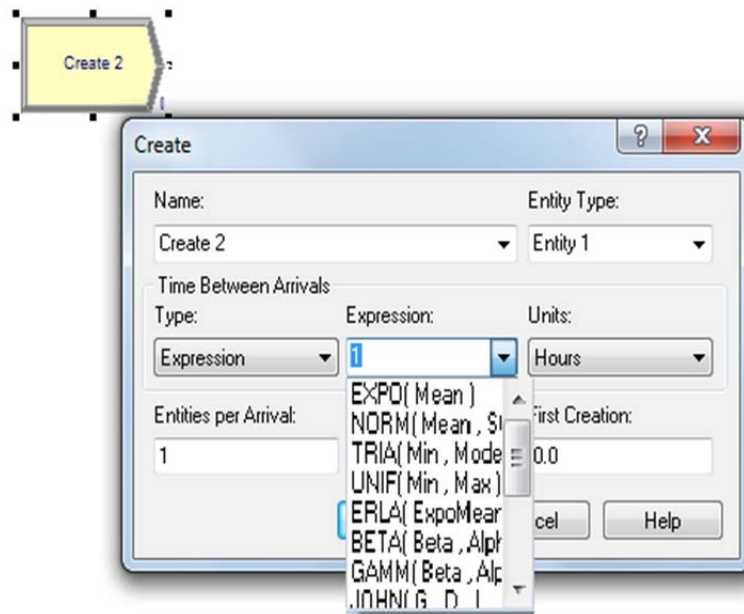


Ilustración 12, Funciones para representar tiempos de emisión de Entidades.

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

Cada distribución representada en arena, genera sus parámetros asociados. Por lo que para definir una distribución se tendrá que introducir los valores a todos los parámetros. El número, significado y orden de los valores de los mismos se desprenderán de la distribución a utilizar. A continuación se describirán las distribuciones que soporta arena:

Distribución		Parámetros
Beta	BETA	Beta, Alfa
Continous	CONT	CumP <sub>1</sub> , Val <sub>1</sub> , ..., CumP <sub>n</sub> , Val <sub>n</sub>
Discrete	DISC	CumP <sub>1</sub> , Val <sub>1</sub> , ..., CumP <sub>n</sub> , Val <sub>n</sub>
Erlang	ERLA	Media, k
Exponential	EXPO	Media
Gamma	GAMM	Beta, Alfa
Johnson	JOHN	Gamma, Delta, Lambda, Xi
LogNormal	LOGN	Media, LogStd
Normal	NORM	Media, Desviación Estándar
Poisson	POIS	Media
Triangular	TRIA	Mínimo, Media, Máximo
Uniform	UNIF	Mínimo, Máximo
Weibull	WEIB	Beta, Alfa

Tabla 1: Distribuciones Estadísticas y sus Parámetros.

Fuente: Fábregas, 2003, p.188

### 3.6.8 Eventos y Distribuciones Estadísticas

**Evento Estadístico:** Responde al resultado de un experimento. Cuando este se realiza aleatoriamente, el experimento se denomina como al azar o aleatorio.

Desde el libro (Montgomery, 2002) podemos extraer la siguiente definición: “Un evento es un subconjunto del espacio muestral de un experimento aleatorio”.

A su vez, los eventos se pueden desglosar en: Simples, compuestos, independientes o dependientes.

- a) Simple: Se denomina simple, un evento el cual su resultado, no se puede descomponer, Por ej, El resultado del proceso de pago de una factura. Se paga, o no se paga. Cada uno por sí solo, es un evento simple.
- b) Compuesto: Es cuando se compone por dos o más eventos simples. Por ejemplo, al entrar dos facturas al proceso de pago, un evento compuesto sería obtener una factura pagada.
- c) Independiente: Dos eventos son independientes si es que el resultado de uno, no afecta al otro. Por ej, el pago de una factura de un proveedor A, no tiene por qué afectar el pago de un proveedor B.
- d) Dependientes: Dos eventos son dependientes, si la ocurrencia del primero afecta directamente al segundo. Un ejemplo podría ser que una factura englobe todos los servicios y/o materiales de un proveedor. Si no existe la justificación para el pago de uno de los productos y/o servicios. La factura completa se vería retrasada en su pago.

### **3.6.9 Distribuciones Estadísticas**

En el marco de la investigación que estamos realizando, se puede definir como **distribución estadística** a la probabilidad de que un evento suceda en un futuro (Montgomery, 2002). Esto es una herramienta fundamental para el diseño de escenarios o acontecimientos considerando las características y tendencias de procesos o sucesos actuales.

Las distribuciones estadísticas de probabilidad que más recurrentemente se utilizan son:

- a) Normal
- b) Exponencial
- c) Bernoulli o Binomial
- d) Gamma
- e) Poisson
- f) T-Student

### **3.7 Realizando el cambio**

El realizar un cambio, tenderá a predisponer de manera negativa al individuo, debido a que los cambios afectan fuertemente a las personas, ya que implican alteraciones en las actitudes, habilidades o la forma de hacer las cosas. Debido a factores externos como el mercado, crisis económicas o la tecnología, las empresas se ven obligadas a cambiar para mantenerse.

La gestión del cambio es una actividad que se está integrando de a poco al contexto ocupacional y es posible advertir como en los proyectos de innovación, y cada vez se posiciona como un factor preponderante en el aseguramiento del éxito. Aquellas organizaciones que no entienden que deben adaptarse a un mercado que enfrenta nuevos desafíos día a día, están condenadas a morir.

El fin de la gestión del cambio, es lograr generar un contexto a favor del cambio, diseñando una estrategia que permita controlar las variabilidades que se puedan presentar durante el proceso.

A continuación se mencionan los dominios básicos que guiarán la elaboración del proceso de cambio en esta empresa:

- a. Estrategia y sentido: Establecer con claridad la dirección, el sentido y la forma en que se llevará adelante el proceso de cambio.

- b. Conservación: Se definen los elementos que la compañía desea que permanezcan en el tiempo como ventajas competitivas, valores, etc.
- c. Estructura de liderazgo y gestión: Se define al líder y la coalición conductora que será conformada por el equipo de trabajo. El líder debe poseer algunas características particulares como carisma, poder, etc. Y deberá ser capaz de transmitir la visión del proyecto. La coalición conductora deberá estar formada por personas directamente involucradas con el proceso que aborda el proyecto.
- d. Poder

### **3.8 Simulación: Sus ventajas y desventajas**

Dentro de las ventajas que proporciona la simulación de procesos, se puede mencionar:

- a. La simulación proporciona un método más simple de solución cuando los procedimientos matemáticos son complejos y difíciles.
- b. La simulación proporciona un control total sobre el tiempo, debido a que un fenómeno se puede acelerar.
- c. La simulación no interfiere en el mundo real.
- d. Una vez construido el modelo se puede modificar de una manera rápida con el fin de analizar diferentes políticas o escenario. Permite análisis de sensibilidad.
- e. Generalmente es más barato mejorar el sistema vía simulación que hacerlo en el sistema real.
- f. Es mucho más sencillo visualizar y comprender los métodos de simulación que los métodos puramente analíticos. Da un entendimiento profundo del sistema.
- g. Con los modelos de simulación es posible analizar sistemas de mayor complejidad o con mayor detalle (con los métodos analíticos se pueden hacer más suposiciones).
- h. En algunos casos, la simulación es el único medio para lograr una solución.

Por su parte, las desventajas que posee la simulación de procesos, se describen a continuación:

- a. La simulación es imprecisa, y no se puede medir el grado de su imprecisión.
- b. Los resultados de simulación son numéricos; por tanto, surge el peligro de atribuir a los números un grado mayor de validez y precisión.
- c. Los modelos de simulación en una computadora son costosos y requieren mucho tiempo para desarrollarse y validarse.
- d. Se requiere gran cantidad de corridas computacionales para encontrar “soluciones óptimas”, lo cual representa altos costos.
- e. Es difícil aceptar los modelos de simulación y difícil de vender.
- f. Los modelos de simulación no dan soluciones óptimas.
- g. La solución de un modelo de simulación puede dar al análisis un falso sentido de seguridad.
- h. Requiere "largos" periodos de desarrollo.
- i. Cada modelo de simulación es único.
- j. Siempre quedaran variables por fuera y esas variables pueden cambiar completamente los resultados en la vida real que la simulación no previó.

### **3.9 Resultados Esperados**

Lo que se busca con el desarrollo del modelo, que represente el proceso de pago a los proveedores de la Hochtief Chilena, se puede desarrollar a continuación:

- a. Determinar, en primera instancia, que los fallos de la organización giran en torno a la gestión de procesos, y no necesariamente en base a problemas de liquidez.
- b. Generar una herramienta que permita un mayor entendimiento del proceso como un “todo”, debido a que en muchas circunstancias, hay personas que toman decisiones en torno al proceso, que no necesariamente lo conocen a cabalidad, utilizando su jerarquía en la organización, pero dicha jerarquía no necesariamente se asemeja a su conocimiento del proceso en sí.
- c. Obtener una visión global del proceso, pudiendo identificar los puntos críticos del mismo, pudiendo potenciar los ajustes necesarios para garantizar el funcionamiento del mismo.
- d. Potenciar la optimización del proceso, entendiendo la jerarquía de cada uno de los pasos, identificando posibles procesos que no agreguen valor al mismo, y potenciando prácticas que garanticen la funcionalidad del mismo.
- e. Generar el suficiente entendimiento del proceso, garantizando el funcionalismo del mismo a través de acciones que aseguren el traspaso de

la información, certificando el flujo de la misma, y poniendo al tanto a los individuos participantes en el proceso de las actividades a realizar.

- f. Producir un modelo que garantice el pago de las obligaciones de la organización con el mercado.

### 3.10 Software de Análisis de Datos

Para llevar a cabo la simulación en Arena es necesario el analizar los datos que se obtendrán en terreno. Para determinar correctamente que tipo de distribución se ajusta de mejor manera.

Ahora, se introducirán algunos programas que se especializan en análisis de datos a grandes rasgos, y se elegirá cual se incluirá en la investigación.

- a. **Stat Fit:** Es un software que tiene como objetivo la búsqueda la mejor distribución para representar los datos, por otro lado busca determinar el tamaño de la muestra para la asignación de tiempos de proceso y transposición además de graficar los datos de entrada, las distribuciones de probabilidad a utilizar, e incluso hacer estadística descriptiva de estos datos.

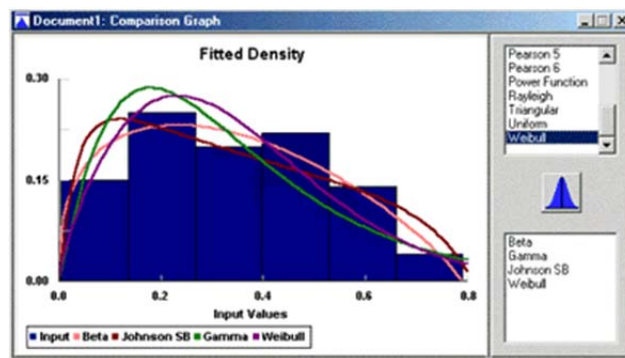


Ilustración 13, Extracto Software "Stat Fit"

Fuente: [www.simul8.com](http://www.simul8.com)

- b. **PSPP:** Es un software para analizar datos estadísticos, este software arroja resultados de dos formas (tablas y diagramas). Por otra parte, también permite determinar qué tipo de distribución representa los datos a analizar.

	gender	yearBtch	An_code	ANO_id	age	age_1	TV	ANO
1		1879	41 33		0	1	5	
2	1	1890	33 33		28	1	1	2
3	1	1870	33 33		38	1	3	1
4	-2	1871	33 33		38	1	4	1
5	1	1878	33 3		30	1	3	8
6	2	1872	33 3		37	1	1	
7	2	1872	33 3		37	1	3	1
8	1	1878	33 3		30	1	2	
9	2	1878	33 3		33	1	2	
10	-2	1875	33 3		34	1	3	1
11	-2	1890	33 3		18	1	2	1
12	1	1868	33 8		40	1	2	5
13	1	1875	33 8		34	1	2	

Ilustración 14, Extracto Software “PSPP”

Fuente: [pspp.kiberpipa.org/](http://pspp.kiberpipa.org/)

- c. **Minitab:** Este es un software que se enfoca al análisis de datos complejos, a la identificación y solución a problemas relativos con al control de calidad en procesos, además permite a la compañía controlar los procesos y mejorar la producción de la cadena de producción de la empresa.

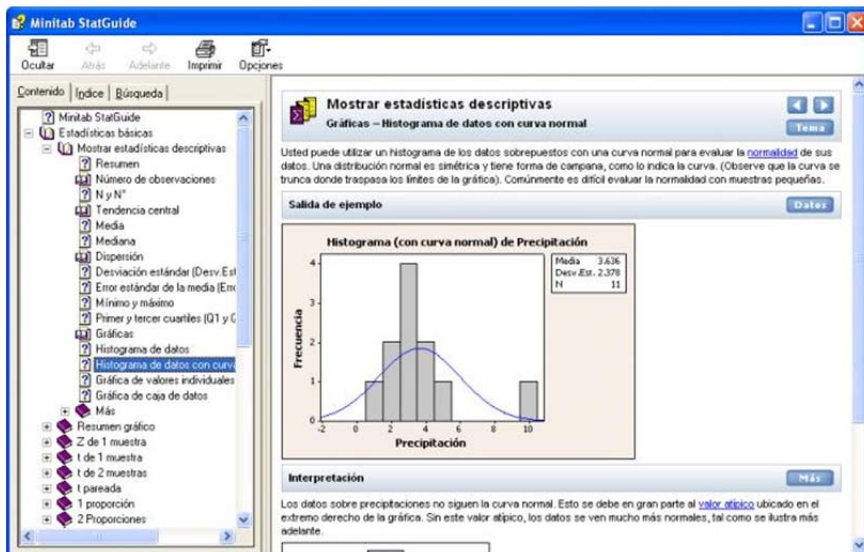
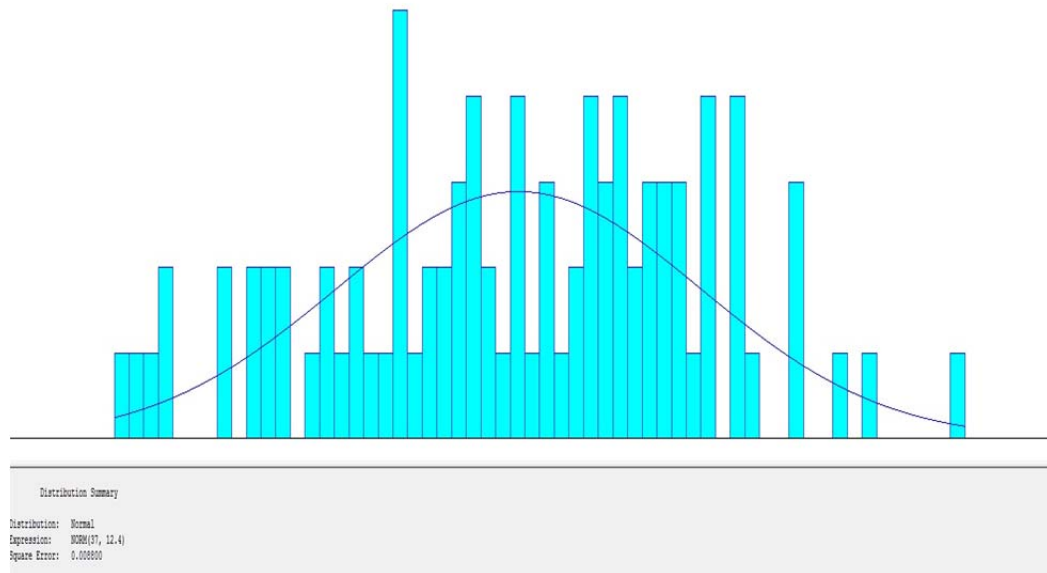


Ilustración 15: Extracto Software MiniTab.

Fuente: [minitab.softonic.com/](http://minitab.softonic.com/)

**d. Input Analyzer:** Fabregas 2003 es una excelente herramienta que contiene el software Arena. También el autor dice que es muy útil para definir que distribución de probabilidad, ajustándose a los datos de entrada. Estos datos son procesados representando un conjunto de intervalos de tiempo que son asociados a procesos de duración aleatoria, también se puede utilizar para analizar datos que representen tiempos entre las llegadas, el tiempo de proceso o el tiempo entre las caídas del sistema.



*Ilustración 16, Extracto Software Input Analyzer*

*Fuente: Diseño propio Rockwell Arena*

Luego de revisar las opciones anteriormente propuestas, se elegirá el Input Analyzer que posee Arena para la investigación. Debido a que este posee todas las herramientas necesarias para distinguir que tipo de distribución presentan los datos, además los datos a utilizar se representan de mejor manera. Y por otra parte, su uso es muy familiar.

## Capítulo 4: “Modelo Conceptual del Proyecto”

En este capítulo, se busca realizar una contextualización de la realidad de la organización, planteando el diario vivir de la empresa, para poder establecer los supuestos y constantes que regirán la simulación del modelo de pagos del departamento de contabilidad, de Hochtief Chilena.

### 4.1 Participantes en el proceso.

Para entender quién y cuándo se realizan los procesos, es necesaria la descripción de los participantes en los procesos a describir.

a) *Empresa prestadora de servicios*: Es la empresa que vende, presta servicios u genera un valor agregado a la organización, por la cual genera una factura para emitir un cobro.

Esta participará en los siguientes procesos:

i. Recepción de Factura. Para este proceso, la organización externa, debe presentar en la dirección legal de la organización, la factura correctamente rotulada. Para poder cumplir con la orden de pago (generalmente a 30 días luego de recepcionado dicho documento).

b) Ayudante Contable: Es quien participa directamente en la separación de los documentos por obra, y a su vez, en el cotejo de la información asociada a cada uno de los documentos contables.

c) *Operador contable*: El operador contable, es una persona que está inmersa en la empresa. Y participa activamente en los siguientes procesos de ingreso de documentos al módulo contable, ya sea de forma tradicional u auxiliar, pero indirectamente puede participar en el cotejo y supervisión de todo el modelo, si así es necesario.

d) Tesorero: El tesorero participa directamente del proceso de dar orden de pago de cada uno de los documentos emitidos por las organizaciones que han emitido documentos a Hochtief, respaldando su acción en su interacción con el sistema, cotejando que cada uno de los documentos que se han recepcionado, cuenta con los respaldos suficientes para emitir un pago.

e) Jefe Contable: Su principal función en el módulo de pagos, es la de supervisión del proceso en general, pero a su vez, también participa

directamente de la aprobación de situaciones fortuitas que ocurren en el proceso, tales como:

- i. Ingreso auxiliar de facturas al sistema.
- ii. Aprobación de pago y envío de Nómina de pago a sub Gerencia de finanzas.
- iii. Resolución de Casos Excepcionales.

f) *Subgerente de Finanzas*: El subgerente de finanzas participa como una persona con mayores atributos en el proceso. Que en general, es quien aprueba la toma de decisiones. Participando indirectamente en cualquier etapa del proceso, pero con una participación directa en:

- i. *Aprobación de la nómina de pagos*
- ii. *Resolución de Casos Excepcionales*.

#### **4.2 Descripción del proceso de Pago.**

En este punto, el fin es lograr una descripción de la situación actual de la organización en el apartado del cumplimiento del pago de sus obligaciones. Buscando a su vez establecer los puntos clave, los cuales son esenciales en el proceso, y lograrán a identificar los principales problemas que hoy posee el proceso.

#### **4.3 Toma de Muestras.**

Antes de comenzar el análisis de muestra, se requiere definir formalmente la entidad en la que se enfocará nuestro estudio, siendo el foco de nuestra simulación. Siendo la entidad a analizar en nuestro proceso los documentos de pago emitidos por los proveedores de Hochtief, definiendo a esta entidad en el modelo como "Factura".

A su vez, es necesaria la definición de que procesos en los que se enfocará el análisis de los tiempos críticos. En base a esto, se ha definido los siguientes procesos:

#### **4.4 Recolección de Datos.**

Para poder realizar una simulación lo más próxima a la realidad, se debe alcanzar un nivel de acuracidad (La Gran Enciclopedia de Economía, 2006) que permita que la calidad de la información obtenida sea de calidad para poder realizar una simulación que se acerque de mejor manera a la realidad, minimizando el nivel de error en las proyecciones, ya sea de tiempos y/o costos a realizar en base a la muestra.

<b>Meses</b>
Febrero 2015
Marzo 2015
Abril 2015

*Tabla 2, Meses de recolección de Datos.*

Fuente: Diseño Propio.

Luego de finalizar la etapa de recolección de datos, se pudo determinar que existe un pequeño ciclo en la recepción de documentación a pago, y para poder representar de mejor manera esta situación, se realizó un análisis estadístico para poder expresar de forma algebraica la frecuencia de recepción de documentos.

#### **4.5 Levantamiento de procesos**

El procedimiento de pago de facturas abarca desde que se recibe la misma, hasta cuando se efectúa el pago del documento, pero, a su vez, es de suma importancia que la empresa tenga un control de los insumos que solicita y utiliza, porque así podrá asegurarse que los montos cargados, corresponden a los insumos que consumió.

Por otro lado, cabe mencionar que la forma de cotejar el pago de una factura es contra una orden de compra, y esta se genera, cuando un pedido, es aprobado por la gerencia, y el departamento de compras (en base a esta aprobación) realiza la búsqueda de un proveedor que responda a lo solicitado por la organización con la mejor competencia.

Como consecuencia de esto, Hochtief recibe facturas que debe cancelar a sus proveedores, pago que se hace a través del trabajo en conjunto del departamento de adquisiciones, bodega y contabilidad.

##### **4.5.1 Pedido de Materiales.**

La forma de solicitar insumos o servicios para la organización, es través del llenado de un pedido formal de materiales, el cual se entrega al departamento de compras.

Este pedido formal de material, se materializa a través del llenado de un formulario, llamado "pedido de materiales".

Este pedido de materiales, deberá recorrer por la aprobación de, en primera instancia del jefe del departamento solicitante, luego ser revisado por el departamento de adquisiciones.

#### **4.5.2 Aprobación del pedido de materiales por parte de Control de Costos.**

Para que este pedido sea aprobado, el primer paso que debe cumplir, es un paso por la oficina de control de costos, en donde se identifica el elemento solicitado, y la función que este cumplirá. Identificando el fin de la adquisición de este elemento, y en base a esto, determina un valor de presupuesto (valor estimado máximo a gastar en el elemento) y el centro de costo en donde imputar el valor del mismo.

Si el pedido, no entrega información clara en base al porqué de la solicitud, o el donde se necesita, este requerimiento es devuelto al emisor para aclarar y o rectificar la información imputada en el documento.

#### **4.5.3 Firma de Gerencia.**

Luego de que control de costos determine el presupuesto para el elemento a solicitar, en donde se utilizará el bien (centro de costo), el Pedido de Materiales pasa a la firma de Gerencia (Oficina técnica, Comercial y General). En donde, previo a la firma, estos corroboran la información otorgada por el departamento de control de costos, y generan la aprobación del pedido, o en su defecto, su rechazo con las observaciones correspondientes. En este caso, el pedido tendría que volver al emisor para generar las observaciones.

#### **4.5.4 Departamento de adquisiciones.**

Luego de que el departamento de control de costos identifique por qué, donde y presupuesto para, de la necesidad del elemento solicitado, el departamento de adquisiciones genera un cuadro comparativo, con un mínimo de 3 opciones para la adquisición del requerimiento, adjuntándolo al pedido de materiales, para el posterior análisis de la gerencia. Y, dentro de este cuadro, proponen y destacan la oferta ideal, en donde se selecciona el proveedor con la oferta más conveniente, o la mezcla de proveedores con la mejor oferta (en caso de que el pedido tenga más de un ítem).

#### **4.5.5 Aprobación Final Gerencia.**

Gerencia, luego de analizar el cuadro comparativo emitido por el departamento de adquisiciones, emite la aprobación final del requerimiento, dando pie para que adquisiciones comience su trabajo práctico de adquirir el bien.

#### **4.5.6 Departamento de Adquisiciones.**

Luego que la gerencia apruebe el requerimiento de materiales, y considere que la información propuesta es apropiada, aprueban el pedido de materiales, y dan pie para que contra la cotización que generó el proveedor (adjuntada en el pedido en el paso N°2) se genere una orden de compra, por el pedido analizado. Primer

documento requerido, para respaldar el pago de la futura factura a recibir por la empresa.

Toda esta información se adjunta al pedido, y se ingresa al sistema informático FIN 700, sistema utilizado por Hochtief para la adquisición de productos y/o servicios. Sistema en donde se podrá acceder rápida y fácilmente la información que respalda la adquisición, cualidades y cantidades de los productos requeridos.

Luego de que se despachen los insumos y/o servicio solicitado en el pedido de materiales, y corroborada la recepción del mismo. En base a las condiciones de pago acordadas en el momento de la emisión de la orden de compra, el proveedor está facultado para la emisión de la factura correspondiente al pedido de materiales.

#### **4.5.7 Recepción del documento por parte de contabilidad.**

Para generar la recepción de los elementos solicitados en el requerimiento de material, la bodega de la obra, deberá ingresar el N° de la guía de despacho en la cual se recepciona el o los elementos requeridos.

Indicando claramente:

- a. N° de guía de despacho.
- b. Cantidades recibidas.
- c. Orden de compra a la que se asocia la recepción de los elementos.
- d. Enlace claro entre los elementos individualizados en la orden de compra, y los recepcionados en la guía de despacho.

El hecho de que el bodeguero ingrese en el sistema la recepción del requerimiento, hace que se entienda que los elementos cumplían las características y calidad esperada de los productos a requerir.

##### **4.5.7.1 Información clave que debe contener el documento de pago.**

Para que se realice el pago correcto del documento emitido por el proveedor, la factura, debe tener ciertas cualidades, a representar a continuación:

- i. Información de la empresa que debe recibir el pago de la factura, fecha de emisión y orden de compra asociada a dicho pago.
- ii. Desglose de ítems en los cuales debe ir:
  - a. Elemento
  - b. Precio unitario
  - c. Cantidades.
  - d. Precio Total
- iii. Solicitud de Material/Servicio
- iv. Orden de Compra

- v. Documento de recepción.
- vi. Guía de Despacho.

#### **4.6 Números clave del proceso actualmente.**

Luego de supervisar el proceso actual dentro de unos periodos, se pudo identificar varios patrones que rigen el mismo, y varias métricas que sirven como constante en lo que es la cotidianidad del sistema. Así se puede representar algunas realidades que se expresan a continuación.

- i) Facturas recibidas diarias (promedio periodo Feb-Abril-15): 30 facturas diarias en promedio.  
Siendo Aproximadamente 650 facturas en total por mes.
- ii) Las obras en las que trabaja hoy Hochtief son 3.
- iii) Los regímenes de trabajo en las obras es de 7x7, por ende, todos los días se realizan labores entorno a este proceso de pagos, más la recepción de facturas se hace solo de Lunes a Viernes, distribución que se representará en la expresión de ingreso de entidades al sistema.
- iv) Las facturas que no cumplen con la totalidad de documentos para la emisión del pago es aproximadamente el 23% (150 en promedio mensualmente).

## 4.7 Información Base para validar el Modelo.

Para poder determinar la valides del modelo a simular, es necesario llevar a cabo la comparación de los datos levantados empíricamente en la organización, para poder compararlos con los que el sistema arrojará.

Se establece que para nuestra investigación un margen de error tolerable del 5% en la simulación a desarrollar.

	<b>Tiempo Total por Factura (Promedio Días )</b>	<b>Facturas Pagadas Mensuales (Entre Feb-15 y Abril-15)</b>	<b>Facturas recepcionadas Mensuales (Entre Feb-15 y Abril-15)</b>
<b>Situación actual Real</b>	52.0	235	626

Tabla 3, Parámetros obtenidos de la situación empírica (Valores Promedio entre Feb-15 y Abr-15).

Fuente: Diseño Propio.

En esta tabla 3, se representa el resumen de los 3 parámetros que reflejan el funcionamiento actual del proceso, el detalle completo de los datos está en el Anexo N°III.

- a. **Tiempo Total Promedio de cada Factura:** Es el tiempo que tarda una factura en ser pagada, desde que esta es recepcionada, hasta que se efectúa el pago de la misma, basado en una muestra de 100 documentos de pagos extraídos aleatoriamente, muestra que representa un 42.5% de las muestras mensuales, y un 14,1% de los documentos a pago del periodo completo.
- b. **Facturas recepcionadas en un mes:** Como dice la descripción, es la cantidad de documentos que pasan por el proceso de recepción en un mes contable. Basado en la totalidad de los documentos recepcionados en el periodo.
- c. **Facturas pagadas en un mes:** Es la cantidad de facturas que se pagan efectivamente en el mes, y que ingresan al libro mayor de la contabilidad. De igual forma que el parámetro anterior, se basó en la totalidad de los documentos pagados en el periodo.

Estas métricas posteriormente nos permitirán analizar el nivel de certeza el modelo, pudiendo validar o no si el modelo es lo suficientemente apropiado para representar la realidad de la organización. Para poder ver el detalle, favor dirigirse al anexo III.

## Capítulo 5: Simulación del Proceso Actual

A continuación se busca describir en este capítulo como se llevará a cabo la simulación del proceso de pago que utiliza con sus proveedores la empresa Hochtief.

Los tiempos de los procesos mencionados y recogidos en cada uno de los pasos del proceso de pago hacen mención el periodo activo y pasivo de mismo (espera entre un proceso y otro).

Por otro lado, vale mencionar que el proceso de pago no posee gran variabilidad en su demanda, debido a que los periodos de pago se cuentan en días corridos, solo que si el día 30 cae en un día no hábil, se pospone al día hábil siguiente.

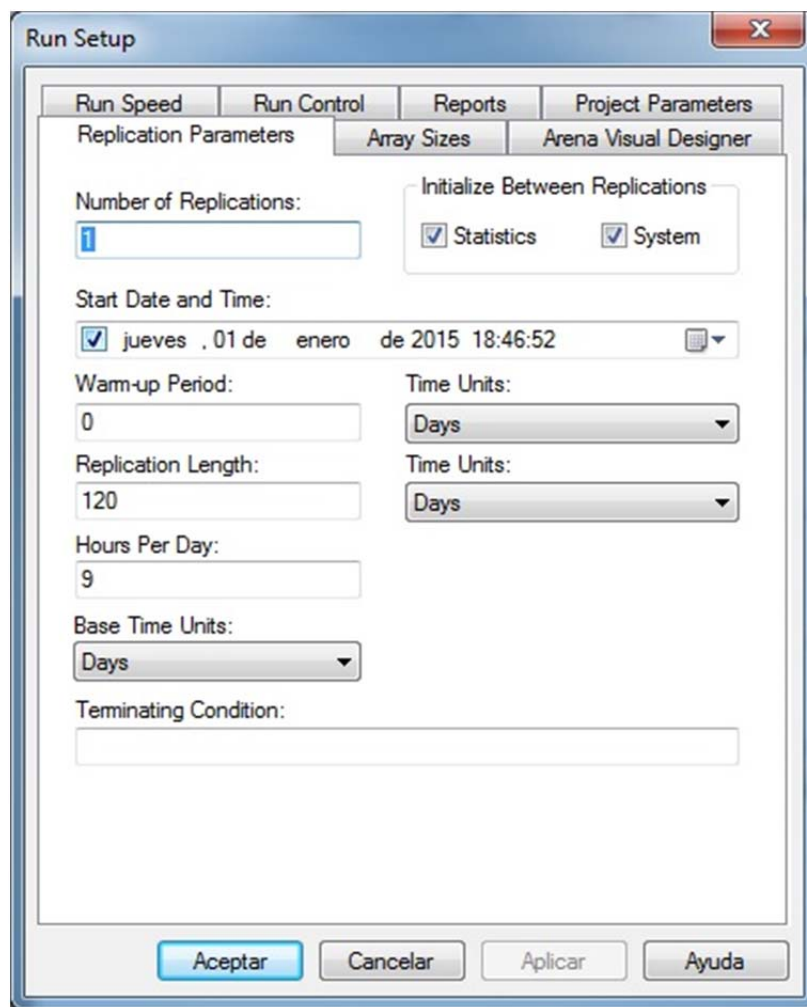


Ilustración 17, Condiciones de la ejecución de la Simulación

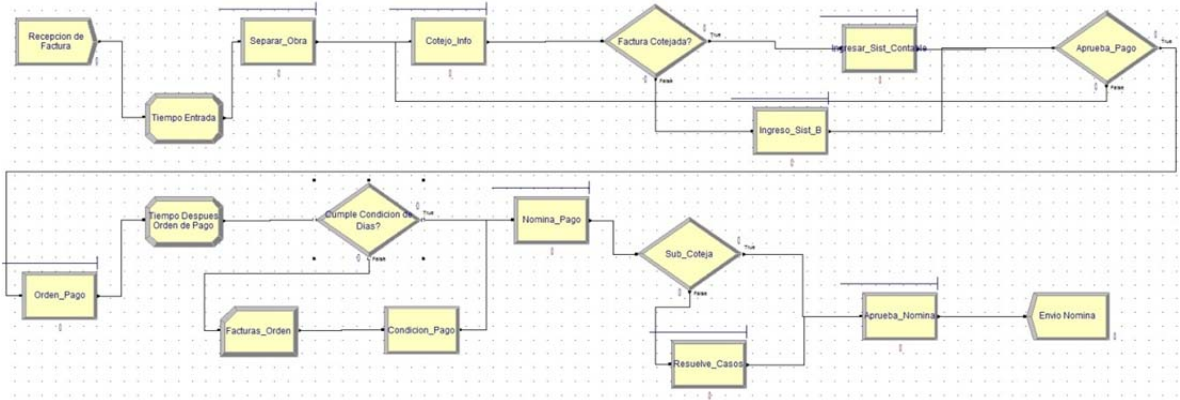
Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

Generalmente el imprimir un tiempo de calentamiento, aporta a la calidad de los datos obtenidos de un modelo, pero en este caso, más que imprimir un tiempo de calentamiento, se realizará una extensión mayor de análisis, con el fin de ejecutar la realidad vivida en los meses en donde se levantaron las muestras (Feb a Abril-15).

El tiempo de replicación será tan largo, debido a que como política de la organización, ninguna factura obtendrá la orden de pago antes de 30 días corridos de la recepción del documento, así, se iniciará la simulación del modelo al 1 de enero del 2015, para comenzar el análisis empírico del modelo a fecha 1 de Febrero del 2015, hasta el 30 de abril del mismo año.

**5.1 Descripción del Proceso de “Pago de Facturas”**

A continuación en la ilustración se presenta el modelo de Procesos de pago de facturas que utiliza la empresa Hochtief expresado en el módulo arena.



*Ilustración 18, Representación del Modelo.  
Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.*

El objetivo que cumplen el conjunto de módulos que se presentan a continuación, es la descripción más real posible del proceso de pagos de las facturas que se deberán pagar en un periodo, en la empresa Hochtief Chilena.

En primera instancia, es importante definir los siguientes parámetros a utilizar en el modelo:

- a. *Entidad:* Factura.

- b. *Recursos*: En este modelo, los recursos a utilizar es el personal de la organización, y específicamente para este proceso se enumeran los siguientes cargos.
- Subgerente de Finanzas
  - Jefe Contable
  - Operador Contable.
  - Ayudante de Contabilidad.

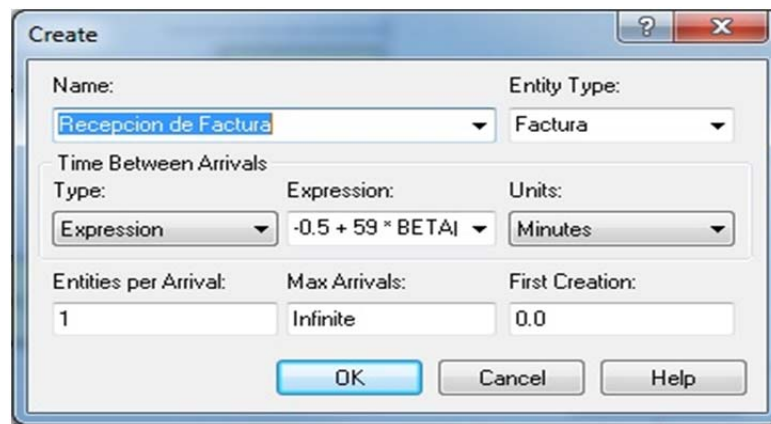
### 5.1.1 Recepción de facturas:

Actualmente el departamento de contabilidad recibe a orden de 626 facturas mensuales, las que por lo general llevan adjunta la información comentada anteriormente en el *punto 4.4.4*. Información que sustentará el pago del documento.

Este es el paso de inicio del proceso de pago, en donde el Ayudante de contabilidad recibe el documento, así en el módulo que se adjunta a continuación, se ingresará la información correspondiente a la frecuencia de recepción de los documentos de pago (tomando en consideración la condición propuesta en el *inciso iii del punto 4.7*).

Definiendo así:

- La unidad de medida de tiempo del ingreso de entidades al sistema, la cual será minutos
- Definiendo la entidad como Factura.
- Y por último la distribución de recepción de los documentos:  
 $-0.5 + 59 * BETA(0.461, 0.549)$ . (Para mejor entendimiento de la distribución, ver anexo N°1)



*Ilustración 19, Descripción del Ingreso de Entidades.*

*Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.*

### 5.1.2 Separación por obra.

En este proceso se realiza un análisis del documento de pago y de la información que lo respalda para generar el comprendimiento de la información del proveedor que emitió el documento, el análisis y separación de la entidad definiendo al proyecto en cuestión que pertenece la factura. Para el posterior análisis y emisión de la orden de pago del documento.

Acá la tarea del recurso *Ayudante*, es identificar y separar el documento dependiendo a que obra corresponde,

- a. Proyecto Hidroeléctrico “Alto Maipo”
- b. Central Termoeléctrica Guacolda U5
- c. Central Hidroeléctrica “La Confluencia”.
- d. Oficina Central.

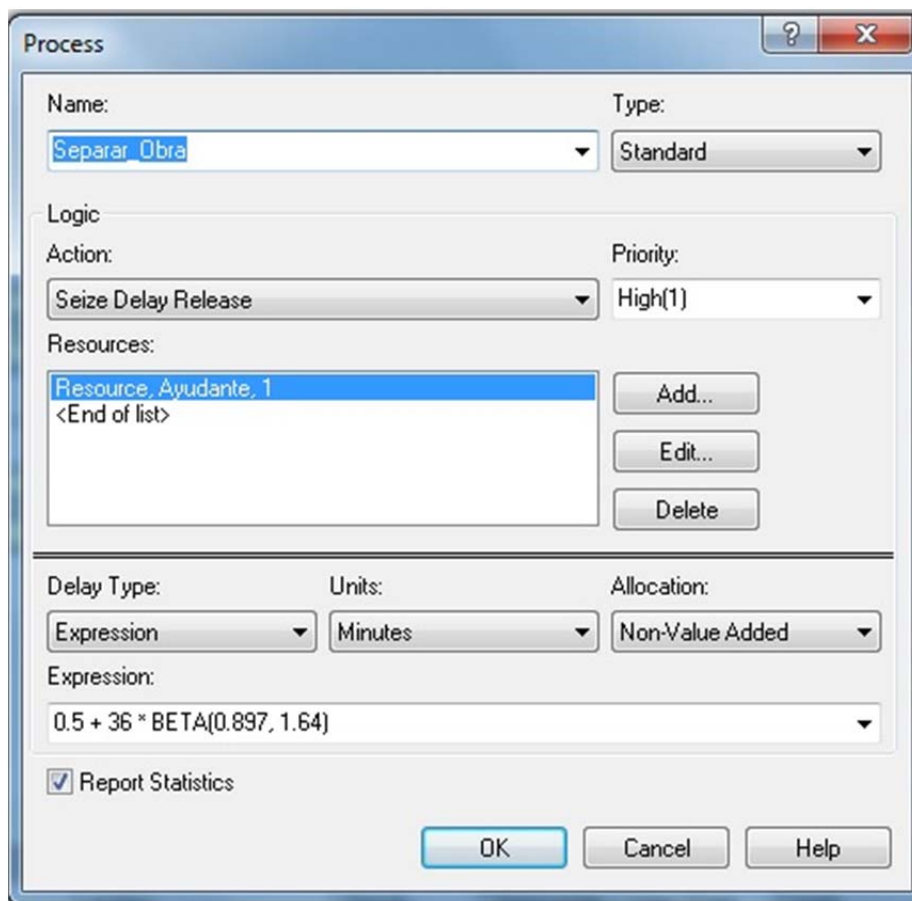


Ilustración 20: Descripción del Proceso Separación de documentos por Obra

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

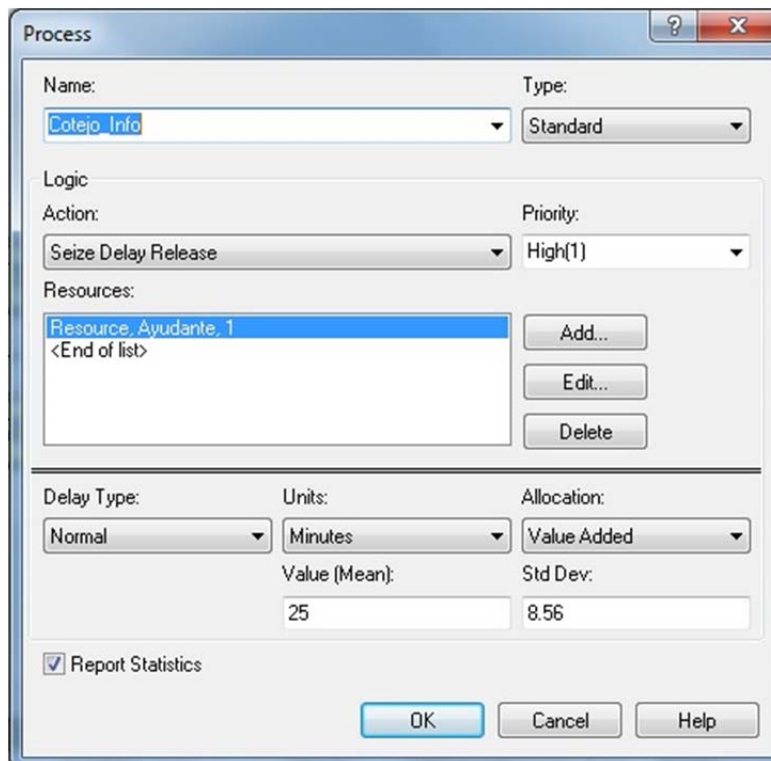
El recurso utilizado y expresado en el diálogo de arena es el ayudante contable, utilizando un proceso de (seize, delay, reléase) expresando el tiempo estándar del proceso en una distribución beta de,  $0.5 + 36 * \text{BETA}(0.897, 1.64)$  min.

### 5.1.3 Cotejo de Información de respaldo del documento de pago

Luego de que se concluye esta separación de facturas, el asistente contable, lo que debe realizar, es el cotejo de la información de cada una de las facturas. Este cotejo consta de varios pasos, y el cotejo de información dependerá de lo que se transó, ya sea un servicio, un material, arriendo, etc. Relacionando el documento, con los documentos que respalden su posterior pago.

- a. Identificación de la orden de compra.
- b. Recepción de los elementos en el sistema.
- c. Análisis de estado de pago.
- d. Partes diarios.

Luego de este proceso, se confirma si la factura está o no respaldada por información que valide la liberación de activos para el pago de la misma. Utilizando alguna de las herramientas mencionadas anteriormente.



*Ilustración 21, Cotejo de Información*  
*Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.*

La factura totalmente asociada continúa el ciclo de ingreso al sistema contable de manera normal. A su vez, cuando las facturas ingresadas no poseen la información de respaldo correspondiente, deberán pasar a un proceso auxiliar de ingreso al sistema contable. Acá el operador contable, deberá recabar la información necesaria para poder respaldar el pago de la misma, contactando al responsable de obra que figure como solicitante en el requerimiento, o al departamento de compras que figure como emisor del mismo.

El tiempo que le toma el proceso al *ayudante* (que se define como recurso del proceso) se representa con una distribución normal, de media 25 minutos, con desviación estándar de 8.56 minutos.

#### 5.1.4 Módulo de decisión: ¿Está la factura cotejada?

Luego de esto, como resultado de la cadena de procesos anteriores, se obtuvo la estadística al levantar los procesos que alrededor del 23% de las facturas que carecen de sustento suficiente para generar el pago del compromiso con el proveedor. Por esto se definirán dos caminos para el ingreso de las facturas al sistema.

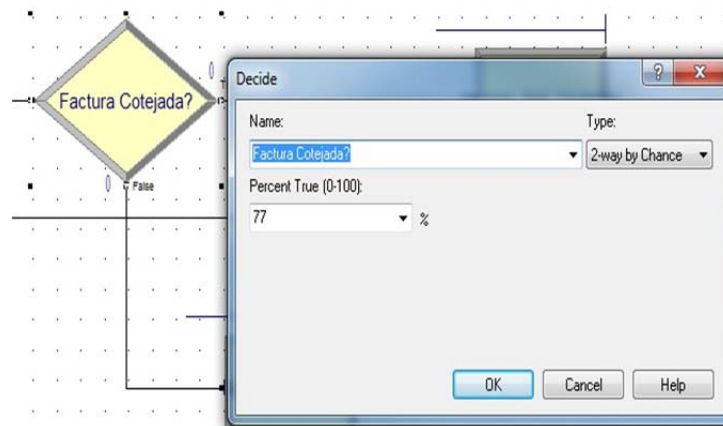


Ilustración 22, Módulo de Decisión sobre cotejo de factura.

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

Determinando si la factura se encuentra “Totalmente Asociada”, para pasar al próximo proceso de “ingreso al sistema contable”. O por su parte, carece de la información completa para que continúe el proceso.

Luego de este módulo de decisión, el documento y sus respaldos pasarán al proceso de ingreso al sistema contable. Pero, el tipo de ingreso que se realizará,

estará dependiente al estado de la factura, si esta está asociada, pasará al proceso “Ingreso al sistema Contable” (a analizar a continuación), si este no está en este estado, pasará al “Ingreso Auxiliar de Factura al sistema contable”.

### 5.1.5 Ingreso al sistema Contable

En esta etapa, lo que el operador contable realiza es el ingreso de la factura, y su información asociada al sistema contable.

A grandes rasgos lo que se debe realizar es generar la identificación del documento, relacionándolo con la información de respaldo que apoye el pago de la obligación con el proveedor, con data tal como: Producto/servicio, cantidad, monto, obra, documento de recepción, guía de despacho, etc. Información que tiene como objetivo que sustentar el pago del documento.

El tiempo del proceso se puede expresar como una distribución normal, (16;3.44) minutos.

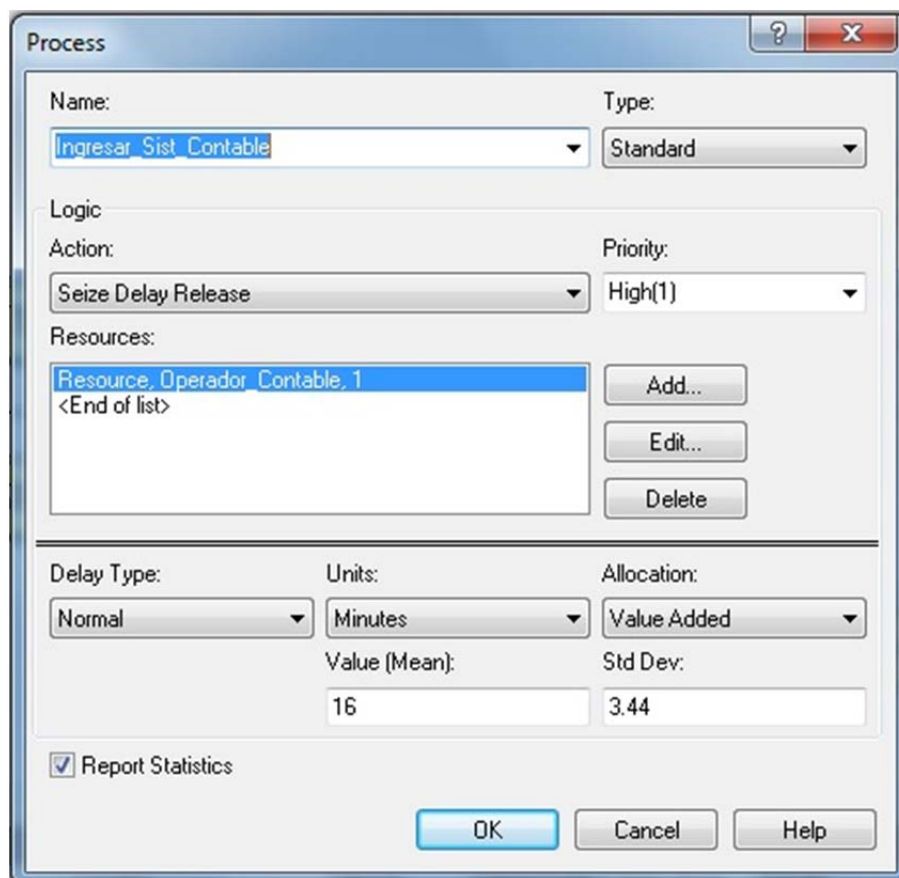


Ilustración 23, Módulo del proceso de Ingreso del documento al sistema Contable

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

### 5.1.6 Ingreso Auxiliar de Factura al sistema FIN 700

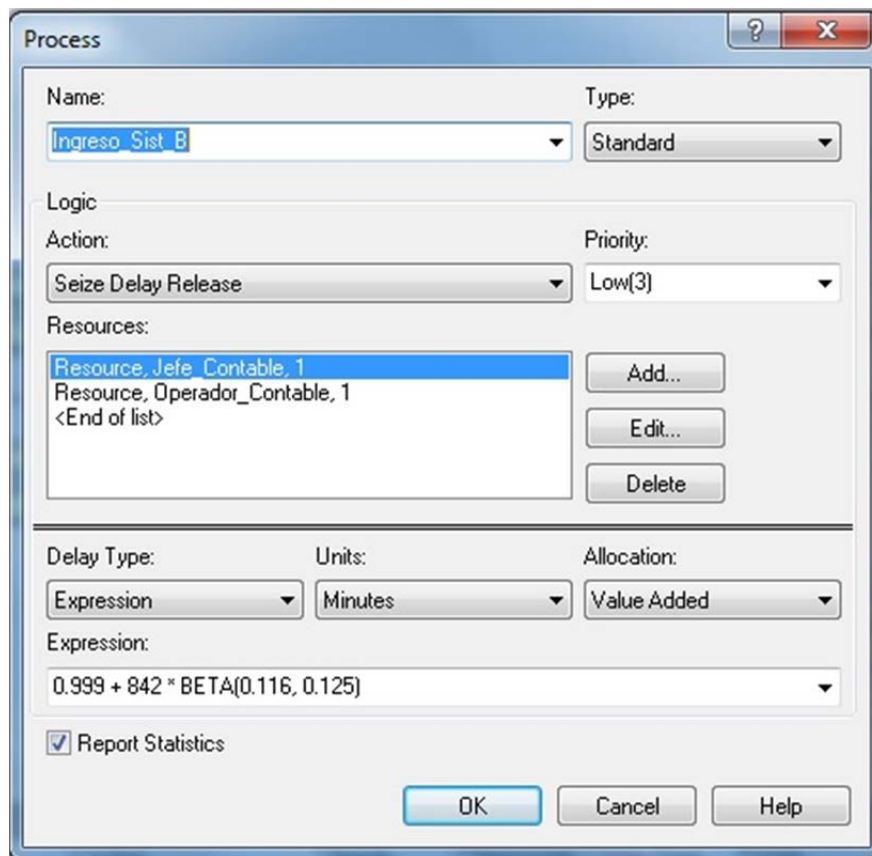
Luego de realizar el cotejo de la información, y si se advierte que esta factura no posee la información de respaldo para sustentar el cobro emitido por el proveedor. Para esto se recolecta lo más rápido posible la documentación de respaldo de la misma, teniendo que acudir a en primera instancia

Este proceso tiene una gran complejidad, porque se debe generar en enlace con quien solicitó el servicio u responsable del área, siempre cayendo en problemas de organización, logística, etc.

La representación del tiempo medio del proceso es la siguiente:

$$- 0.999 + 842 * \text{BETA}(0.116, 0.125)$$

A su vez, como recurso, en esta tarea trabajan de forma unida, el jefe contable y el operador. Debido a que es el jefe contable quien da la autorización para el ingreso de esta factura al sistema, tomando la responsabilidad de monitorear la recepción de la documentación pendiente.



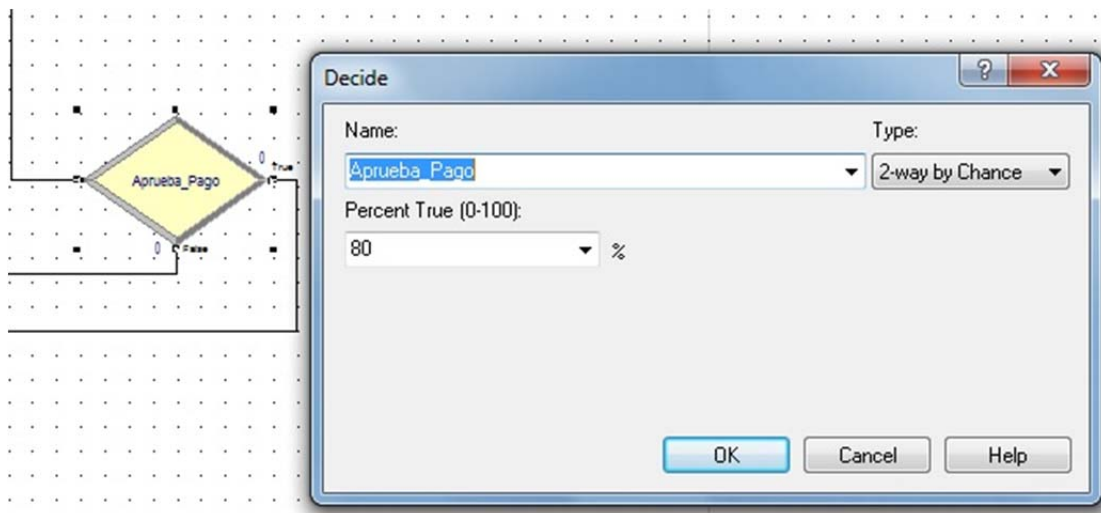
*Ilustración 24, Ingreso Auxiliar al sistema.*

*Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.*

### 5.1.7 Generación de Orden de Pago

Luego de que se completó el proceso de ingreso de las facturas al sistema contable, en donde se tiene adjunto el documento de pago, y la información que respaldará el proceso, se vuelve a analizar los documentos en el sistema, para cotejar si la información está correcta, y generar la orden de pago del documento.

En base al análisis de la realidad de la organización, se obtuvo que aproximadamente el 80% de los documentos posee los documentos necesarios para poder llevar a cabo el pago del documento, por lo tanto, esta etapa se representa en el sistema de la siguiente manera.



*Ilustración 25, Toma de decisión sobre aprobación del pago de la factura.*

*Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.*

### 5.1.8 Orden de Pago

El sistema muestra el nivel de cotejo de la factura, y a su vez que documentos respaldan la información de la factura, dando un enlace directo a todos los documentos, desde el requerimiento, respaldo de la solicitud, orden de compra aprobada y documento de recepción.

Así, si la factura cumple con las condiciones comentadas anteriormente, el tesorero dará orden de pago al documento.

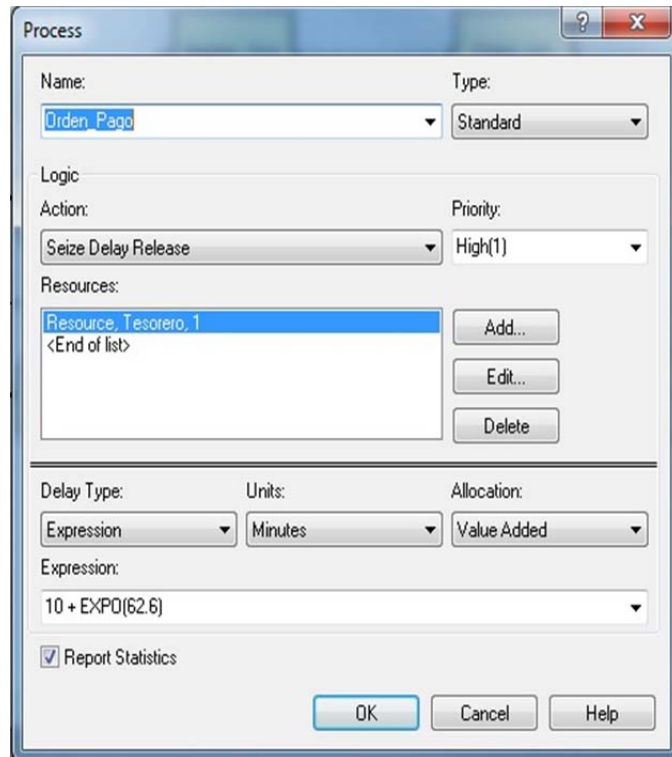


Ilustración 26, Representación del proceso de Orden de pago.

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

En este proceso de orden de pago, se expresa el tiempo con la expresión:  $10 + \text{Expo}(62.6)$ .

En este proceso, se definió como recurso al tesorero, persona que se necesita para realizarlo.

### 5.1.9 Cumplimiento de política de pago.

La política de pago de la empresa, es realizar el pago de los documentos a los 30 días de haberla recepcionado. Así, el operador contable deberá seleccionar todas las facturas asociadas que cumplan las condiciones para ser pagadas, pero, puede suceder que la factura obtenga la orden de pago, pero no cumplir con el tiempo prometido, para controlar esto, se tuvo que ingresar un control al modelo, por medio de los módulos assign.

Así, se tuvo que definir cuanto tiempo pasa para cada entidad, entre que es recepcionada, hasta que recibe la orden de pago, esto, en el modelo se expresa de la siguiente manera:

Luego del módulo que genera las entidades, se define el tiempo de entrada al modelo de cada entidad, por medio de la siguiente asignación:

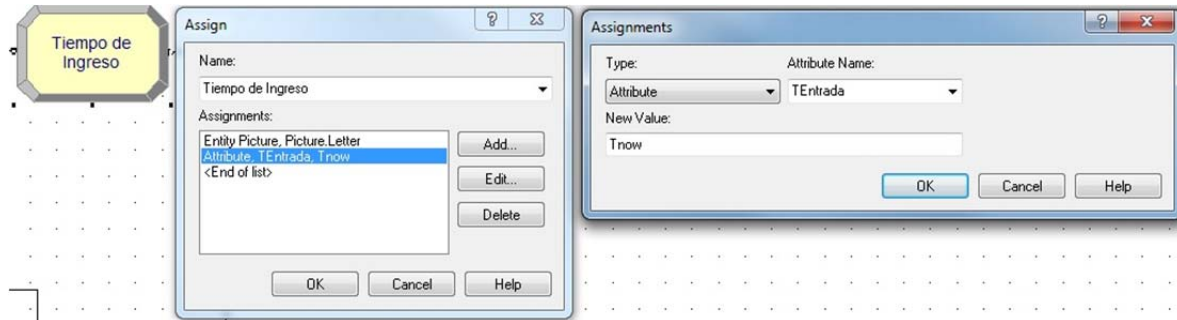


Ilustración 27, Asignación de Tiempo de Entrada

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

Para luego, definir el tiempo que cada entidad tardó en recorrer lo que va del modelo, desde el ingreso de la entidad al sistema, hasta que esta ha recibido la orden de pago por medio del tesorero, situación que se expresa en el modelo ingresando una nueva asignación, esta vez, luego del proceso de orden de pago, expresándose en el modelo de la siguiente forma:

- $T_{Actual} = T_{now} - T_{Entrada}$

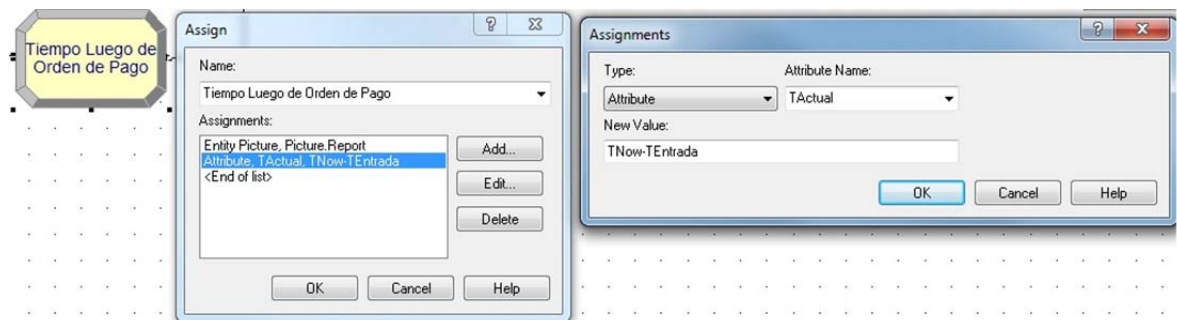
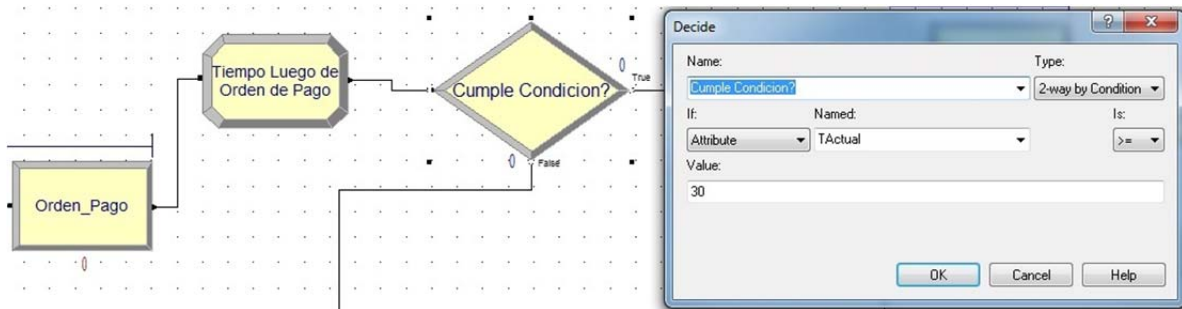


Ilustración 28, Asignación de tiempo a la Entidad luego de la orden de Pago.

Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.

Y, por último, luego de haber definido los dos tiempos, ingresamos, luego de la asignación de atributos ingresada luego del proceso de Orden de pago, un módulo de decisión, que designe, en base a una condición, si es que la factura cumple con la política de pago de 30 días.



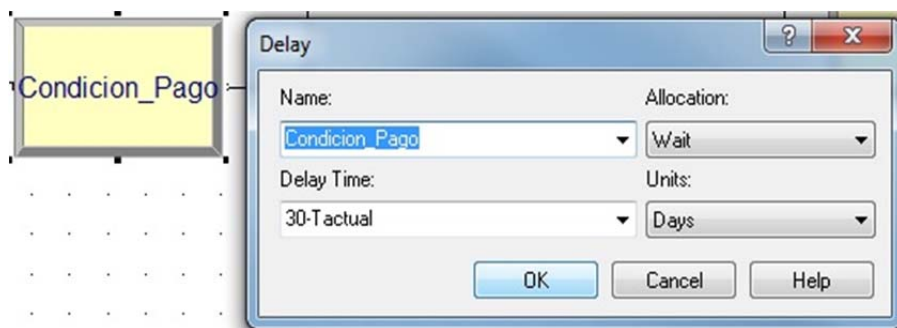
*Ilustración 29, Módulo de decisión en base a condición.*

*Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.*

Así, esta realidad, se expresó en el modelo de la siguiente manera:

- TActual (que se definió previamente como la diferencia entre el tiempo luego de la orden de pago, menos el tiempo de entrada de la entidad):  $TActual \geq 30$ .

Al “correr” la simulación del modelo, uno puede identificar, que en el transcurso de los primeros 30 días de simulación, ninguna entidad pasa a través de la salida verdadera del módulo de decisión, situación que se posibilita con un módulo de retraso o “Delay”. Dicho módulo se configuró de la siguiente manera:



*Ilustración 30, Módulo Delay.*

*Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.*

Así, se cumple el objetivo de identificar que esta entidad posee todos los documentos que respaldan su ingreso al proceso de nómina de pago, pero que aún no cumple con la política de pago de la empresa. Así, se configuró el módulo de retraso, con la orden de espera en base al tiempo de la siguiente manera:

- 30 (días) – Tactual.

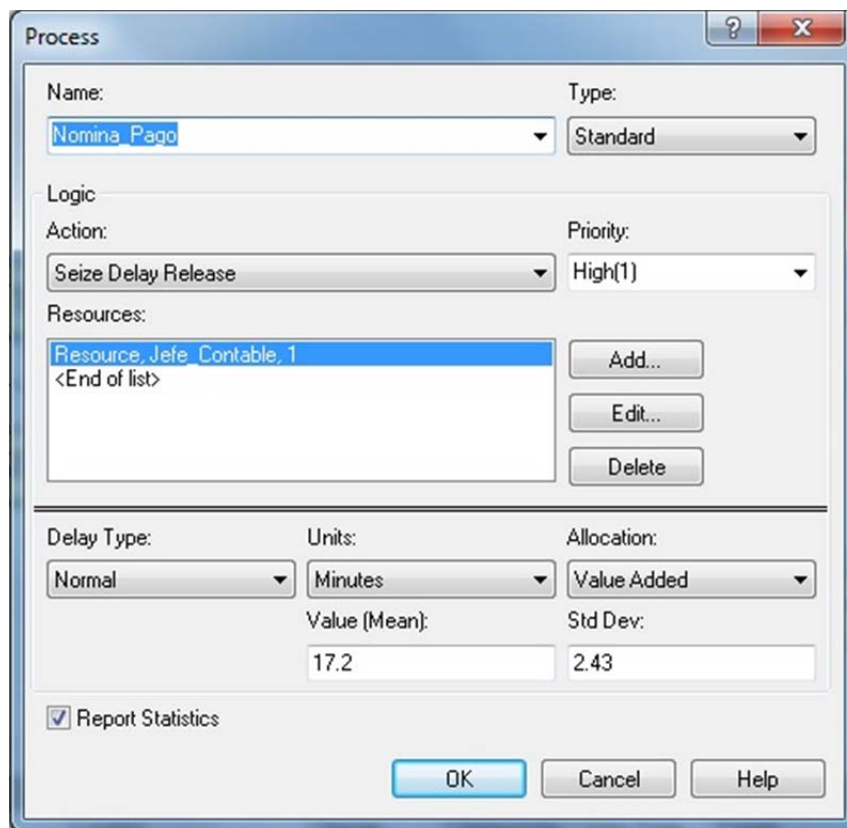
Identificando que la unidad de medida de este tiempo es en días.

Por lo tanto, de esta manera, cuando la entidad pase el módulo de decisión anteriormente descrito, podremos tener la seguridad que habrá cumplido la política de pago de la organización, y tendrá los atributos para pasar al proceso de nómina de pago.

### 5.1.10 Nómina de pago

En base a la información de orden de pago obtenida del proceso anterior, se genera el listado de los documentos que deberán ser pagados por la organización, identificando su información que ya se adjuntó en el proceso, y agregando:

- Centro de Costo.
- Categoría Contable
- Cuenta del proveedor
- E información individual del proveedor.



*Ilustración 31, Representación del Proceso de Nómina de Pago*

*Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.*

Con el fin de generar un detalle que sea analizable para la gerencia, quien realizará la última orden en base a la liberación de estos flujos.

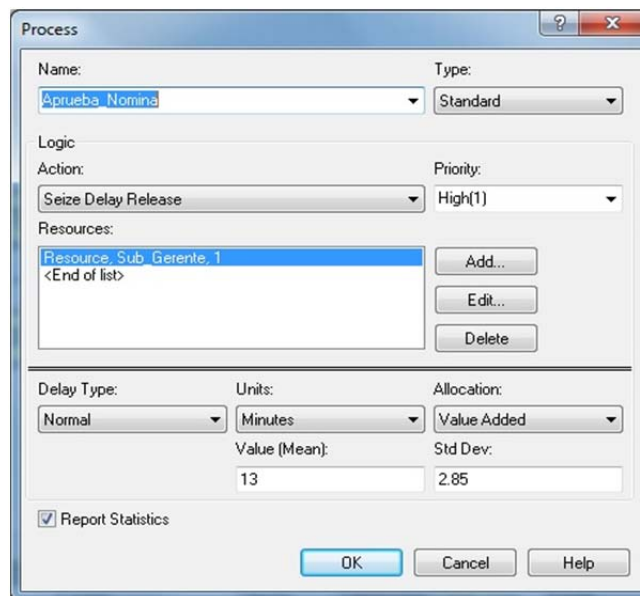
El responsable de este pago es el Jefe contable, quien se identifica como recurso del proceso, y el tiempo promedio de tardanza en esta tarea, por entidad se representa con una Normal, de media 17.2, y desviación estándar de 2.43 minutos.

### 5.1.11 Cotejo y Aprobación de subgerencia

Luego del comentado proceso, de generación de nómina de pago, el subgerente financiero coteja que lo emitido en la nómina de pago sea correcto, en base a este chequeo, se obtiene que 1 de cada 4 documentos de pago no cumple este requisito usualmente (números levantados desde el proceso empírico).

Esto, en base a diversas situaciones, tales como:

- a. Liberación de flujo.
- b. Relación con proveedores.
- c. Facilidades dadas por el proveedor.
- d. Nuevas Negociaciones con el proveedor.
- e. Entre otras

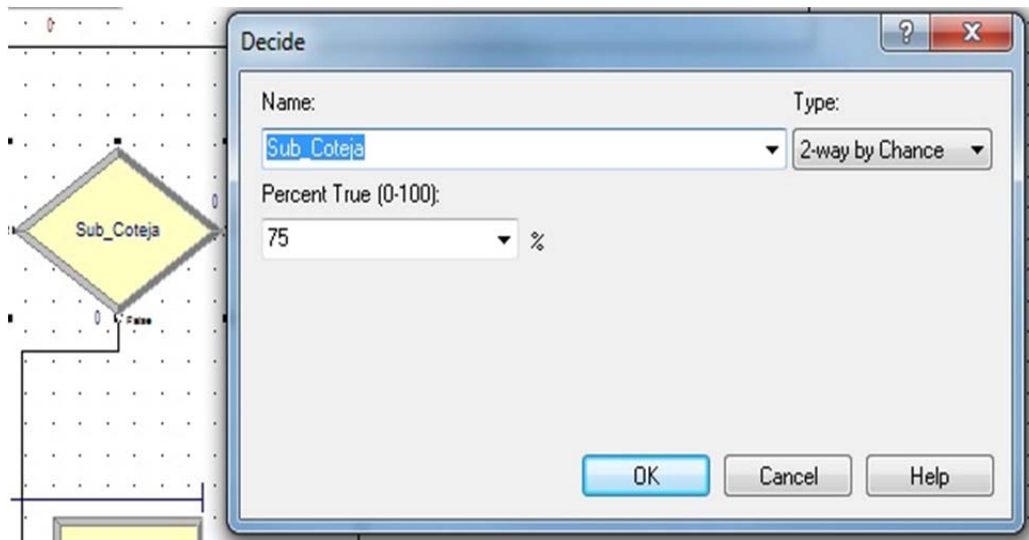


*Ilustración 32, Representación de la decisión de pago realizada por Subgerencia*

*Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.*

Así, como resumen se puede expresar que el tiempo promedio que tarda cada entidad es (13;2.85) minutos. Siendo regido por una distribución normal.

Como el 25 % de las entidades, no aprueba el proceso de aprobación de subgerencia, se representará esta situación con un módulo de decisión en la simulación global, de la siguiente manera:



*Ilustración 33, Módulo decisión que expresa la aprobación del Subgerente.*

*Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.*

Por ende, las entidades que toman el camino verdadero, pasarán al módulo “dispose”, el cual representa la liberación del pago por parte de subgerencia, y la consiguiente liberación del flujo monetario pre aprobado por tesorería. A su vez. Las entidades que no aprobaron el proceso anterior de aprobación por parte de subgerencia, pasarán al siguiente proceso anexo:

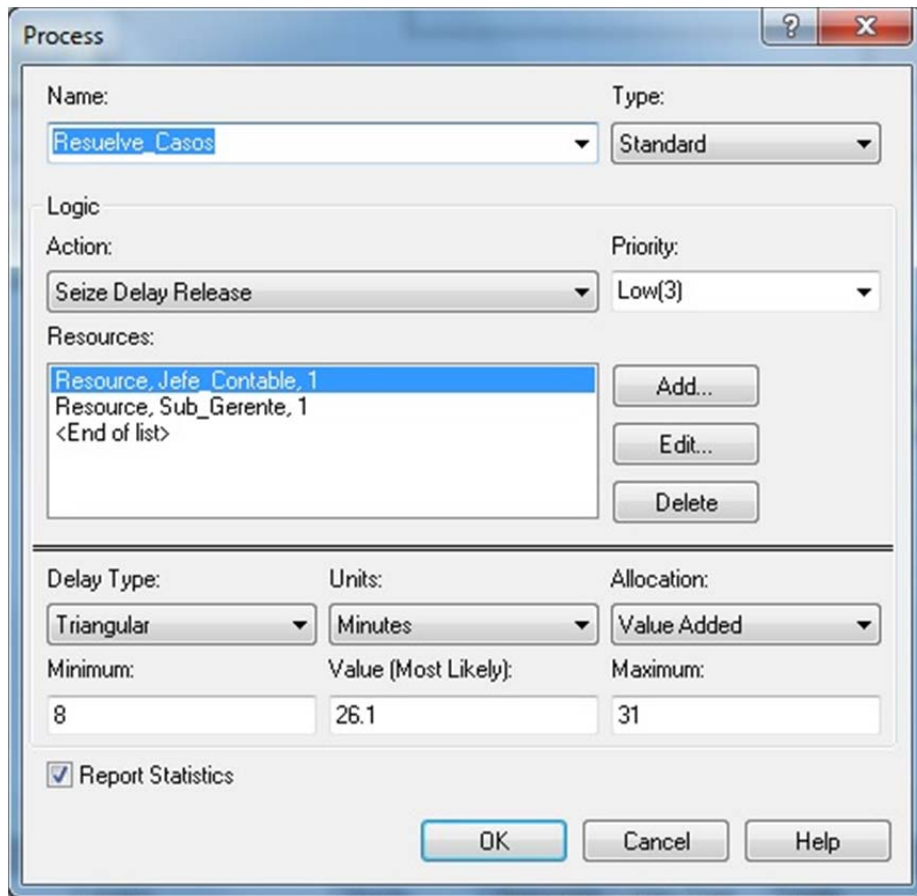
### **5.1.1 Resuelve Casos**

En este proceso anexo, el subgerente debe revisar la información adjunta de cada uno de los documentos que no cumplen las condiciones que se consideran básicas para que el documento sea aprobado en el pago. Debiendo instaurar comunicación con el Jefe contable, y así aclarar el motivo de su rechazo (en primera instancia) del pago de la factura del proveedor.

Por lo tanto, en este proceso interactúan dos recursos, que se definen como:

- I) El jefe contable
- II) Y el sub gerente comercial.

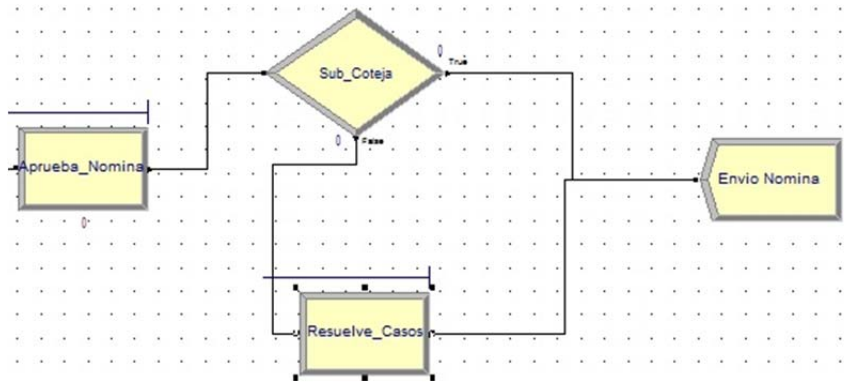
En donde ellos determinarán de forma final cuando se cumpla con estas obligaciones, considerando como razones distintos criterios bastante subjetivos, desde que la veracidad de la información de respaldo, hasta la situación corporativa, liquidez, relación con el proveedor, etc.



*Ilustración 34, Representación del proceso de Resolución de Casos.*

*Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.*

Así, el tiempo expresado de este proceso se representa con una distribución triangular (8;26.1;31). Minutos.



*Ilustración 35, Salida del proceso de Pago*

*Fuente: Diseño propio con Rockwell Arena.*

Por lo tanto, de esta manera, las entidades son enviadas al módulo dispose, que se representa como el envío de la entidad con aprobación de pago, dando la aprobación en el sistema contable para que automáticamente se genere el pago del documento a través de la entidad bancaria.

Culminando así la etapa del proceso en donde participa el departamento de contabilidad de Hochtief Chilena SA.

## Capítulo 6: “Resultados de la simulación de la Situación Actual”

Luego de realizar la simulación del modelo en el software arena, los resultados obtenidos al analizar el proceso de pagos al compararlos con el análisis real de la empresa, se puede expresar de la siguiente manera:

	Tiempo Total por Factura (Promedio Días )	Facturas Pagadas Mensuales (Entre Feb-15 y Abril-15)	Facturas recepcionadas Mensuales (Entre Feb-15 y Abril-15)
Situación actual Real	52.0	235	626
Situación actual Modelada	52.4	226	603
Real vs Actual	1%	-4%	-4%

Tabla 4, Comparación de Situación Actual y La modelada en Arena

Fuente: Elaboración propia.

Al momento de validar el modelo, visualizamos 3 variables que a grueso modo determinan la validez del modelo, estas son las expresadas en la *tabla 4*:

i. Tiempo Total Por Factura:

Esta variable se definió como el tiempo incurrido en el periodo suscitado entre que se realizó la recepción del documento, y la emisión del pago del mismo.

Al comparar los valores generados por la simulación del modelo y la investigación empírica realizada en la organización, se concluyó que hay una diferencia de un 1%.

ii. Facturas Pagadas Mensualmente:

Acá se analizó el valor de salida del modelo, lo que en la realidad es la cantidad de entidades pagadas a los proveedores. Al ser comparada la situación Real, con la modelada en el proceso, se obtuvo una diferencia de 9 entidades mensuales, lo que al generalizar el análisis, representa una diferencia del 4%.

iii. Facturas Recibidas

Como último parámetro de comparación entre la situación real y el modelo de simulación expuesto, se propuso las entradas de facturas al sistema de pago, acá se tuvo una diferencia entre la situación real y la modelada de un 4%.

Por lo que en conclusión, luego de analizar los datos representados en la *tabla 4*, se puede expresar que los datos simulados en el modelo en arena, tienen un nivel de error menor al 5% definido al comienzo de la investigación, aportando un nivel de confianza suficiente al modelo, respaldando la

significancia del mismo, y validando los estudios que se puedan realizar a partir de él.

Luego de entender que la comparación macro del modelo y la situación actual, tiene un nivel de significancia suficiente. Es conveniente el desglose de este análisis, así, al analizar la diferencia entre la situación actual y la representada en el modelo, esta vez por proceso, se puede se refleja de la siguiente manera.

<b>Tiempo Promedio por Procesos por Entidad</b>	<b>Situación Real</b>	<b>Modelo</b>	<b>Diferencia</b>
Separar por Obra	14.2	13.1	1.2%
Cotejo de Información	25.0	25.4	-0.4%
Ingreso a Sistema Contable	16.0	16.1	-0.1%
Ingreso Extraordinario al Sistema	350.0	352.2	-2.2%
Orden de Pago	72.4	74.7	-2.3%
Generación de Nómina de Pago	17.1	17.1	0.0%
Aprobación de Nómina	13.0	13.0	0.0%
Resuelve Casos	26.1	21.8	4.3%
<b>Tiempo Promedio Total</b>	<b>533.8</b>	<b>533.3</b>	<b>0.4%</b>

*Tabla 5, Diferencia de Tiempo Promedio por Entidad entre Situación Real y Modelo. (Sin esperas).*

Fuente: Elaboración propia.

Comparados los tiempos promedio de los procesos sin esperas, se puede concluir que el modelo, en ningún proceso presenta una diferencia mayor al 2.3%, generando una diferencia acumulada del 0.4%, concluyéndose de igual manera que el análisis anterior, que el modelo tiene un nivel de significancia suficiente para validar el modelo y generar confianza en base a las posteriores investigaciones que se desarrolle a partir del modelo, ya que permanece bajo el 5%.

Cabe mencionar que cuando el proceso presenta colas, los valores totales del proceso se amplifican, pero solo por concepto de espera, sin que esto conlleve en que se tenga que aportar un nivel de trabajo mayor al sistema, sin afectar el análisis expresado en este capítulo, por ende se concluye que el modelo posee la valides necesaria para poder continuar el estudio basado en él.

Así mismo, para corroborar que la simulación planteada está correcta, y así minimizar el margen de error del modelo, se procede a la verificación del mismo. Utilizando la estrategia de *chequeo de las relaciones lógicas*, según lo expresado en el paper de Validación y Verificación publicado por la Universidad de Pereira (Pereira, 2015). Para esto se realizó la revisión paso a paso junto al Jefe contable

de la sucesión de los procesos en el modelo de simulación, analizando los datos levantados, como la distribución de los tiempos ingresados, los recursos que participan en cada uno de los procesos, el modelo analítico utilizado y las políticas de pago que posee la organización para sus proveedores.

## Capítulo 7: “Estudio de Escenarios Posibles”

Luego de que en el capítulo anterior se realizara la validación del modelo en la situación actual que presenta la organización, ahora se puede utilizar de manera bastante eficaz los recursos que nos entrega el software arena para poder determinar cuáles son los recursos que presentan mayor uso, y por su parte, donde se presentan las mayores colas.

En primera instancia, se analizará el nivel de uso de los recursos que presenta la organización en el proceso global de pagos:

Uso de Recursos	
Recurso	% Promedio
Ayudante Contable	99.99%
Operador Contable	92.08%
Jefe Contable	98.75%
Tesorero	79.21%
Sub_Gerente	21.19%

*Tabla 6, Nivel de Uso de Recursos en la situación actual del Proceso de Pagos.*

Fuente: Elaboración propia.

Así, al analizar los datos de la *tabla 6* se puede determinar rápidamente el nivel de tareas y ocupamiento que tienen las personas que trabajan en el departamento de contabilidad. Solo en el proceso de pagos ocupan más del 90% del tiempo de trabajo diario.

En base a este dato, podemos determinar que en primera instancia, el aporte de una nueva persona (en cualquiera de las 3 primeras posiciones de contabilidad) sería de gran ayuda para el dinamismo y la optimización de los procesos dentro del departamento, generando a posteriori un menor tiempo de respuesta, y mejorando las relaciones con los proveedores.

Lo anteriormente comentado, se reafirma cuando se analizan los datos de utilización Agendada (scheduled utilization) del mismo reporte de uso de recursos de arena que son expuestos en la *tabla 7*.

Por lo tanto, la información que se extrae de la *tabla 6 y 7* respaldará los escenarios a proponer de este capítulo, escenarios que se propondrán a continuación:

Utilización de Recursos Agendada	
Recurso/Cargo	% Promedio
Ayudante Contable	99.99%
Operador Contable	92.08%
Jefe Contable	98.75%
Tesorero	79.21%
Sub_Gerente	21.19%

*Tabla 7, Utilización de Recursos Agendada*

Fuente: Elaboración propia.

- a) **Escenario 1:** Incorporación de un nuevo ayudante, el cual realice una de las 2 actividades llevadas a cabo por el actual ayudante, ya sea la separación por obra u el cotejo de información.
- b) **Escenario 2:** Incorporación de un nuevo Operador contable, que de igual manera que en el escenario anterior, tome parte de las actividades que lleva a cabo hoy en día el operador contable que está en la organización.
- c) **Escenario 3:** Debido a que no se “puede” tener un departamento con dos jefes contables, incorporar al subgerente de administración de mayor manera en el proceso contable, haciendo que este tome en su alcance la generación de la nómina de pago que hoy en día realiza el jefe contable, liberándolo un poco y pudiendo generar un nivel mayor rapidez en el proceso.

En base al agendamiento de los recursos, y el uso instantáneo esos 3 escenarios son los que saltan a la vista, debido al nivel de uso que tienen, pero además de estos, cabe mencionar que el tesorero también posee un nivel de uso particularmente alta en el proceso, así un escenario propuesto:

- d) **Escenario 4:** Incorporación de un operador contable senior, el cual pueda liberar de sus actividades al jefe contable en el proceso de nómina de pago, pero sin que se muevan los otros participantes del proceso.

- e) **Escenario 5:** Realizar la incorporación de un ayudante, y realizar la unificación de los procesos de separar por obra y cotejo de información.

Por lo tanto estos serán los escenarios a analizar en el modelo, para poder generar conclusiones en búsqueda de mejoras concretas para la organización.

## Capítulo 8: “Estudio de Escenarios Posibles y Propuestas de Mejora”

### 8.1 Estudio de Escenarios Posibles

De los escenarios propuestos, y sus resultados en lo que en tiempos se refiere, es el siguiente:

Escenario	Tiempo de Procesos	Tiempo Espera	Tiempo Total	Entrada Entidades	Salida Entidades
<b>Escenario 1</b>	0.35	48.99	49.34	790	233
<b>Escenario 2</b>	0.38	44.12	44.50	610	238
<b>Escenario 3</b>	0.40	66.64	67.05	594	169
<b>Escenario 4</b>	0.37	52.20	52.57	602	250
<b>Escenario 5</b>	4.23	55.01	59.24	620	15

*Tabla 8, Comparación de tiempos, entradas y Salidas del sistema en los Escenarios de modificación propuestos.*

Fuente: Elaboración propia.

Así, podemos concluir, que de los escenarios propuestos en la *tabla 8*, hay dos que en base a la incorporación de un trabajador más al modelo, mejoran de manera sustancial los resultados del mismo.

Por ende nos adentraremos, en el análisis de esta situación, comparando al escenario 1, y 2, con la situación actual, expresándolo en la *tabla 9*.

Escenario	Tiempo de Procesos	Tiempo Espera	Tiempo Total	Entrada Entidades	Salida Entidades
<b>Situación Actual</b>	0.39	52	52.41	603	226
<b>Diferencias entre situación actual y Escenarios</b>					
<b>Escenario 1</b>	-0.04	-3.04	-3.07	186.92	7.33
<b>Escenario 2</b>	-0.01	- 7.91	-7.91	7.00	12.33

*Tabla 9, Comparación de los Escenarios con mejores resultados, y la situación actual.*

Fuente: Elaboración propia.

Tabla de la cual se desprende, que si bien los escenarios propuestos son los escenarios en donde se logra una mejora en los tiempos totales del proceso, estos se originan en base a distintos aspectos, que se conocerán a continuación. Siendo

los 2 escenarios dignos de analizar económicamente, debido a que estos 2 escenarios presentan mejoras en los tiempos de valor agregado y de tiempos de cola. Aunque de manera preliminar, al momento de analizar la búsqueda del objetivo primario de la organización, el escenario 2 sería el que responde de mejor manera al objetivo primario de la investigación.

## 8.2 Propuestas de Mejora.

En base al análisis macro realizado en el apartado anterior, se generará un análisis más profundo de los escenarios que mostraron resultados positivos a los cambios, para poder realizar una toma de decisión más completa como respuesta al problema:

### a) Escenario 1:

En el escenario n°1, manteniendo las condiciones actuales del proceso, se incorporaría un nuevo ayudante contable, quien tomaría la responsabilidad de realizar una de las dos tareas que hoy en día él realiza (Separar por obra-Cotejo de información). Así, se ingresaría un nuevo recurso al modelo, diferenciándolo como ayudante1, y ayudante2.

Proceso	Situación Modelada			Escenario 1			Diferencia
	Va Time	Wait Time	Total Time	Va Time	Wait Time	Total Time	
Separar por Obra	0.02	14.10	14.12	0.02	0.00	0.00	-100%
Cotejo de Información	0.05	14.20	14.25	0.05	5.70	5.70	-60%
Ingreso a Sistema Contable	0.03	5.90	5.93	0.03	7.40	7.40	25%
Ingreso Extraordinario al Sistema	0.80	37.20	38.00	0.78	45.30	46.10	21%
Orden de Pago	0.13	25.80	25.93	0.14	30.10	30.20	16%
Generación de Nómina de Pago	0.03	0.50	0.53	0.03	0.30	0.30	-44%
Aprobación de Nómina	0.02	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	-100%
Resuelve Casos	0.05	2.60	2.65	0.05	0.20	0.20	-92%
<b>Totales</b>	<b>1.13</b>	<b>100.30</b>	<b>101.40</b>	<b>1.12</b>	<b>89.00</b>	<b>90.10</b>	<b>-11%</b>

Tabla 10, Comparación por Proceso de Situación actual y Escenario 1.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla n° 10 se puede apreciar el efecto de la inyección de un nuevo recurso al proceso de pagos, minimizando de sobremano el tiempo de espera para las entidades, minimizando las colas, y generando efectos positivos en la primera parte del modelo.

La mayor diferencia se produjo en los primeros dos procesos, debido a que ahí se localizó al segundo ayudante, liberando al ayudante que ya se tenía, generando una mejora en cadena a todo el proceso. Esto, se puede ver ejemplificado en el

uso de los recursos de este escenario, comparados con la situación anterior ejemplificados en la *tabla 11*.

Así, se puede concluir que se obtuvo en la totalidad del proceso una baja en torno al 11% de los tiempos de los procesos, lo que se traduce en una baja en el tiempo promedio de pago de cada uno de los documentos en torno al 5.86%, o lo expresado en la tabla 9, que se traduce en 3.07 días.

Uso de Recursos	Situación Actual	Escenario 1	%
Ayudante Contable	0.9999	1.4672	47%
Operador Contable	0.9812	0.9955	1%
Jefe Contable	0.9254	0.7666	-17%
Tesorero	0.7728	0.7913	2%
Sub Gerente	0.2119	0.2004	-5%

*Tabla 11, Comparación de Uso de Recursos Entre Situación Actual y Escenario 1*

Fuente: Elaboración propia.

b) Escenario N°2:

En el escenario n°2, de igual manera que en el anterior, no se modificó ninguna de las atribuciones del modelo, pero lo que se hizo, fue ingresar un nuevo operador contable, con la idea de facilitar la tarea del operador contable que trabajaba en la situación actual, en búsqueda de analizar su efecto en el modelo en sí. Esto, generó la siguiente situación, que se expresa en la *tabla 12*:

Proceso	Situación Modelada			Escenario 2			Diferencia
	Va Time	Wait Time	Total Time	Va Time	Wait Time	Total Time	
Separar por Obra	0.02	14.10	14.12	0.02	14.01	14.04	-1%
Cotejo de Información	0.05	14.20	14.25	0.05	13.92	13.97	-2%
Ingreso a Sistema Contable	0.03	5.90	5.93	0.03	0.00	0.03	-99%
Ingreso Extraordinario al Sistema	0.80	37.20	38.00	0.75	34.11	34.86	-8%
Orden de Pago	0.13	25.80	25.93	0.13	10.02	10.15	-61%
Generación de Nómina de Pago	0.03	0.50	0.53	0.03	0.59	0.62	16%
Aprobación de Nómina	0.02	0.01	0.03	0.02	0.00	0.03	-17%
Resuelve Casos	0.05	2.60	2.65	0.04	65.59	65.63	2378%
	<b>1.13</b>	<b>100.31</b>	<b>101.44</b>	<b>1.08</b>	<b>138.25</b>	<b>139.33</b>	<b>37%</b>

*Tabla 12, Comparación por Proceso de Situación actual y Escenario 2.*

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 12 muestra dichos resultados que, al ser comparados con la situación modelada actual cumplen el objetivo de la investigación, muestran posibles problemas a futuro.

Si bien, provocó un efecto muy positivo en el proceso de ingreso de documentos al sistema contable, provocó importantes colas en un sector del modelo (*Proceso de resolución de casos*). Pero, como el sistema de pagos, está diseñado de forma de mantener un valor promedio lo más bajo posible, y este cambio, en si buscaba lo mismo, generó un uso mayor en el resto de los recursos.

Uso de Recursos	Situación Actual	Escenario 2	%
Ayudante Contable	1.000	1.000	0%
Operador Contable	0.981	1.046	7%
Jefe Contable	0.925	0.992	7%
Tesorero	0.773	0.998	29%
Sub Gerente	0.212	0.201	-5%

Tabla 13, Comparación de Uso de Recursos Entre Situación Actual y Escenario 2

Fuente: Elaboración propia.

Esto se puede ver reflejado en la *tabla 13*, en donde se puede ver el efecto en el uso positivo del resto de los recursos del modelo con el ingreso de un segundo operador contable, esto al ser analizado en números generales, concluye en que los tiempos totales por proceso aumentaron en un 37% (debido a una cola producida en el proceso de resolver problemas), pero el tiempo promedio de pago por cada entidad bajó en un 15.1%, eso se traduce en 7.91 días menos de proceso de pago promedio por entidad.

Por último, cabe mencionar que se realizó un análisis del flujo de las entidades por el sistema, este análisis se expresa en la *tabla 14*, y generará otro punto de vista de los 2 escenarios modelados, y como estos cambios harán reaccionar la situación del modelo de pago de la organización:

Análisis de Entidades	Situación Actual	Escenario 1	%	Escenario 2	%
Facturas Recibidas	603	790	31.01%	610	1.16%
Facturas Pagadas	226	233	3.24%	238	5.46%

Tabla 14, Análisis del Flujo de las Facturas por el sistema de pago en cada Escenario comparados con la situación actual.

Fuente: Elaboración propia.

Así, se pudo obtener como conclusión, que el escenario que mejor respondió a los cambios hechos en base a su comparación con la situación actual, fue el escenario N°2, el cual aumentó en un 5.46% la cantidad de entidades que pasaron por el proceso de pago, el escenario número 1, también fue positivo, aumentando su productividad en un 3.24%.

Pudiendo generar como conclusión, que a pesar de que los dos escenarios se muestran con un efecto positivo hacia el proceso de pago, siendo opciones de cambio. El escenario N°2 tiene una ventaja de aproximadamente un 9,24% por sobre el escenario N°1.

## Capítulo 9: “Estudio Económico de los Escenarios Propuestos”

Al momento de analizar económicamente, es conveniente mencionar que si bien se debe apuntar al cambio entre los ingresos y egresos que provocará cada una de las medidas propuestas en el capítulo anterior. En este caso, la mejora en la tardanza promedio del pago de cada una de los documentos a los proveedores de la empresa tiene un valor intangible, debido a que no se puede cuantificar empíricamente (sin mencionar el efecto de ciertas penalidades o intereses), pero si se entiende que este valor es bastante alto e importante, debido a que genera un círculo virtuoso/vicioso entorno a la gestión y el nombre de la organización.

Así, la voluntad de los proveedores para negociar Hochtief será mayor y a priori se podrá estrechar las relaciones comerciales con los proveedores, en pro de:

- a) Minimizar precios.
- b) Mejorar políticas de pago o créditos.
- c) Apuntar a una mejor en las materias primas.
- d) Mejor negociación de entregas.

Lo que si podemos hacer, y se realizará en el presente capítulo será el efecto en los egresos de la organización, en base a cada uno de los escenarios propuestos, lo que se puede expresar de la siguiente manera:

Escenario	Cargo	Costo Empresa	Días de Mejora	% de Baja en Tiempos	Costo por Día de Baja
Escenario 1	Ayudante	927,917	3.07	6%	302,174
Escenario 2	Operador Contable	1,175,457	7.91	15%	148,574

*Tabla 15, Costo Asociado por Incorporación de personal en base a cada escenario, y su impacto en el proceso de pagos.*

Fuente: Elaboración propia.

Vale decir, que el costo de operación de todo el sistema de pago es del modo (suma alzada), por ende, su costo no se cuantifica por “hora”, sino que es en base a la remuneración mensual de los trabajadores.

Además, de poseer como propiedad el artículo 22 (Chile) del código del trabajo, por ende no se emitirá pago por posibles horas extras en su jornada, no habiendo una variabilidad en su remuneración mensual, más allá de los efectos del IPC (Estadísticas, 2015), que para este análisis son marginales.

Así, el análisis que se puede desprender de la información aportada por la *tabla N°14*, que de los datos expuestos, el valor que primero llama la atención es que el ingreso de un ayudante a la organización sería más barato, debido a que su costo empresa unitario es menor, el cual generaría una mejora en torno al 6% en los tiempos totales de respuesta del sistema, pero, a su vez al tomar el efecto en el modelo, su mejora en días, y su costo directo, se puede decir, que llevar a cabo el escenario número 2 será la mejor decisión, debido a que, al tomar su mejora directa en días y compararlo con su costo, será el más barato, alcanzando un valor de 148.574 pesos de mejora directa por día, impactando directamente en la gestión de la empresa con una baja casi 8 días, lo que refleja un 15% en los tiempos totales.

Al proyectar mensualmente el costo empresa de este nuevo integrante a la organización, y analizar el impacto en el presupuesto mensual del departamento, el efecto es el expresado en la *tabla 16*.

Cargo	Presupuesto Mensual							
	Situación Actual		Escenario N°1			Escenario N°2		
	Cant	Costo	Cant	Costo	%	Cant	Costo	%
Ayudante	1	927,917	2	1,855,834	100%	1	927,917	0%
Operador	1	1,175,457	1	1,175,457	0%	2	2,350,914	100%
Tesorero	1	2,662,157	1	2,662,157	0%	1	2,662,157	0%
Jefe Contable	1	2,785,957	1	2,785,957	0%	1	2,785,957	0%
Sub-Gerente	1	2,909,758	1	2,909,758	0%	1	2,909,758	0%
<b>Total</b>		10,461,246		11,389,163	9%		11,636,703	11%

*Tabla 16, Presupuesto actual del departamento de Contabilidad, y el Efecto de ambos escenarios en él mensualmente.*

Fuente: Elaboración propia.

Pudiendo concluir, que ambos escenarios impactarán de manera importante a nivel de porcentaje el presupuesto mensual del departamento, con un 9% y 11% respectivamente. Pero, al ser el departamento tan acotado (solo cuatro integrantes), cualquier ingreso a la organización, generará una variación de porcentaje importante. Pero, al mencionar los contratos que hoy en día posee la organización (Entorno a los 6 millones de UF), este impacto del 9% u 11% en un departamento, es considerado marginal.

A su vez, la diferencia mensual cuantificada entre los dos escenarios propuestos asciende a los 247.540 CLP, lo que anualmente no alcanzará una diferencia más allá de 3 millones CLP (2.970.480).

## Capítulo 10. Conclusiones

En el transcurso de todo este trabajo de investigación, se tuvo como directriz la minimización de los tiempos de pago de facturas de Hochtief Chilena, la cual, desde hace un tiempo arrastra un problema con la respuesta a sus proveedores en este tipo de acciones. Así al recapitular se puede concluir que la investigación alcanzó su principal objetivo, el cual era diseñar un modelo de simulación que permitiera determinar los tiempos actuales de pago a los proveedores de la Hochtief chilena, y a partir de ahí realizar propuestas de mejora para garantizar el cumplimiento a los proveedores generando así una baja en la tardanza en la respuesta a los proveedores

Así, luego de levantar los procesos de la situación actual, definiendo los parámetros del modelo de simulación, se logró recolectar la información necesaria para la modelar la simulación de la situación actual de la organización. Pudiendo, probar, verificar y validar el modelo. Pudiendo así estar en una posición óptima para proponer un estudio de escenarios posibles, que tenían como objetivo primordial la mejora del tiempo de pago de las obligaciones de Hochtief.

Ante esto se obtuvo que de los escenarios propuestos, el escenario más factible/viable es la incorporación de un operador contable, el cual, tenga el conocimiento general de las responsabilidades que existen en el departamento, y que apoye en sus tareas al actual operador, para que en conjunto, puedan dar una respuesta más ágil a la cantidad de documentos de pago recibidos por la organización.

Esta mejora, como se mencionó en el capítulo anterior, es la más cara (a nivel de monto directo), pero al compararse con su efecto en el modelo, llega a costar casi la mitad (49%) por día mejorado que la propuesta del escenario número 1, teniendo como costo unitario por día mejorado de solo 148,574 CLP. Generando un tiempo de pago promedio mucho más aceptable que la situación actual, mejorando directamente la gestión de la empresa, siendo una propuesta fácil de realizar, con un costo anual directo que no sobrepasa los 3 mio CLP, lo que es un valor marginal al compararse con los montos de contrato que maneja la organización, siendo totalmente poco costosa al compararse con su efecto directo en la relación con los proveedores.

## Capítulo 11. Bibliografía

*La Gran Enciclopedia de Economía*. (2006). Recuperado el 22 de Octubre de 2015, de [www.economia48.com](http://www.economia48.com): <http://www.economia48.com/spa/d/acuracidad/acuracidad.htm>

Chile, G. d. (s.f.). *Dirección del Trabajo*. Recuperado el 25 de Octubre de 2015, de <http://www.dt.gob.cl/consultas/1613/w3-article-60067.html>

Estadísticas, I. N. (12 de Noviembre de 2015). *Instituto Nacional de Estadísticas*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2015, de [http://www.ine.cl/canales/elemento\\_persistente/preguntas\\_frecuentes/preguntas\\_frecuentes.php](http://www.ine.cl/canales/elemento_persistente/preguntas_frecuentes/preguntas_frecuentes.php)

Fabregas, A. (2003). *Simulación de Sistemas Productivos con Arena*. Barranquilla, Colombia: Ediciones Uninorte.

Montgomery, D. (2002). *Probabilidad y Estadística Aplicadas a la Ingeniería*. . Limusa Wiley.

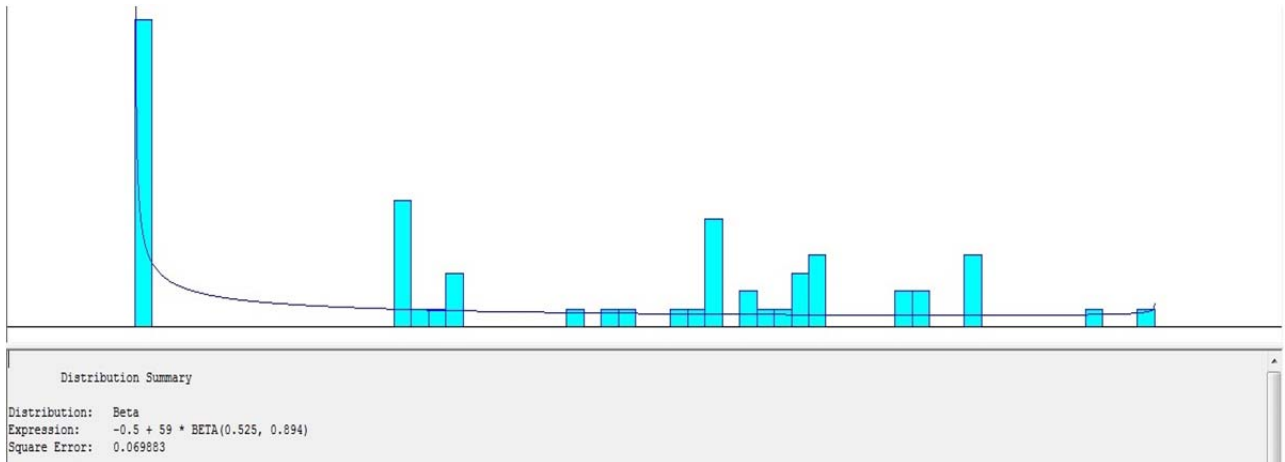
Pereira, U. -U. (12 de Noviembre de 2015). *Unidades Virtuales*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2015, de [univirtual.unicauca.edu.co/moodle/pluginfile.php/.../0/.../tema6.pdf?](http://univirtual.unicauca.edu.co/moodle/pluginfile.php/.../0/.../tema6.pdf?)

Sisson, T. (25 de Mayo de 2015). *Arena Tutorials*. Recuperado el 25 de Octubre de 2015, de Arena Tutorials: <https://www.youtube.com/channel/UCZE0IK6yYFmgPYiyl8PDdQg/feed>

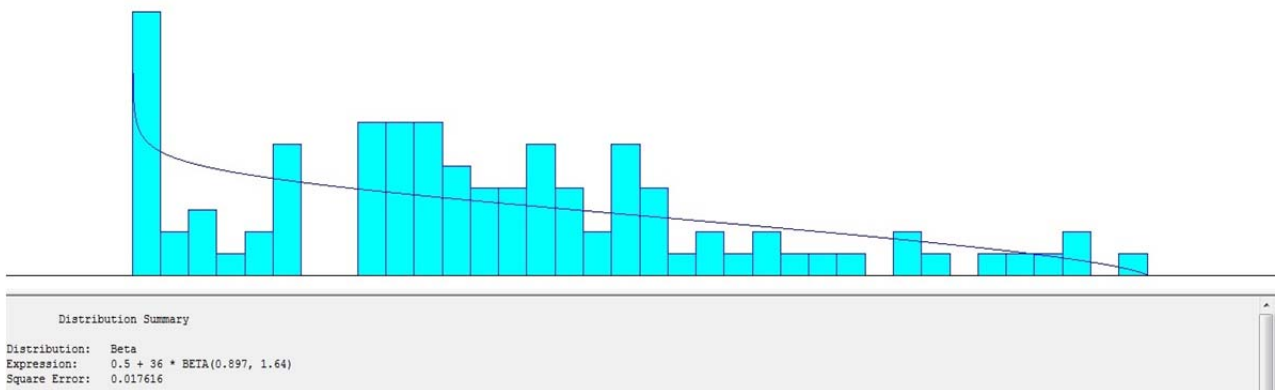
## Anexos.

### I. Distribución de tiempos ingresados a Arena Rockwell, utilizando Input Analyzer.

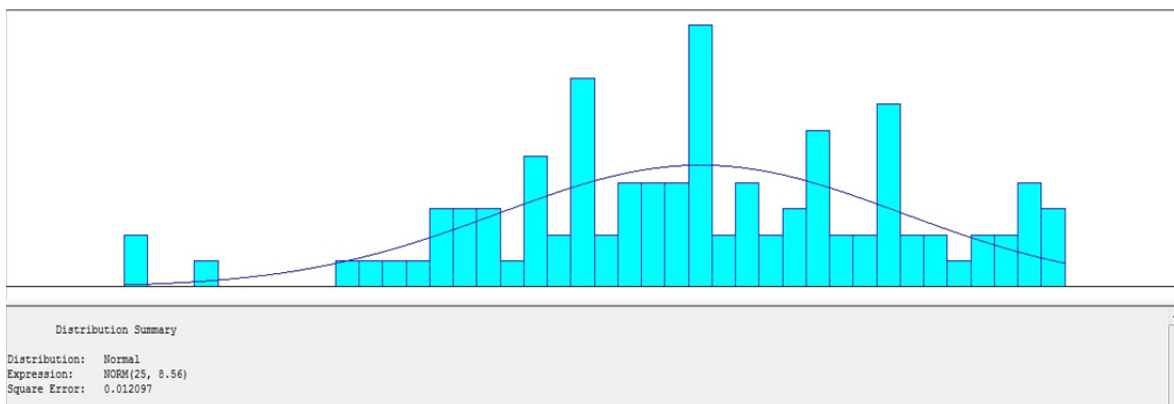
a) Recepción de Documentos:



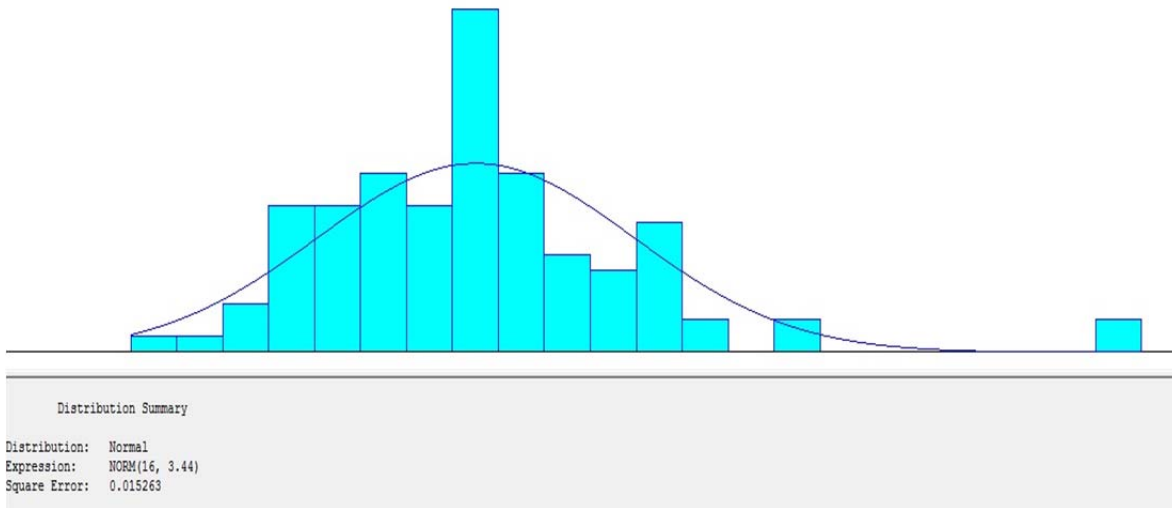
b) Separación por Obra:



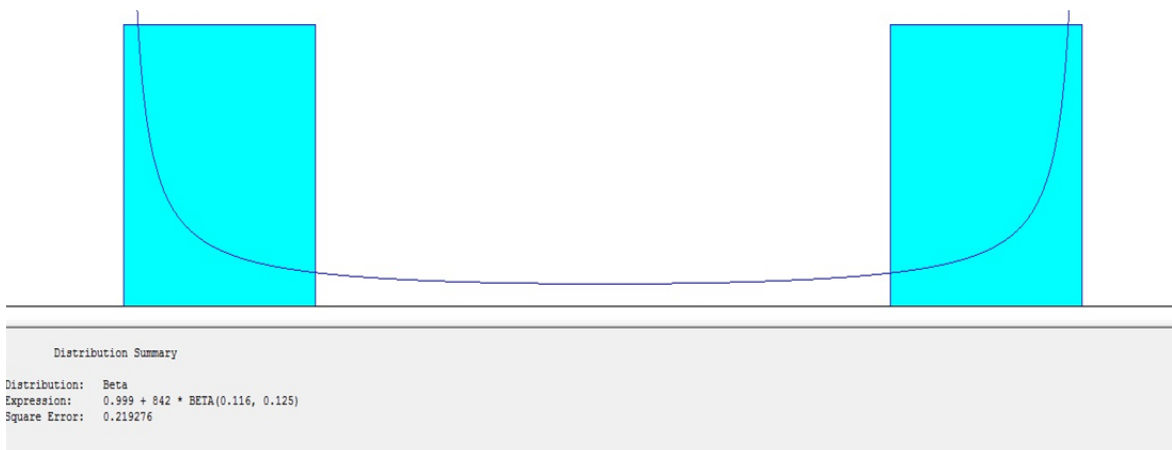
c) Cotejo de Información



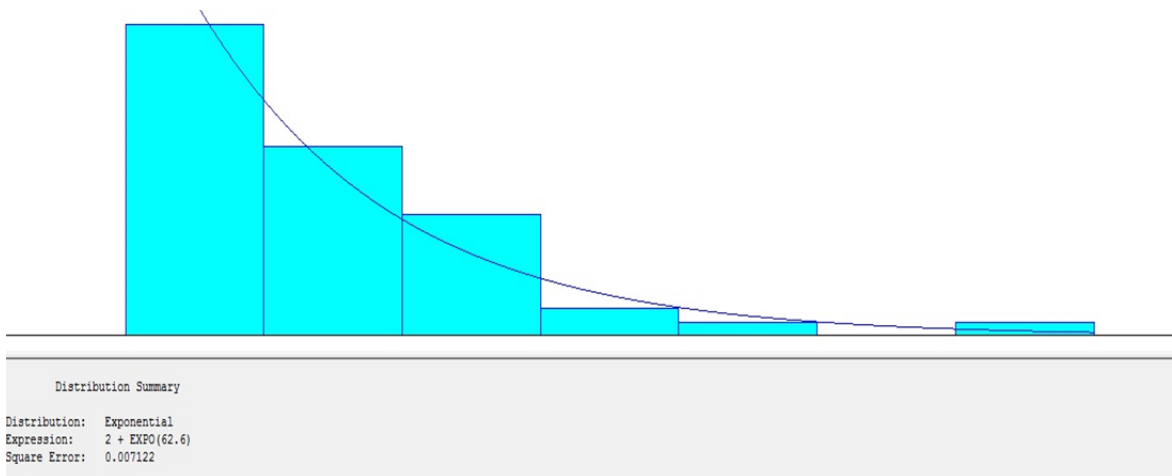
d) Ingreso al Sistema Contable



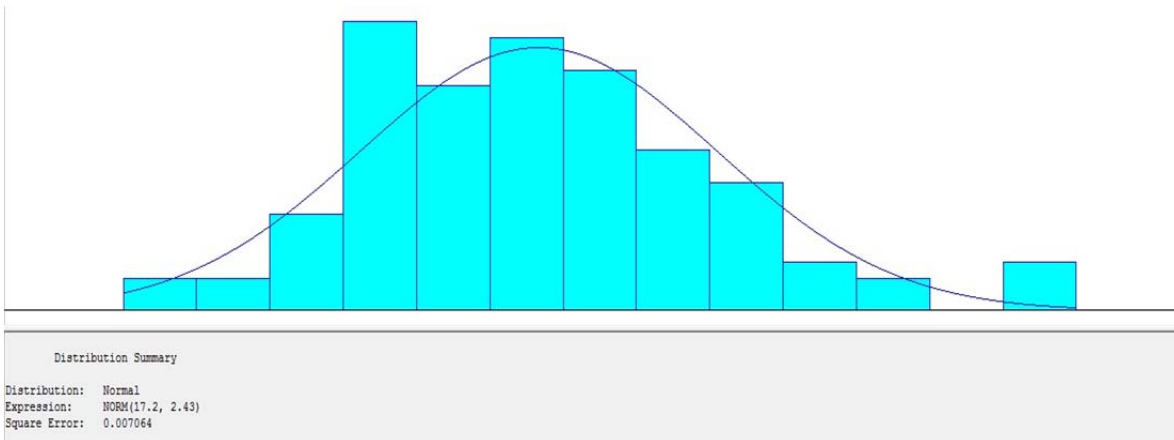
e) Ingreso Auxiliar al Sistema Contable



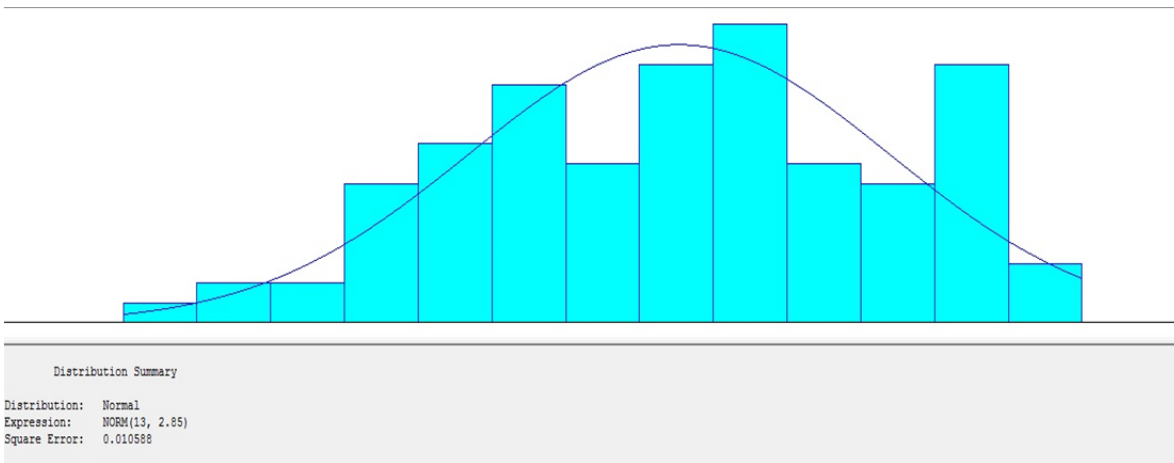
f) Orden de Pago



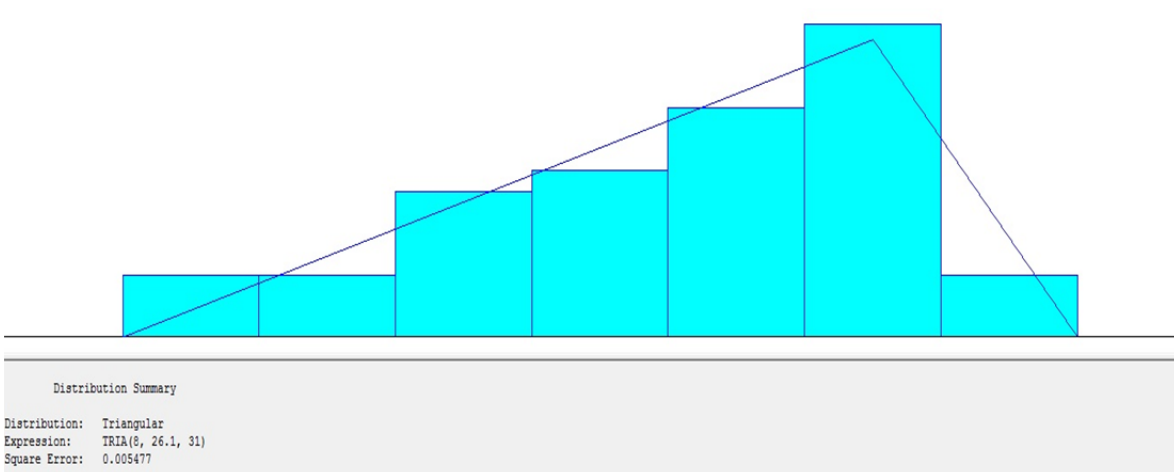
### g) Nómina de Pago



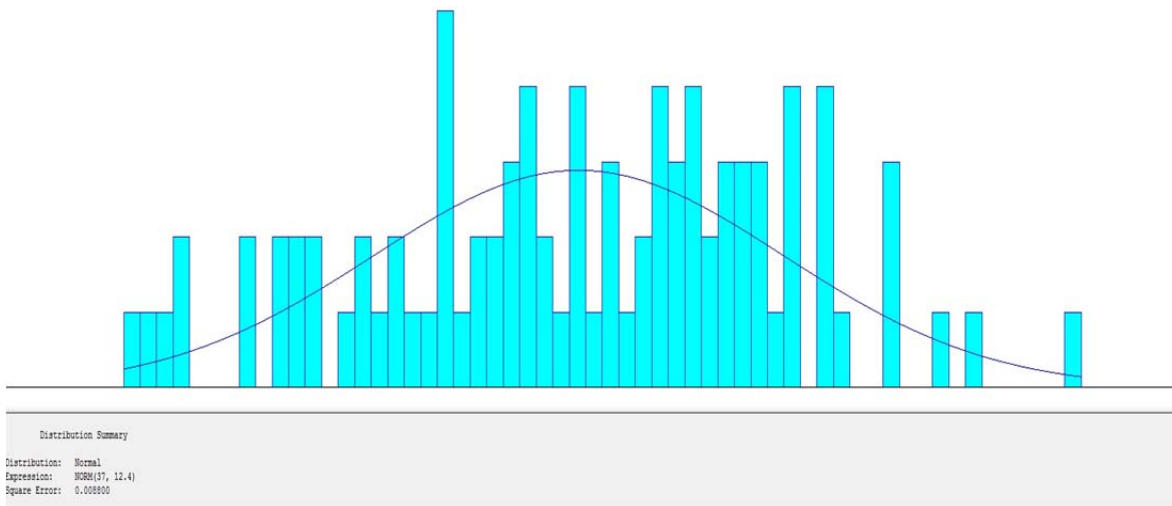
### h) Aprueba Nómina



### i) Resuelve Casos



j) Unión de Procesos, utilizada en escenario 5: (Separación de información + Cotejo de la misma).



## II. Resultados de la Simulación utilizados en el estudio de la Situación Actual, y Cada Escenario.

### a) Situación Actual

Tesis				
Replications:	1	Time Units:	Days	
Entity				
Time				
VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.3863	(Correlated)	0.1261	2.2198
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	52.0281	(Correlated)	27.8352	101.13
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	52.4144	(Correlated)	30.0463	101.64
Other				
Number In	Value			
Factura	2411.00			
Number Out	Value			
Factura	678.00			

Process				
Time per Entity				
VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.02407170	0.000483902	0.00724467	0.04050029
Cotejo_Info	0.04707020	0.000877926	0.00	0.1026
Ingresar_Sist_Contable	0.02984254	0.000378979	0.00308890	0.05123444
Ingreso_Sist_B	0.6523	(Insufficient)	0.00186445	1.5611
Nomina_Pago	0.03161494	0.000330635	0.01688454	0.04611298
Orden_Pago	0.1383	0.009483092	0.01885035	0.7521
Resuelve_Casos	0.04035265	(Insufficient)	0.01598465	0.05650243
Separar_Obra	0.02480262	0.000837377	0.00094705	0.06547965
Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.00888957	0.001976931	0.00	0.2100
Cotejo_Info	14.0392	(Correlated)	0.00096669	28.8199
Ingresar_Sist_Contable	5.7776	(Correlated)	0.00	30.0423
Ingreso_Sist_B	35.1426	(Insufficient)	0.00	78.5797
Nomina_Pago	0.4819	(Correlated)	0.00	1.5552
Orden_Pago	24.4870	(Correlated)	0.00	44.1594
Resuelve_Casos	0.8988	(Insufficient)	0.00	4.7435
Separar_Obra	13.8800	(Correlated)	0.00	28.8307
Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.03296127	0.002018604	0.00808056	0.2423
Cotejo_Info	14.0863	(Correlated)	0.05766648	28.8563
Ingresar_Sist_Contable	5.8074	(Correlated)	0.02321317	30.0785
Ingreso_Sist_B	35.7949	(Insufficient)	0.3042	78.5820
Nomina_Pago	0.5135	(Correlated)	0.01879683	1.5857
Orden_Pago	24.6253	(Correlated)	0.01953777	44.4139
Resuelve_Casos	0.9391	(Insufficient)	0.01999950	4.7915
Separar_Obra	13.9048	(Correlated)	0.00470933	28.8721

## Resource

### Usage

Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Jefe_Contable	0.9208	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable	0.9875	(Insufficient)	0.00	1.0000
Sub_Gerente	0.1938	(Correlated)	0.00	1.0000
Tesorero	0.7921	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Jefe_Contable	0.9208	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable	0.9875	(Insufficient)	0.00	1.0000
Sub_Gerente	0.1938	(Correlated)	0.00	1.0000
Tesorero	0.7921	(Insufficient)	0.00	1.0000

### a) Escenario N°1

## Entity

### Time

VA Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.3508	(Correlated)	0.1247	2.6900
NVA Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Wait Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	48.9928	(Correlated)	27.4405	102.88
Transfer Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Other Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Total Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	49.3436	(Correlated)	30.0422	103.22
Other				
Number In				
	Value			
Factura	2369.00			
Number Out				
	Value			
Factura	700.00			

## Process

### Time per Entity

VA Time Per Entity				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.02384426	0.000445959	0.00872586	0.04014406
Cotejo_Info	0.04598462	0.000562950	0.00	0.0987
Ingresar_Sist_Contable	0.02969386	0.000240803	0.00737678	0.05381040
Ingreso_Sist_B	0.7974	(Insufficient)	0.00186330	1.5611
Nomina_Pago	0.03184154	0.000372977	0.01310360	0.04621185
Orden_Pago	0.1352	0.009060183	0.01890105	0.8509
Resuelve_Casos	0.04071991	(Insufficient)	0.01858911	0.05689371
Separar_Obra	0.02458837	0.000644838	0.00093654	0.06555022
Wait Time Per Entity				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.00680286	(Correlated)	0.00	0.2830
Cotejo_Info	5.0971	(Correlated)	0.00	12.5166
Ingresar_Sist_Contable	6.1251	(Correlated)	0.00	29.7885
Ingreso_Sist_B	38.6693	(Insufficient)	0.00	99.77
Nomina_Pago	0.2860	(Correlated)	0.00	1.5153
Orden_Pago	31.0308	(Correlated)	0.00	65.0715
Resuelve_Casos	0.1713	(Insufficient)	0.00	2.0817
Separar_Obra	0.01392964	0.002126813	0.00	0.1654
Total Time Per Entity				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.03064712	0.001803086	0.00872586	0.3047
Cotejo_Info	5.1431	(Correlated)	0.00728503	12.5344
Ingresar_Sist_Contable	6.1548	(Correlated)	0.02148800	29.8250
Ingreso_Sist_B	39.4667	(Insufficient)	1.4081	101.33
Nomina_Pago	0.3179	(Correlated)	0.01689566	1.5532
Orden_Pago	31.1660	(Correlated)	0.02355514	65.2040
Resuelve_Casos	0.2120	(Insufficient)	0.01985110	2.1295
Separar_Obra	0.03851801	0.002406574	0.00093654	0.1889

## Resource

### Usage

Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante_1	0.4854	0.024088363	0.00	1.0000
Ayudante_2	0.9617	(Insufficient)	0.00	1.0000
Jefe_Contable	0.7667	(Correlated)	0.00	1.0000
Operador_Contable	0.9959	(Insufficient)	0.00	1.0000
Sub_Gerente	0.2017	(Correlated)	0.00	1.0000
Tesorero	0.7902	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante_1	0.4854	0.024088363	0.00	1.0000
Ayudante_2	0.9617	(Insufficient)	0.00	1.0000
Jefe_Contable	0.7667	(Correlated)	0.00	1.0000
Operador_Contable	0.9959	(Insufficient)	0.00	1.0000
Sub_Gerente	0.2017	(Correlated)	0.00	1.0000
Tesorero	0.7902	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Scheduled				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante_1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Ayudante_2	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Jefe_Contable	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operador_Contable	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Sub_Gerente	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Tesorero	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

## b) Escenario 2

### Entity

#### Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.3811	(Correlated)	0.1225	2.0771
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	44.1217	(Correlated)	28.2953	104.77
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	44.5028	(Correlated)	30.0595	105.12

#### Other

Number In	Value
Factura	2439.00
Number Out	Value
Factura	715.00

### Process

#### Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.02441466	(Correlated)	0.00924740	0.04109927
Cotejo_Info	0.04618126	0.000724511	0.00	0.1043
Ingresar_Sist_Contable	0.03008461	0.000434143	0.00699778	0.05005052
Ingreso_Sist_B	0.7517	(Insufficient)	0.00193491	1.5611
Nomina_Pago	0.03150573	0.000293406	0.01763548	0.04501045
Orden_Pago	0.1314	0.007078750	0.01904657	0.9305
Resuelve_Casos	0.04092160	(Insufficient)	0.02183125	0.05445464
Separar_Obra	0.02468510	0.000682139	0.00093064	0.06417868
Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.00287281	0.001977597	0.00	0.3395
Cotejo_Info	13.9245	(Correlated)	0.00096669	28.5921
Ingresar_Sist_Contable	0.00071390	0.000223388	0.00	0.03186250
Ingreso_Sist_B	34.1057	(Insufficient)	0.00	77.5357
Nomina_Pago	0.5875	0.069537599	0.00127404	1.5683
Orden_Pago	10.0234	(Correlated)	0.00	19.1538
Resuelve_Casos	65.5938	(Insufficient)	54.1424	74.2556
Separar_Obra	14.0118	(Correlated)	0.00	28.6389
Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.02728748	0.002104848	0.00924740	0.3673
Cotejo_Info	13.9707	(Correlated)	0.05766648	28.6511
Ingresar_Sist_Contable	0.03079851	0.000485199	0.00901463	0.06489851
Ingreso_Sist_B	34.8573	(Insufficient)	0.00193491	77.6045
Nomina_Pago	0.6190	0.069667743	0.02330860	1.5946
Orden_Pago	10.1548	(Correlated)	0.04271750	19.2158
Resuelve_Casos	65.6347	(Insufficient)	54.1814	74.3022
Separar_Obra	14.0365	(Correlated)	0.00470933	28.6404

## Resource

### Usage

Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Jefe_Contable	0.9922	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable_1	0.3074	0.012103609	0.00	1.0000
Operador_Contable_2	0.7382	(Insufficient)	0.00	1.0000
Sub_Gerente	0.2008	(Correlated)	0.00	1.0000
Tesorero	0.9982	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Jefe_Contable	0.9922	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable_1	0.3074	0.012103609	0.00	1.0000
Operador_Contable_2	0.7382	(Insufficient)	0.00	1.0000
Sub_Gerente	0.2008	(Correlated)	0.00	1.0000
Tesorero	0.9982	(Insufficient)	0.00	1.0000

### c) Escenario N°3

## Entity

### Time

VA Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.4047	(Correlated)	0.1378	3.2783
NVA Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Wait Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	66.6424	(Correlated)	28.1690	86.8290
Transfer Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Other Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Total Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	67.0471	(Correlated)	30.0410	87.0815
Other				
Number In				
	Value			
Factura	2374.00			
Number Out				
	Value			
Factura	508.00			

## Process

### Time per Entity

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.02416697	0.000467295	0.00532385	0.03816935
Cotejo_Info	0.04674484	0.000771547	0.00189051	0.0969
Ingresar_Sist_Contable	0.02960357	0.000392373	0.00844133	0.04995818
Ingreso_Sist_B	0.6563	(Insufficient)	0.00187385	1.5611
Nomina_Pago	0.03196095	0.000393922	0.01808179	0.04534200
Orden_Pago	0.1397	0.008796725	0.01892060	0.9418
Resuelve_Casos	0.03999046	(Insufficient)	0.01927948	0.05619005
Separar_Obra	0.02381845	0.000687210	0.00093064	0.06594588

Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.01059728	0.003319478	0.00	0.1421
Cotejo_Info	12.3724	(Correlated)	0.00096669	26.1998
Ingresar_Sist_Contable	20.6925	(Correlated)	0.00	58.8978
Ingreso_Sist_B	27.9534	(Insufficient)	0.00	76.4184
Nomina_Pago	0.01064683	0.007982678	0.00	0.5563
Orden_Pago	18.5043	(Correlated)	0.00	44.6197
Resuelve_Casos	2.8737	(Insufficient)	0.00	28.9603
Separar_Obra	12.0993	(Correlated)	0.00	26.2152

Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.03476426	0.003222302	0.00532385	0.1574
Cotejo_Info	12.4191	(Correlated)	0.05766648	26.2575
Ingresar_Sist_Contable	20.7221	(Correlated)	0.02336245	58.9210
Ingreso_Sist_B	28.6097	(Insufficient)	0.3042	77.9788
Nomina_Pago	0.04260778	0.007873761	0.01808179	0.5771
Orden_Pago	18.6440	(Correlated)	0.01953777	44.9285
Resuelve_Casos	2.9137	(Insufficient)	0.02330108	29.0055
Separar_Obra	12.1231	(Correlated)	0.00470933	26.2196

## Resource

### Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Jefe_Contable	0.7301	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable	0.9979	(Insufficient)	0.00	1.0000
Sub_Gerente	0.2786	(Correlated)	0.00	1.0000
Tesorero	0.5918	(Insufficient)	0.00	1.0000

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Jefe_Contable	0.7301	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable	0.9979	(Insufficient)	0.00	1.0000
Sub_Gerente	0.2786	(Correlated)	0.00	1.0000
Tesorero	0.5918	(Insufficient)	0.00	1.0000

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Jefe_Contable	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Operador_Contable	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Sub_Gerente	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Tesorero	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

d) Escenario N°4

**Entity**

**Time**

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.3668	(Correlated)	0.1184	3.2714
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	52.2049	(Correlated)	27.8352	104.57
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	52.5717	(Correlated)	30.0423	107.84
Other				
Number In	Value			
Factura	2408.00			
Number Out	Value			
Factura	750.00			

**Process**

**Time per Entity**

VA Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.02426637	0.000405841	0.00872765	0.03965691
Cotejo_Info	0.04633737	0.000832594	0.00	0.0996
Ingresar_Sist_Contable	0.02976422	0.000451789	0.00308890	0.05118189
Ingreso_Sist_B	0.7973	(Insufficient)	0.00187385	1.5611
Nomina_Pago	0.03196683	0.000303484	0.01688454	0.04711339
Orden_Pago	0.1264	0.010548780	0.01861026	0.8635
Resuelve_Casos	0.04072535	(Insufficient)	0.01763301	0.05602334
Separar_Obra	0.02401729	0.000763368	0.00096618	0.06507184
Wait Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.01299635	0.003160954	0.00	0.1019
Cotejo_Info	13.5611	(Correlated)	0.00096669	27.8590
Ingresar_Sist_Contable	5.7746	(Correlated)	0.00	30.0423
Ingreso_Sist_B	33.4548	(Insufficient)	0.00	80.8844
Nomina_Pago	0.4782	(Correlated)	0.00	1.5562
Orden_Pago	25.0521	(Correlated)	0.00	37.9325
Resuelve_Casos	0.05762804	(Insufficient)	0.00	0.4401
Separar_Obra	13.4376	(Correlated)	0.00	27.8896
Total Time Per Entity	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.03726272	0.003192894	0.00874551	0.1272
Cotejo_Info	13.6075	(Correlated)	0.05766648	27.9141
Ingresar_Sist_Contable	5.8044	(Correlated)	0.01238577	30.0785
Ingreso_Sist_B	34.2521	(Insufficient)	0.3042	82.3568
Nomina_Pago	0.5102	(Correlated)	0.02055143	1.5854
Orden_Pago	25.1785	(Correlated)	0.01953777	38.0713
Resuelve_Casos	0.0984	(Insufficient)	0.01978470	0.4760
Separar_Obra	13.4617	(Correlated)	0.00470933	27.8920

## Resource

### Usage

Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Jefe_Contable	0.06278492	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable	0.9876	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable_Senior	0.8779	(Correlated)	0.00	1.0000
Sub_Gerente	0.2145	(Correlated)	0.00	1.0000
Tesorero	0.7921	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Jefe_Contable	0.06278492	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable	0.9876	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable_Senior	0.8779	(Correlated)	0.00	1.0000
Sub_Gerente	0.2145	(Correlated)	0.00	1.0000
Tesorero	0.7921	(Insufficient)	0.00	1.0000

### e) Escenario N°5.

## Entity

### Time

VA Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.3668	(Correlated)	0.1184	3.2714
NVA Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Wait Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	52.2049	(Correlated)	27.8352	104.57
Transfer Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Other Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	0.00	0.000000000	0.00	0.00
Total Time				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Factura	52.5717	(Correlated)	30.0423	107.84
Other				
Number In				
	Value			
Factura	2408.00			
Number Out				
	Value			
Factura	750.00			

## Process

### Time per Entity

VA Time Per Entity				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.02426637	0.000405841	0.00872765	0.03965691
Cotejo_Info	0.04633737	0.000832594	0.00	0.0996
Ingresar_Sist_Contable	0.02976422	0.000451789	0.00308890	0.05118189
Ingreso_Sist_B	0.7973	(Insufficient)	0.00187385	1.5611
Nomina_Pago	0.03196683	0.000303484	0.01688454	0.04711339
Orden_Pago	0.1264	0.010548780	0.01861026	0.8635
Resuelve_Casos	0.04072535	(Insufficient)	0.01763301	0.05602334
Separar_Obra	0.02401729	0.000763368	0.00096618	0.06507184
Wait Time Per Entity				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.01299635	0.003160954	0.00	0.1019
Cotejo_Info	13.5611	(Correlated)	0.00096669	27.8590
Ingresar_Sist_Contable	5.7746	(Correlated)	0.00	30.0423
Ingreso_Sist_B	33.4548	(Insufficient)	0.00	80.8844
Nomina_Pago	0.4782	(Correlated)	0.00	1.5562
Orden_Pago	25.0521	(Correlated)	0.00	37.9325
Resuelve_Casos	0.05762804	(Insufficient)	0.00	0.4401
Separar_Obra	13.4376	(Correlated)	0.00	27.8896
Total Time Per Entity				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Aprueba_Nomina	0.03726272	0.003192894	0.00874551	0.1272
Cotejo_Info	13.6075	(Correlated)	0.05766648	27.9141
Ingresar_Sist_Contable	5.8044	(Correlated)	0.01238577	30.0785
Ingreso_Sist_B	34.2521	(Insufficient)	0.3042	82.3568
Nomina_Pago	0.5102	(Correlated)	0.02055143	1.5854
Orden_Pago	25.1785	(Correlated)	0.01953777	38.0713
Resuelve_Casos	0.0984	(Insufficient)	0.01978470	0.4760
Separar_Obra	13.4617	(Correlated)	0.00470933	27.8920

## Resource

### Usage

Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Jefe_Contable	0.06278492	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable	0.9876	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable_Senior	0.8779	(Correlated)	0.00	1.0000
Sub_Gerente	0.2145	(Correlated)	0.00	1.0000
Tesorero	0.7921	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Ayudante	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
Jefe_Contable	0.06278492	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable	0.9876	(Insufficient)	0.00	1.0000
Operador_Contable_Senior	0.8779	(Correlated)	0.00	1.0000
Sub_Gerente	0.2145	(Correlated)	0.00	1.0000
Tesorero	0.7921	(Insufficient)	0.00	1.0000

### III. Datos empíricos en periodo Febrero 15 a Abril-15.

#### 1. Cantidad de Documentos recepcionados y pagados.

Recepción y Pago de Documentos			
Fecha	Día	Cantidad de Facturas Recibidas	Cantidad Facturas Pagadas
02-02-2015	Lunes	43	1
03-02-2015	Martes	35	2
04-02-2015	Miércoles	47	1
05-02-2015	Jueves	51	3
06-02-2015	Viernes	11	1
07-02-2015	Sábado	0	0
08-02-2015	Domingo	0	0
09-02-2015	Lunes	23	3
10-02-2015	Martes	17	0
11-02-2015	Miércoles	38	1
12-02-2015	Jueves	35	0
13-02-2015	Viernes	11	1
14-02-2015	Sábado	0	0
15-02-2015	Domingo	0	0
16-02-2015	Lunes	26	34
17-02-2015	Martes	34	12
18-02-2015	Miércoles	68	1
19-02-2015	Jueves	20	1
20-02-2015	Viernes	30	1
21-02-2015	Sábado	0	0
22-02-2015	Domingo	0	0
23-02-2015	Lunes	50	1
24-02-2015	Martes	25	0
25-02-2015	Miércoles	37	0
26-02-2015	Jueves	7	0
27-02-2015	Viernes	13	1
28-02-2015	Sábado	0	134
01-03-2015	Domingo	0	0
02-03-2015	Lunes	30	0
03-03-2015	Martes	10	1
04-03-2015	Miércoles	18	1
05-03-2015	Jueves	37	2
06-03-2015	Viernes	45	7
07-03-2015	Sábado	0	0
08-03-2015	Domingo	0	0
09-03-2015	Lunes	35	7
10-03-2015	Martes	35	17
11-03-2015	Miércoles	8	10
12-03-2015	Jueves	16	1
13-03-2015	Viernes	18	2
14-03-2015	Sábado	0	0
15-03-2015	Domingo	0	0
16-03-2015	Lunes	50	6
17-03-2015	Martes	30	3
18-03-2015	Miércoles	20	5
19-03-2015	Jueves	12	2
20-03-2015	Viernes	21	2
21-03-2015	Sábado	0	0
22-03-2015	Domingo	0	0
23-03-2015	Lunes	37	1
24-03-2015	Martes	38	2
25-03-2015	Miércoles	0	2
26-03-2015	Jueves	30	2
27-03-2015	Viernes	34	0

28-03-2015	Sábado	0	0
29-03-2015	Domingo	0	0
30-03-2015	Lunes	21	1
31-03-2015	Martes	35	172
01-04-2015	Miércoles	11	4
02-04-2015	Jueves	45	1
03-04-2015	Viernes	38	1
04-04-2015	Sábado	0	0
05-04-2015	Domingo	0	0
06-04-2015	Lunes	48	11
07-04-2015	Martes	19	4
08-04-2015	Miércoles	45	11
09-04-2015	Jueves	16	11
10-04-2015	Viernes	25	10
11-04-2015	Sábado	0	0
12-04-2015	Domingo	0	0
13-04-2015	Lunes	26	1
14-04-2015	Martes	21	0
15-04-2015	Miércoles	12	2
16-04-2015	Jueves	19	6
17-04-2015	Viernes	45	0
18-04-2015	Sábado	0	0
19-04-2015	Domingo	0	0
20-04-2015	Lunes	51	2
21-04-2015	Martes	50	8
22-04-2015	Miércoles	50	5
23-04-2015	Jueves	20	8
24-04-2015	Viernes	30	6
25-04-2015	Sábado	0	0
26-04-2015	Domingo	0	0
27-04-2015	Lunes	31	3
28-04-2015	Martes	27	5
29-04-2015	Miércoles	19	2
30-04-2015	Jueves	29	160
Documentos Totales		1878	705
Documentos Mensuales		626	235

## 2. Muestra de Tardanza promedio del pago de facturas.

Duración del Proceso por Documento			
N° Doc	Recepción	Pago	Duración
1	03-02-2015	11-03-2015	36
2	30-01-2015	11-03-2015	40
3	13-02-2015	25-03-2015	40
4	11-02-2015	25-03-2015	42
5	18-03-2015	30-04-2015	43
6	11-02-2015	27-03-2015	44
7	16-02-2015	01-04-2015	44
8	19-02-2015	06-04-2015	46
9	18-02-2015	06-04-2015	47
10	17-02-2015	06-04-2015	48
11	30-01-2015	21-03-2015	50
12	28-01-2015	21-03-2015	52
13	06-01-2015	28-02-2015	53
14	31-12-2014	24-02-2015	55
15	30-12-2014	24-02-2015	56
16	12-01-2015	10-03-2015	57
17	12-01-2015	10-03-2015	57
18	09-01-2015	10-03-2015	60
19	19-02-2015	22-04-2015	62
21	28-11-2014	02-02-2015	66
30	20-03-2015	21-04-2015	32
22	29-12-2014	03-03-2015	64
23	05-01-2015	11-03-2015	65
24	29-12-2014	05-03-2015	66
25	14-01-2015	23-03-2015	68
26	13-01-2015	23-03-2015	69
27	05-01-2015	16-03-2015	70
28	01-12-2014	10-02-2015	71
29	15-01-2015	16-02-2015	32
48	06-03-2015	21-04-2015	46
31	19-03-2015	21-04-2015	33
53	09-01-2015	03-03-2015	53
61	28-11-2014	02-02-2015	66
34	05-01-2015	05-02-2015	31
35	06-01-2015	07-02-2015	32
36	19-03-2015	20-04-2015	32
37	18-03-2015	20-04-2015	33
38	24-02-2015	30-03-2015	34
39	25-02-2015	31-03-2015	34
71	28-11-2014	10-02-2015	74
41	03-02-2015	11-03-2015	36
73	02-01-2015	23-03-2015	80
43	09-02-2015	20-03-2015	39
44	09-03-2015	20-04-2015	42
45	29-12-2014	09-02-2015	42
46	29-12-2014	10-02-2015	43
74	09-01-2015	31-03-2015	81
78	09-01-2015	30-03-2015	80
49	05-03-2015	21-04-2015	47
50	04-03-2015	21-04-2015	48
51	02-03-2015	21-04-2015	50
52	11-12-2014	02-02-2015	53
81	02-01-2015	23-03-2015	80
54	15-01-2015	11-03-2015	55
55	08-01-2015	05-03-2015	56
56	02-02-2015	30-03-2015	56

57	02-02-2015	31-03-2015	57
58	10-02-2015	11-04-2015	60
59	05-01-2015	07-03-2015	61
84	13-02-2015	29-04-2015	75
62	29-12-2014	03-03-2015	64
63	05-01-2015	11-03-2015	65
64	29-12-2014	05-03-2015	66
77	26-01-2015	20-04-2015	84
65	04-12-2014	09-02-2015	67
66	04-12-2014	10-02-2015	68
67	09-02-2015	21-04-2015	71
68	01-12-2014	10-02-2015	71
79	26-01-2015	31-03-2015	64
70	27-11-2014	09-02-2015	74
83	02-02-2015	18-04-2015	75
72	08-12-2014	21-02-2015	75
87	09-03-2015	10-04-2015	32
89	16-03-2015	27-04-2015	42
95	23-03-2015	22-04-2015	30
76	28-01-2015	20-04-2015	82
96	30-03-2015	30-04-2015	31
20	02-01-2015	09-03-2015	66
32	20-03-2015	21-04-2015	32
80	02-03-2015	11-04-2015	40
33	20-03-2015	21-04-2015	32
82	11-02-2015	17-04-2015	65
40	06-03-2015	11-04-2015	36
42	23-01-2015	05-03-2015	41
85	16-02-2015	25-03-2015	37
86	17-02-2015	27-03-2015	38
47	06-03-2015	21-04-2015	46
88	10-03-2015	11-04-2015	32
60	02-01-2015	09-03-2015	66
90	05-02-2015	12-03-2015	35
91	19-02-2015	23-03-2015	32
69	06-02-2015	21-04-2015	74
93	09-02-2015	12-03-2015	31
75	02-01-2015	25-03-2015	82
92	06-02-2015	11-03-2015	33
94	13-02-2015	23-03-2015	38
97	17-03-2015	24-04-2015	38
98	17-02-2015	21-03-2015	32
99	13-02-2015	21-03-2015	36
100	27-03-2015	29-04-2015	33
<b>Promedio de Tardanza Real</b>			<b>52</b>