



**Universidad Nacional Autónoma de México**

---

**Facultad de Ingeniería**

**Ingeniería Aplicada en área de  
servicio logístico de empresa  
cementera**

**INFORME DE ACTIVIDADES**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Industrial**

**P R E S E N T A**

Christian Fabian Fabian

**ASESOR DE INFORME**

M.I. Ricardo Torres Mendoza



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo y el conjunto de esfuerzos en esta trayectoria se lo dedico a mis padres, hermanas, amigos y personas especiales.

Mi madre, Lourdes, que gracias a tu apoyo incondicional y disciplina, pude lograr y completar un ciclo importante de mi vida. A tu dedicación, a tus desvelos, a tu amor y comprensión, gracias.

Mi padre, Eligio, por tu apoyo y consejos durante toda mi formación para mantenerme en los principios y valores forjados desde la cuna. Por tu serenidad y siempre solución a los problemas.

Hermanas, Fernanda y Evelyn, por su cariño y apoyo, pues siempre las llevo en mi mente, con la esperanza de que este paso les sirva de ejemplo y observen que después de una gran lucha viene una gran recompensa.

A mi asesor Ricardo, por su paciencia, apoyo y exhortación en esta etapa final, por guiarme en la materialización y exposición de ideas.

A Yehimi, por apoyarme con tus palabras y amor en los momentos difíciles de esta etapa.

Si se puede, solo sueña y alcanza.

# Contenido

Justificación.....	6
Planteamiento del problema: .....	6
Objetivos: .....	6
Capítulo 1 .....	7
1.1 Antecedentes históricos de la industria cementera en México .....	7
1.2 Infraestructura Productiva y logística de compañía Cementera .....	8
Capítulo 2 .....	18
2.1 Definición del área y tareas .....	18
2.2 Análisis de datos para arribos en báscula .....	21
2.2.1 Arribos de unidades para viaje de cemento .....	22
2.2.2 Arribos de unidades para viaje de Multiproducto .....	23
2.2.3 Arribos de unidades de Abastos de Cemento .....	23
2.2.4 Arribos de unidades de Abasto de Multiproducto .....	23
2.2.5 Arribos de unidades de Servicios Logísticos .....	23
2.2.6 Arribos de clientes para Manejo de valores .....	24
2.2.7 Arribos de solicitudes para Actividades administrativas .....	24
2.3 Análisis de tiempos de servicio .....	25
2.3.1 Análisis de tiempos de servicio en báscula de entrada.....	25
2.3.2 Análisis de tiempos de servicio en Báscula de Salida.....	25
2.4 Análisis de datos de tiempo de servicio en Area de Operaciones .....	26
2.5 Adaptación a Teoría de colas y Simulación con Flex Sim.....	27
2.5.1 Adaptación a Teoría de colas .....	27
2.5.2 Simulación con Flex Sim.....	29
2.5.3 Modelado sección Entrada .....	30
2.5.3 Modelado sección Operaciones.....	32
2.5.4 Modelado sección Salida.....	34
2.5.5 Modelado de Fuentes de recursos .....	35
2.6 Análisis de modelo .....	38
Capítulo 3 MANUAL DE SIMULACIÓN EN FLEXSIM.....	39
SIMULACIÓN DE ENTIDADES.....	39
3.1 SIMULACIÓN DE LÍNEA DE ESPERA .....	42
3.2 SIMULACIÓN DE TRAYECTORIAS.....	43

3.3 SIMULACIÓN DE LOCACIONES .....	44
ASD ENTRADA .....	44
3.4 ZONA DE OPERACIONES.....	46
ASD SALIDA .....	47
Capítulo 4 Simulación de escenarios y Análisis de resultados.....	50
4.1 Escenario con un servidor en BÁSCULA .....	50
4.2 Escenario con dos servidores en BÁSCULA .....	52
4.3 Análisis de resultados .....	54
4.3.1 Análisis de resultados financieros.....	55
4.3.2 Discusión de resultados .....	56
5 Conclusiones .....	57
Alcances .....	58
ANEXOS .....	59
Anexo 2.2 Arribos CADI Tláhuac .....	59
GRÁFICAS Arribos Cemento .....	59
TABLAS Arribos Cemento.....	60
GRÁFICAS Arribos Multiproducto .....	62
TABLAS Arribos Multiproducto .....	63
GRÁFICAS Arribos Abasto de Cemento.....	65
TABLAS Arribos Abasto de Cemento.....	66
GRÁFICAS Arribos Abasto de Multiproducto .....	67
TABLAS Arribos Abasto de Multiproducto .....	68
GRÁFICAS Arribos de Servicios Logísticos .....	70
TABLAS Arribos de Servicios Logísticos.....	71
GRÁFICAS Arribos de Manejo de Valores .....	72
TABLAS Arribos de Manejo de Valores .....	73
GRÁFICAS Arribos de Actividades Administrativas .....	74
TABLAS Arribos de Actividades Administrativas .....	74
TABLA DE TASAS DE SERVICIO ASD ENTRADA .....	75
TABLA DE TASAS SE SERVICIO ASD SALIDA .....	79
TABLA DE TASAS DE SERVICIO AREA DE OPERACIONES .....	81
Anexo 3.2 Cálculos .....	84
Bibliografía .....	86



## Justificación

Para poder evaluar es necesario medir, y para poder medir es necesario desarrollar indicadores, por ello la importancia de la aplicación de conocimientos de ingeniería industrial y sistemas en el área de báscula misma que se analiza en este trabajo, para poder ofrecer un servicio de calidad, con la mejora de la productividad en los procesos internos.

Con información que se recopile, analice y simule, se podrá proyectar escenarios que servirán de guía para la mejora continua e implementación de nuevos proyectos que nos guíen a la excelencia en la empresa cementera. Por la experiencia en el área y análisis de los procesos, se logrará la estandarización de los mismos que reduzcan el número de quiebres y demoras en el servicio ofertado.

## Planteamiento del problema:

La unidad de unidad de negocio Santa Catarina, se caracteriza por ser una de las UN<sup>1</sup> que maneja más tonelaje en la zona CENTRO, sin embargo el flujo de materiales dentro de ella debe mantener un ritmo estandarizado por ello existe un área de oportunidad en báscula (área de la UN) ya que el tiempo en el sistema es más prolongado que el de las expectativas de los clientes, un servidor no es suficiente para atenderla en horas específicas del día, ya que en la medición de tiempos e indicadores de la misma deja mucho que desear.

Al estandarizar el ritmo de trabajo se puede incrementar el número de toneladas despachadas en menor tiempo, y elevar indicadores de desempeño que impacten en la productividad de todo el CADI<sup>2</sup>. Si se incrementan las salidas de tonelaje entonces se logrará una mayor rotación de inventario, ya que el cemento es un material que debe ser manejado y rotado por poco tiempo. Por ende la importancia de fijar un stock<sup>3</sup> de seguridad que a su vez nos ayude a no tener material apelmazado (cemento duro) y podamos cumplir con la demanda en cualquier instante.

## Objetivos:

Demostrar con ayuda de indicadores de desempeño y análisis de líneas de espera, los servidores necesarios para optimizar el servicio en el área de báscula.

Así como la estandarización del área para lograr que los servidores realicen las tareas dentro de tiempo y forma que se establezcan.

---

<sup>1</sup> UN: Unidad de Negocio, nomenclatura utilizada por la empresa cementera para puntos de distribución estratégicos.

<sup>2</sup> CADI: Centro de Acopio y Distribución, nombre alterno para hacer referencia a la UN.

<sup>3</sup> Stock: Palabra en inglés que hace alusión a los inventario de una pe

# Capítulo 1

## 1.1 Antecedentes históricos de la industria cementera en México

El cemento es un material de construcción de alta demanda. Los beneficios que ofrece son tan altos que está presente en todas las edificaciones modernas del mundo. La industrial en México de este adherente fue a partir del siglo XIX durante el Porfiriato.

Con la instalación de las plantas Cementos Hidalgo en Nuevo León, Cruz Azul y Tolteca, ambas en Hidalgo; tras La Revolución Mexicana, época en la que mermó el consumo anual de 75,000 Tn<sup>4</sup>, se fundaron las compañías Cementos Landa y Cementos Monterrey mismas que darían el comienzo a la competencia por el giro cementero en la nación. Para mediados del siglo México contaba con equipo manufacturero para producir 2,200,000 Tn, sin embargo por problemas técnicos, escases de combustibles y materia prima, solo se produjeron millón y medio de Tn. Al mismo tiempo de que la competencia aumentaba, la exigencia y rendimientos de los equipos también aumentó y con ello los costos de estos.

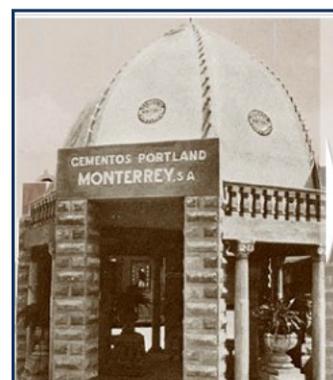
Al término del siglo y a pesar de la devaluación de la moneda mexicana en la última década durante el gobierno de Salinas de Gortari; la industria Cementera continuó su desarrollo, además de fungir como uno de los principales motores económicos.

México para 2010 tiene la sexta posición en exportación de cemento. Y el 13vo lugar productor mundial de este. Los grupos cementeros que conforman esta industria en México son:

- COMPAÑÍA DE CEMENTO
- HOLCIM APASCO
- CYCNA
- Cementos Moctezuma
- GCC Cemento
- Lafarge Cementos

Para 2010 en Mexico ya había 32 plantas cementeras, COMPAÑÍA DE CEMENTO(15), Holcim(6), CYCNA(4), Moctezuma(2), GCC (3) y Lafarge(2).

La empresa líder en el giro para 2010, **Compañía de Cemento** con un 54% del mercado, en segundo lugar Holcim Apasco con 22% y CYCNA con 14% de este, el resto del mercado compartido con las empresas ya mencionadas.



---

<sup>4</sup> Tn: hace alusión a tonelada o toneladas.

La infraestructura nacional Cementera tuvo la capacidad en 2012 para la producción de 36.2 millones de Toneladas con lo cual se registra el crecimiento de 2400% respecto a su registro de producción en 1951.

## 1.2 Infraestructura Productiva y logística de compañía Cementera

A continuación se desglosa detalladamente la estructura organizacional de la empresa cementera, comenzando del nivel más alto hasta llegar al área de análisis de este trabajo.

- Presidente de Consejo y Director general en Compañía Cementera

Estos son los encargados de tomar las decisiones para guiar a la COMPAÑÍA DE CEMENTO hacia el éxito tanto en México como en el mundo con base en los resultados y propuestas de su equipo técnico.

- Presidente en México Compañía Cementera

Responsable de las operaciones en México, para la dirección de la compañía a nivel nacional

- Operaciones Cemento

Produce cemento, agregados y concreto para satisfacer las necesidades del cliente con los más altos estándares de seguridad a nivel mundial, reduciendo el impacto al medio ambiente, y brindar productos de calidad.

- Salud y seguridad

Fomenta una cultura medioambiental de salud, ya que al ser líder global en la industria de materiales para la construcción se enfrenta a grandes retos de seguridad, al producir, almacenar, trasladar y distribuir los productos. Por ende la prioridad es mantener sano y seguro al personal.

- Mercadotecnia

Apoya la estrategia de la compañía definiendo oferta de valor agregado, e identificando los mecanismos para cumplir con las promesas a nuestros clientes, con el diseño de soporte para atención de los mismos.

- Cadena comercial

Posiciona a Compañía de Cemento como el socio predilecto, asesorando y fomentando una relación positiva con nuestros clientes. Asegurando que los productos y servicios ofertados sean efectivos y óptimos.

- Abasto

Desarrolla relaciones con los proveedores a largo plazo con base en los valores de la misma para obtener bienes y servicios que la compañía necesita para operar en México.

- Tecnología

Garantiza que la compañía utilice la tecnología de vanguardia para asegurar el liderazgo de infraestructura en producción con el desarrollo y adquisición de esta.

- Investigación y desarrollo

Identifica las oportunidades retos y amenazas de la industria constructora, para poder desarrollar productos y soluciones innovadoras y competitivas.

- Recursos humanos

Asignan a personas talentosas para el rol apropiado en el momento preciso, con ello establecer estructuras solidas de remuneración.

- Comunicación y asuntos corporativos

Investigan, desarrollan articulan y alinean los mensajes de la compañía para comunicarlos a las audiencias internas y externas buscando el mejor impacto posible.

- Planeación estratégica

Su misión es potenciar el crecimiento de la compo anticipando las micro y macro tendencias para poder establecer prioridades de negocios e inversión de la compañía.

- Finanzas y Tesorería

Optimizan la utilización de los recursos y el capital mediante la relación financiera mundial, supervisando la cartera de arrendamientos financieros que mejoren el capital de trabajo.

- Legal

Su misión es proporcionar la mejor asesoría acerca de una amplia gama de transacciones para identificar los riesgos y marcos legales que pudieran impactar a la compañía, anticipando proactivamente los conflictos e identificando oportunidades para todas las áreas.

- Sustentabilidad

Promueve iniciativas que apoyen a reducir la huella ecológica y aumenten el valor de los grupos de interés.

- Logística

Gestiona el traslado de materias primas a las plantas de cemento, concreto y multiproducto, a los clientes de COMPAÑÍA DE CEMENTO, entregando puntualmente con estándares de seguridad más rigurosos.

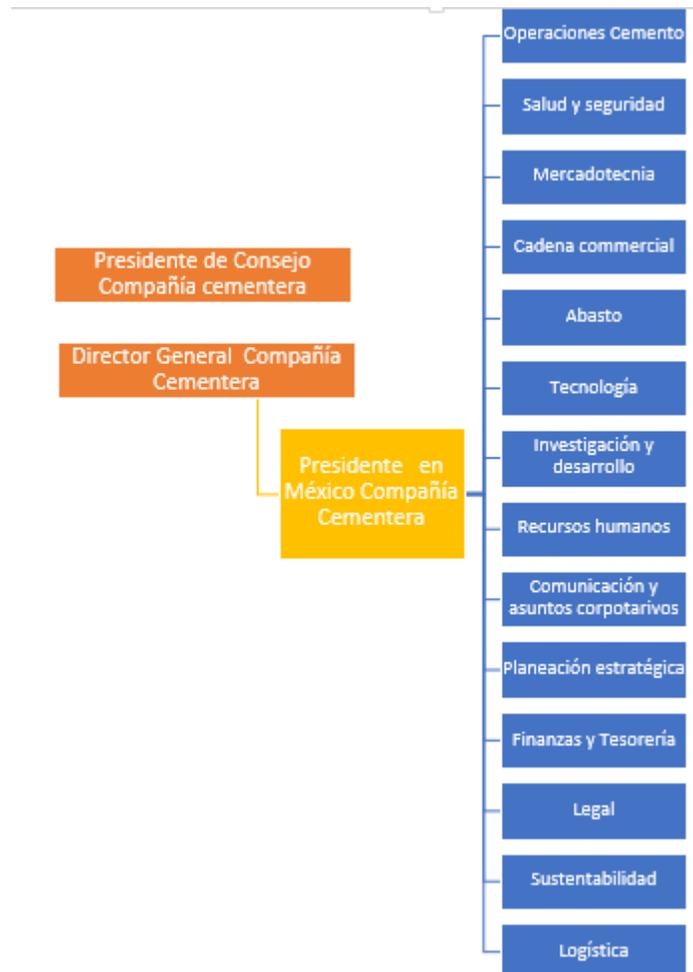


ILUSTRACIÓN 1 ORGANIGRAMA GENERAL DE ÁREAS DE COMPAÑÍA DE CEMENTO MÉXICO

FUENTE: DIAGRAMA DE AUTORÍA PROPIA

- **Logística**

- **Vicepresidente de Logística**

Es el responsable de supervisar todas las operaciones logísticas en todas las UN de México

- **Director Logística Centro**

Responsable de liderar las directrices que son declaradas por el VP de logística

- **Coordinador de Logística y servicio**

Coordina la planeación y el cumplimiento de los planes semanales y diarios con base en el plan de asignación nacional, para garantizar un mejor servicio al cliente.

- Administrador logístico

Diseña, ejecuta y ajusta la agenda de carga con base en el plan semanal, pedidos diario e incidencias para hacer uso óptimo de los recursos logísticos.

- Administrador de Transporte

Administra las unidades de autotransportes en las diferentes cadenas para asegurar la disponibilidad de la flota.

- **Gerente Logística Centro**

Administra, ejecuta y supervisa las acciones necesarias que garanticen el mejor costo y servicio para la compañía cumpliendo con las normas y políticas de seguridad y KPI<sup>5</sup>s de la empresa para obtener el menor costo posible y mejor índice de seguridad.

- Jefe de UN

Garantiza la disponibilidad del producto y la capacidad de carga de la UN a través del seguimiento de procedimientos de seguridad.

- Supervisor de patio

Supervisa que las operaciones logísticas dentro de la UN marchen de acuerdo a los estándares de operación y seguridad.

- **Asesor de Servicio de Despacho**

Despacha las unidades cargadas a los diferentes destinos, ya sea a una UN de COMPAÑÍA DE CEMENTO o a clientes.

---

<sup>5</sup> KPI: Key Performance Indicator (Indicador clave de desempeño)

Con base en la Agenda de Carga proporcionada por el Administrador Logístico para garantizar la carga y envío del producto en tiempo óptimo.

A continuación se muestra un organigrama a detalle donde se denota con color rojo el puesto del que se realizó el análisis.

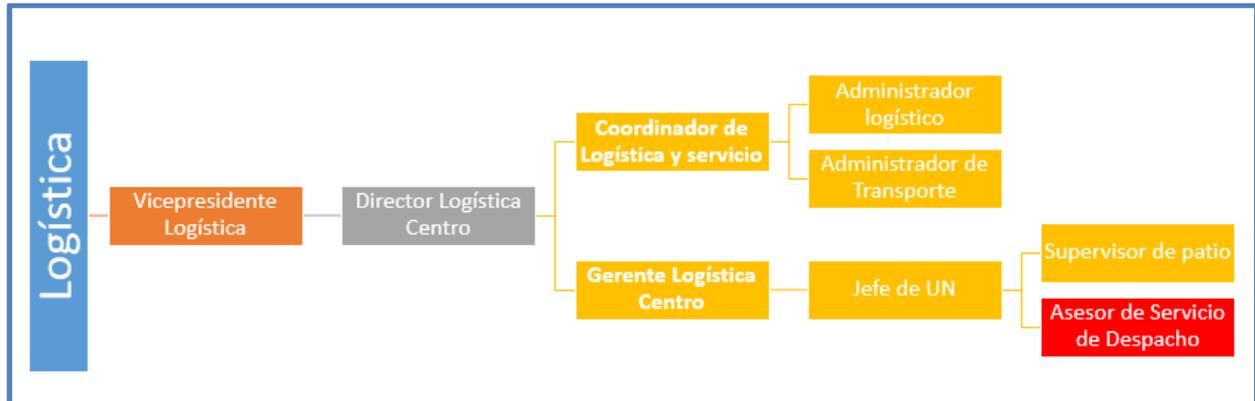


ILUSTRACIÓN 2 ORGANIGRAMA LOGÍSTICO DESGLOSADO DE EMPRESA CEMENTERA

FUENTE: DIAGRAMA DE AUTORÍA PROPIA

Hablar de la infraestructura de Compañía de Cemento, es retomar la historia de la misma, pero basta con enlistar los elementos necesarios para completar la tarea de satisfacer las necesidades y expectativas del cliente.

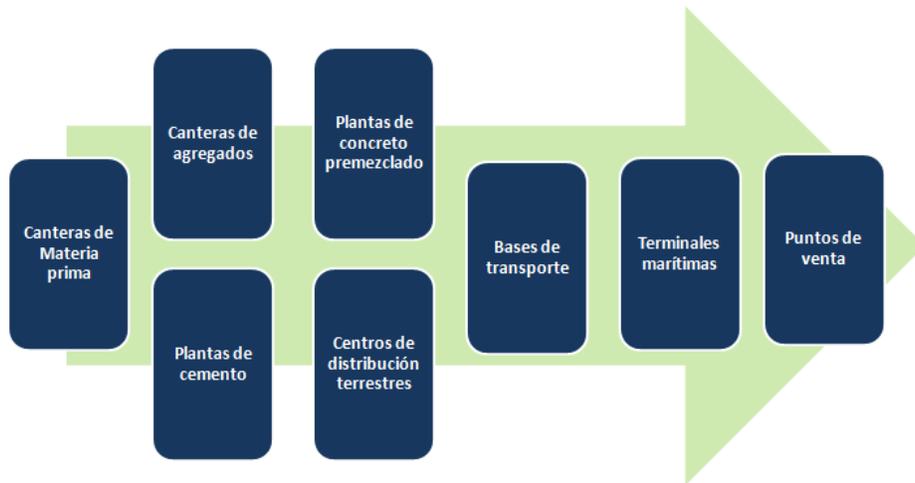
Partiendo desde la obtención de las materias primas, es donde la compañía Valida y se abastece de canteras

- Canteras de agregados
  - Cuenta con 15 plantas de agregados que manejan productos como que suministran a CEDIS y Plantas de Concreto:
    - Arenas
    - Grava
- Plantas de cemento
  - Las 15 plantas de cemento se distribuyen en los estados de Baja California Norte, Coahuila, Estado de México, Jalisco, Hidalgo Monterrey, Nayarit, Querétaro, San Luís Potosí, Puebla, Sonora y Veracruz.
- Centros de distribución terrestres
  - Establecidos estratégicamente por todo el territorio nacional, a excepción de Chihuahua

La compañía siendo una empresa transnacional, se respalda con más de cien años de experiencia, mismos que le han servido para desarrollar una cadena logística que la ha llevado a conquistar el segmento del mercado que hoy posee.

El Cemento es un material de cuidado especial desde la obtención de materia prima hasta su aplicación en obras de construcción, necesita un alto nivel de rotación de inventarios, coordinación y seguridad en manejo y transporte, y personal calificado.

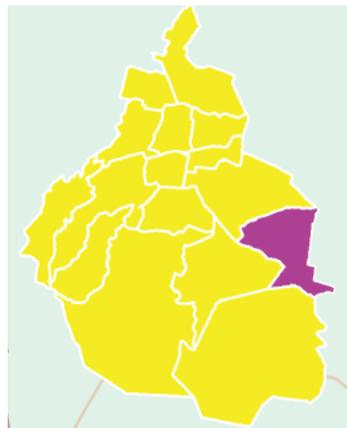
Realizando un enfoque logístico de la compañía en México se presenta sus recursos de distribución que forman parte de su cadena de suministros.



**ILUSTRACIÓN 3 CADENA DE SUMINISTRO COMPAÑÍA DE CEMENTO**

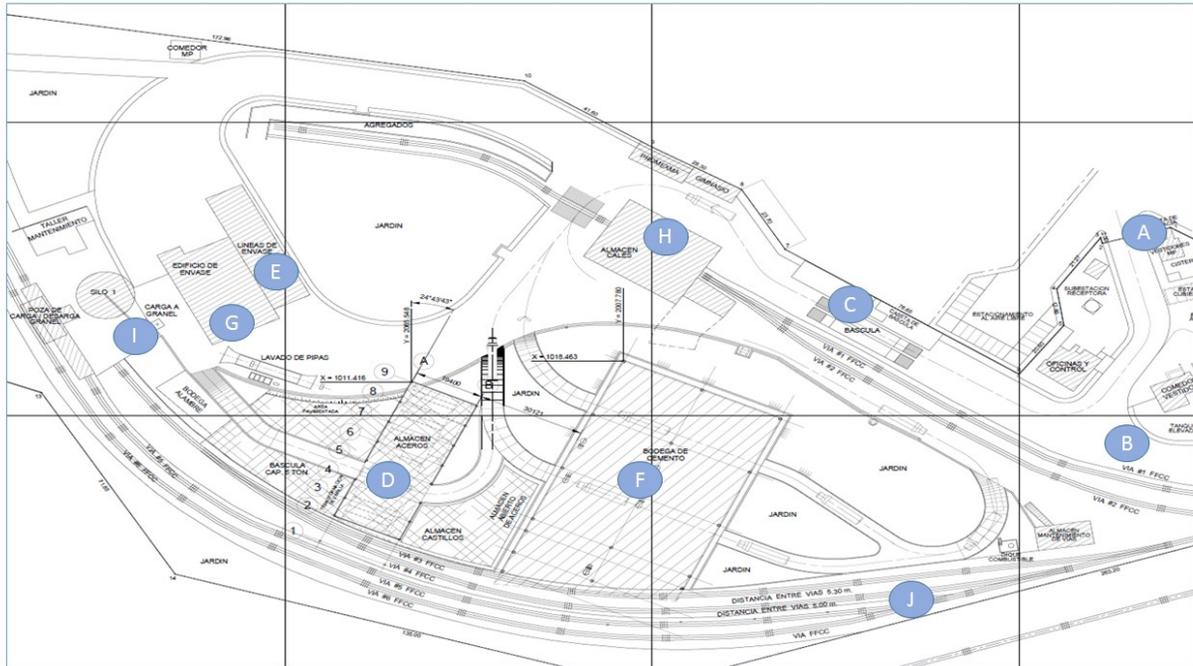
**FUENTE: DIAGRAMA DE AUTORÍA PROPIA**

La parte de la cadena de suministro sobre la que se realizó el estudio es en un Centro Acopio y Distribución Terrestre que forma parte de los 78 centros de acopio y distribución de la compañía, ubicado en el oriente de la Ciudad de México



**ILUSTRACIÓN 4 UBICACIÓN DE LA EMPRESA EN MAPA DE LA CIUDAD DE MÉXICO**

**FUENTE: MAPAS DELEGACIÓN TLÁHUAC**



**ILUSTRACIÓN 5 LAY OUT UN SANTA CATARINA**

**FUENTE: ARCHIVOS DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA EMPRESA CEMENTERA**

### Áreas de UN Tláhuac:

#### **A. Vigilancia**

- a. Es el acceso y salida de las unidades de carga que ingresan a la UN

#### **B. Patio / estacionamiento**

- a. Lugar donde las unidades de carga realizan maniobras de giro o espera de carga.

#### **C. Báscula**

- a. Área por la que todo vehículo es pesado antes de entrar o salir del circuito interno de la UN

#### **D. Área de multiproducto**

- a. Ahí se almacenan productos auxiliares para la construcción: varilla, clavo, alambre, alambrón, entre otros.

#### **E. Área de envase**

- a. Se tiene una envasadora de sacos de cemento que llega en ferrocarril a granel.

#### **F. Bodega grande (área de descarga)**

- a. En este lugar se coloca de manera estratégica el producto que llega en autotransporte, ferrocarril o envasado en UN

#### **G. Bodega chica**

- a. Se coloca únicamente el cemento envasado en UN

#### **H. Almacén de polvos (ARQUIO)**

- a. Área designada para el almacenamiento clasificado como multiproducto cal, yeso, pega azulejo, entre otros.

**I. Llenado de bolsas BIG BAG**

- a. En esta área se realiza el llenado de bolsas bigbag, estas bolsas igualmente llamadas super sacos <sup>6</sup> son fabricados en tejido de polipropileno con capacidades de 0.5 Tn a 2Tn. Para el caso de la compañía se utilizan de 1.5Tn.

**J. VIAS PARA EQUIPO FERROVIARIO**

- a. Estas vías se encuentran dentro del depósito acomodadas estratégicamente para que los furgones que arriban al lugar con producto sean acomodados en el área de descarga.

Conforme a estas áreas se numeran las líneas de carga de la UN, para ello se desarrolló la Tabla 1 Capacidad de líneas de carga de UN Tláhuac que se muestra a continuación.

**TABLA 1 CAPACIDAD DE LÍNEAS DE CARGA DE UN TLÁHUAC**

# LINEA	LINEA DE CARGA	CAPACIDAD
1	BANDAS	70 Tn/ h
2	Bodega Grande	100 TN/h
3	Bodega Chica	
4	Carga a Granel	2 Unidades *
5	Multiproducto	3 Unidades*
<b>*Se encuentra sujeto a restricciones</b>		

En las líneas siguientes enuncio el proceso de despacho en UN Tláhuac

1. La UT (Unidad de Transporte) se reporta para entrar a cargar en UN Tláhuac.
2. Vigilancia realiza un check list a la UT para corroborar que se encuentra en óptimas condiciones.
3. La UT se dirige a báscula donde el ASD (Asesor de Servicio de Despacho) le cargará el viaje de acuerdo a lo reportado por el ADLOG( Administrador logístico).

<sup>6</sup> Información obtenida de costalym , [www.costalym.com.mx/productos/super-sacos/](http://www.costalym.com.mx/productos/super-sacos/)

4. La UT es pesada en la báscula de entrada y se le indica en que área cargará, esto lo realizará acorde a las capacidades de carga de la UN.
5. El ASD puede mandar la UT a cargar al Área de Multiproducto, Bodega Grande o Chica, o Línea de envase, o línea de carga a granel todo depende del material que cargará.
6. Al llegar al área designada por el ASD la UT entrega sus notas de carga, y el personal de cada área carga la unidad acorde a lo impreso en la nota de carga.
  - a. Si la unidad cargará en la Línea de Granel, se realiza el autodespacho.
7. Una vez cargada la UT, esta regresa nuevamente a báscula donde se tara y el ASD entrega las remisiones carta porte a la unidad.
8. La UT vuelve nuevamente a vigilancia.
9. Vigilancia revisa la carga y compara con lo impreso en las notas de carga.
10. Una vez realizada la inspección, la unidad se retira de la UN para comenzar el recorrido de ruta hacia la entrega.

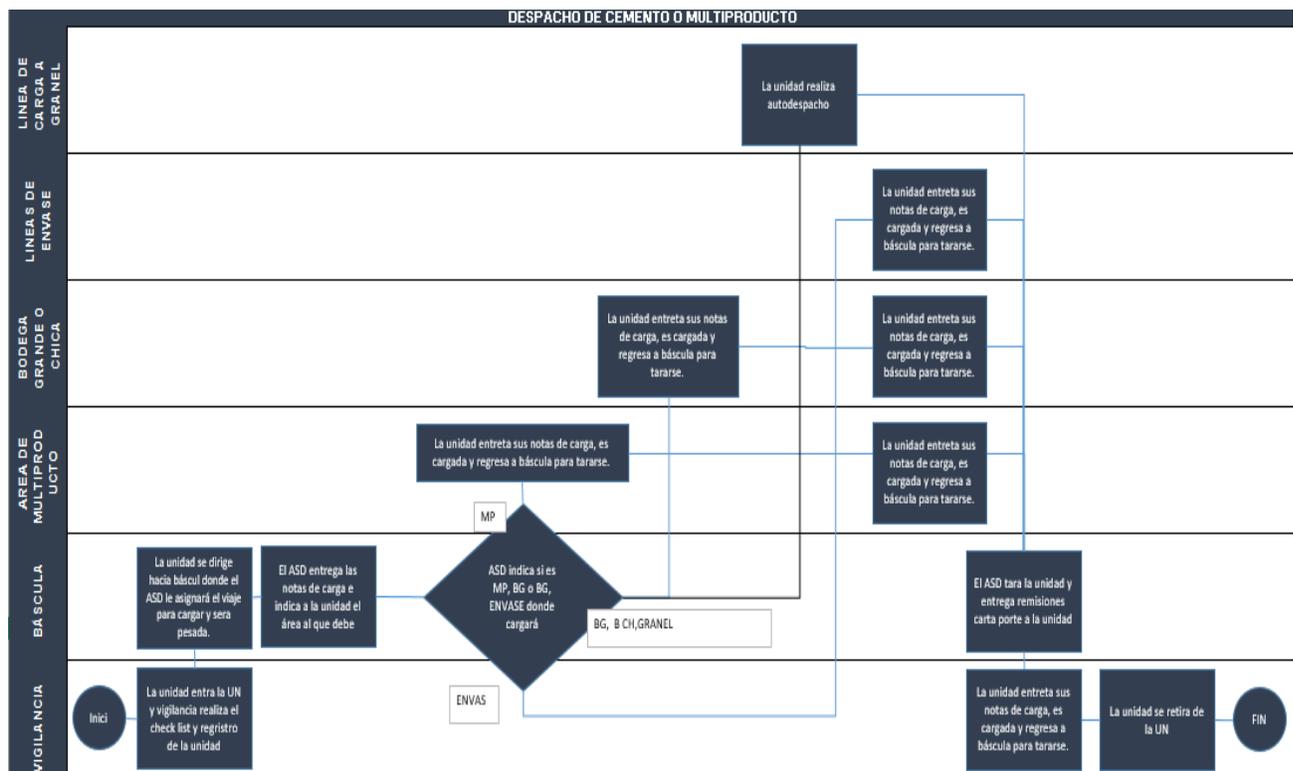


ILUSTRACIÓN 6 DIAGRAMA DE FLUJO DE DESPACHO GENERAL EN UN TLÁHUAC

FUENTE: DIAGRAMA DE AUTORÍA PROPIA

## El ASD desarrolla las siguientes tareas:

**Despacho de cemento:** Carga de cemento de acuerdo a los viajes programados por el ADLOG

**Despacho de multiproducto:** Carga de varilla, clavo, alambre, alambrón, entre otros.

**Actividades administrativas:** Actividades que se realizan dentro de la báscula que puede ser desde contestar el teléfono, comunicarse por walkie talkie o hasta responder una correo a las áreas necesarias, se generalizan en este concepto para tener englobadas todas las tareas.

**Despacho de Servicios Logísticos:** Compañía de Cemento UN Tláhuac, cuenta con una red Logística que le permite brindar servicios de transporte a Clientes Terceros

**Manejo de valores:** En la UN se brinda el servicio para ingresos de depósitos bancarios, ya sea en modalidad efectivo o Cheque.

**Ingreso de abastos de cemento:** Así como la UN envía pedidos en Autotransporte también recibe Abastos de material de otras UN de la compañía para controlar sus inventarios.

*Nota: el abastecimiento a la UN de cemento puede llegar por ferrocarril a granel aunque esta recepción no la realiza el ASD*

**Ingreso de abastos de Multiproducto:** Estos abastos siempre llegan en autotransporte, y se encuentra sujeta a varios criterios manejados por el ASD para poder descargarse en almacén.

El análisis para poder determinar la productividad del área está basado en datos tomados del sistema SAP del 1 al 31 de Julio del 2014.

A continuación se muestra una tabla de frecuencias de las actividades ya mencionadas.

**TABLA 2 TABLA DE FRECUENCIAS DE ACTIVIDADES DEL ASD**

Tarea	Frecuencia	Áreas involucradas	KPI	UM	Herramienta de ingeniería Industrial
Despacho de cemento	Diaria	Coordinación Logística	Estadía	TN/ tiempo	Manejo de Carta Porte/ Logística
Despacho de multiproducto	Diaria	Coordinación Logística	Estadía	TN/ tiempo	Estudio de tiempos, control de inventarios
Actividades Administrativas	Diaria	Supervisor de Patio	Jornada Laboral	Actividades/ horas	Estudio de tiempos y movimientos
Ingreso de abastos de cemento	Diaria	Abastos	Estadía	TN/ tiempo	Estudio de tiempos, control de inventarios
Despacho de Servicios Logísticos	Intermitente	Planeación estratégica	Estadía	TN/ tiempo	Estudio de tiempos y movimientos
Ingreso de abastos de Multiproducto	Diaria	Abastos	Estadía	TN/ tiempo	Estudio de tiempos, control de inventarios
Manejo de valores	Intermitente	Finanzas y tesorería	Estadía	Ingresos/tiempo	Estudio de tiempos y movimientos

## Capítulo 2

En este capítulo se realizará un análisis para identificar la o las tareas y los horarios en los que el ASD invierte la mayor parte del tiempo, y con el uso de teoría de colas, herramientas estadísticas y de probabilidad simular con un software el comportamiento del área analizada.

### 2.1 Definición del área y tareas

#### BÁSCULA

Es el área donde el asesor de servicio de despacho (ASD) es responsable del despacho de cemento, multiproducto y servicios logísticos.

Se ubica en la sección “C” del LAY OUT mostrado en la ilustración

El área se compone de las siguientes secciones:

#### Edificio de báscula

Alberga los indicadores digitales que muestran el peso de las unidades que se posicionan sobre ellas.

Escritorios y equipos de cómputo para realizar las tareas administrativas que se deben desarrollar en todos los procesos de COMPAÑÍA DE CEMENTO.

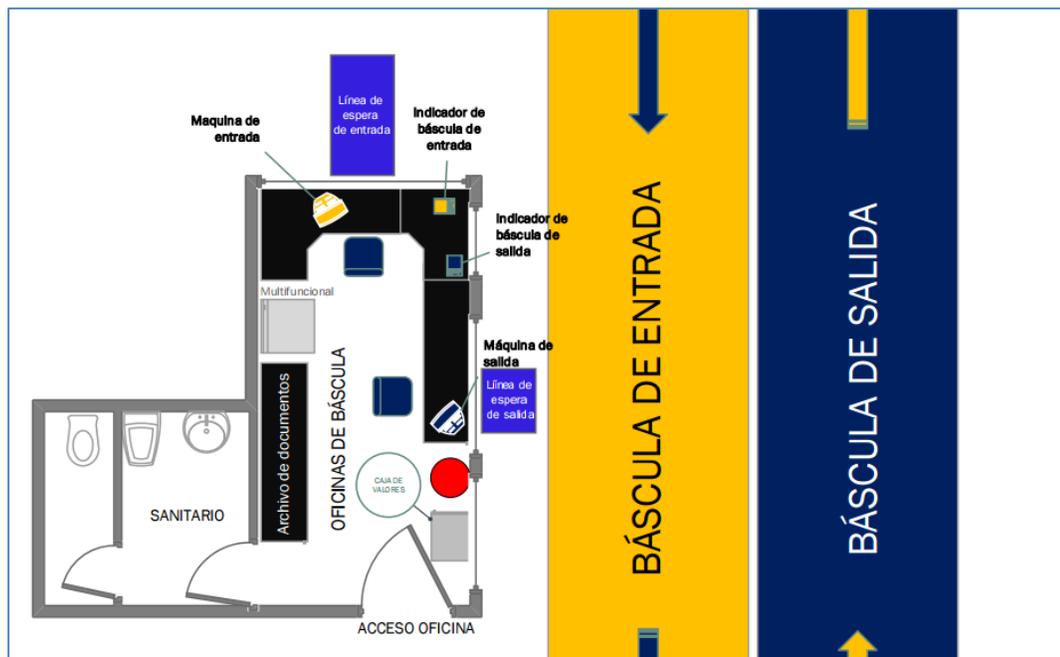


ILUSTRACIÓN 7 LAY OUT BASCULA FUENTE: DIAGRAMA DE AUTORÍA PROPIA

FUENTE: DIAGRAMA DE AUTORÍA PROPIA

## Báscula camionera A

También nombrada como báscula de entrada, tiene una capacidad 72 TN.<sup>7</sup> Por esta báscula se ingresa a cualquier área del depósito.

## Báscula camioneta B

Nombrada como báscula de salida, con una capacidad de 65 TN.<sup>8</sup> Todas las unidades destaran al salir del depósito en esta báscula.

Para poder realizar el diagnóstico productivo se realizará un análisis Pareto para determinar el 80% de las tareas que nos muestra el 20% de oportunidad para mejorar.

**TABLA 3 TABLA DE FRECUENCIA DE ACTIVIDADES EN BÁSCULA**

Tarea	Frecuencia
Despacho de cemento:	<b>1895</b>
Despacho de multiproducto:	<b>359</b>
Actividades Administrativas	<b>342</b>
Ingreso de abastos de cemento:	<b>85</b>
Despacho de Servicios Logísticos:	<b>51</b>
Ingreso de abastos de Multiproducto:	<b>48</b>
Manejo de valores:	<b>15</b>

Realizando el cálculo de porcentajes se acomoda de menor a mayor con el porcentaje acumulado

**TABLA 4 FRECUENCIAS CON PORCENTAJES ACUMULADOS**

Tarea	Frecuencia	%Acumulado
Despacho de cemento:	<b>1895</b>	<b>67.8%</b>
Despacho de multiproducto:	<b>359</b>	<b>80.6%</b>
Actividades Administrativas	<b>342</b>	<b>92.9%</b>
Ingreso de abastos de cemento:	<b>85</b>	<b>95.9%</b>
Despacho de Servicios Logísticos:	<b>51</b>	<b>97.7%</b>
Ingreso de abastos de Multiproducto:	<b>48</b>	<b>99.5%</b>
Manejo de valores:	<b>15</b>	<b>100.0%</b>

<sup>7</sup> METTLER TOLEDO Modelo EB350 FICHA TÉCNICA, Calibración 01.09.2015

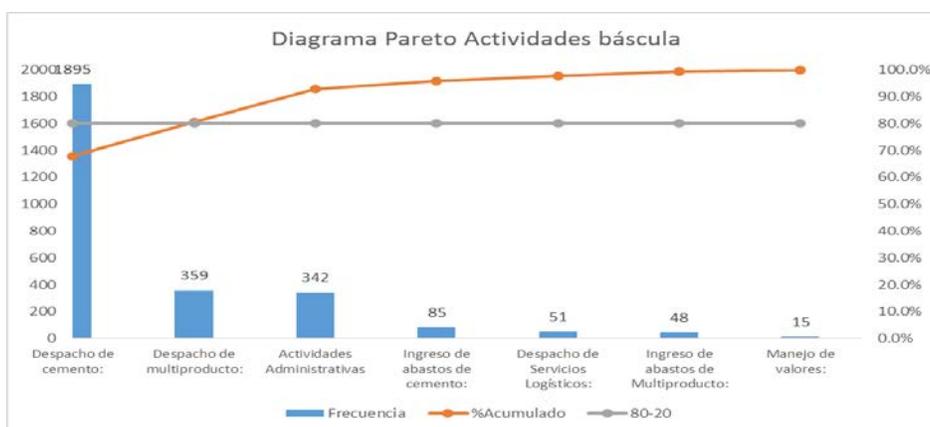
<sup>8</sup> METTLER TOLEDO FICHA TÉCNICA, Calibración 01.09.2015

Finalmente fijando el nivel del 80% obtenemos las actividades donde se invierte más tiempo, y se observa que el porcentaje de actividad que se encuentra más cercano al 80% es despacho de multiproducto.

**TABLA 5 DISTINCIÓN DE LA ACTIVIDAD CON MAYOR INVERSIÓN DE TIEMPO PARA EL ASD**

Tarea	Frecuencia	%Acumulado
Despacho de cemento:	<b>1895</b>	<b>67.8%</b>
Despacho de multiproducto:	<b>359</b>	<b>80.6%</b>
Actividades Administrativas	<b>342</b>	<b>92.9%</b>
Ingreso de abastos de cemento:	<b>85</b>	<b>95.9%</b>
Despacho de Servicios Logísticos:	<b>51</b>	<b>97.7%</b>
Ingreso de abastos de Multiproducto:	<b>48</b>	<b>99.5%</b>
Manejo de valores:	<b>15</b>	<b>100.0%</b>

Se muestran las actividades de mayor frecuencia en la gráfica Gráfica 1 Pareto de las actividades de báscula el despacho Multiproducto y actividades administrativas tiene una mayor inversión de tiempo por parte del ASD.



**GRÁFICA 1 PARETO DE LAS ACTIVIDADES DE BÁSCULA**

**TABLA 6 TABLA DE HORARIOS DE SERVICIO DE BÁSCULA**

UN Tláhuac, tiene horarios establecidos para brindar servicio, en la Tabla 7 Tabla de horarios de servicio de báscula. Tabla 8 Tipos de unidades y sus capacidades de carga.

Tarea	Horarios
Despacho de cemento:	De lunes 6:00 a sábado 22:00
Despacho de multiproducto:	De lunes a sábado de 6:00 a 22:00
Ingreso de abastos de cemento:	De lunes 6:00 sábado 22:00
Despacho de Servicios Logísticos:	De lunes 6:00 a sábado 22:00
Ingreso de abastos de Multiproducto:	De lunes a sábado de 6:00 a 22:00
Actividades administrativas:	De lunes 6:00 a sábado 22:00
Manejo de valores:	De lunes 6:00 a sábado 22:00

## 2.2 Análisis de datos para arribos en báscula

La segunda parte de este capítulo mostrará el comportamiento de los distintos tipos de arribos durante todo el mes. Los registros de estos se tomaron en los horarios que marca la Tabla 8 Tipos de unidades y sus capacidades de carga del 01 al 31 Julio del 2014; y simultáneamente se mostrarán los tipos de arribos y análisis de los mismos del 31 de Julio 2014 de 06:00 a 22:00. Esta distinción se realiza ya que de acuerdo a la Gráfica 1 Pareto de las actividades de báscula se invierte más tiempo durante los horarios de servicio de multiproducto. Cada que el área comercial comunica a los clientes de Compañía de Cemento que tendrá un incremento en los precios de los productos que ofrecen, la demanda sube al igual que en los últimos días de cada mes. Para objeto de estudio del área nos enfocaremos solo en los datos del último día de mes.

El ASD de utiliza las básculas para ingresar y despachar camionetas con capacidad de carga de 3.5 a 5.0 TN, unidades tipo rabón con capacidad de carga de 7.0 a 10.0 TN, unidades tipo Torton con capacidad de carga de 15.0 a 20.0 TN, unidades sencillas de un remolque con capacidades de 30.0 a 40.5 TN y unidades tipo full remolque doblemente amortiguadas con capacidad de 36.0 a 54.0 TN.

Para su línea de carga a granel ingresa unidades tipo pipa integral COMPAÑÍA DE CEMENTO con capacidad de 12.5 a 15.0 TN, unidades pipa remolque con capacidad de 25.0 a 35.0 TN y unidades pipa tipo full remolque doblemente amortiguada con capacidad de 48.0 a 53.0 TN, en ocasiones trabaja con unidades tipo Rabón con estructura para varilla recta ya que por las dimensiones del material que transportará se toma como una unidad especializada. Su capacidad para este material es de 3.5 a 5.0 TN. Incluso el ASD tiene que despachar unidades tipo Torton con estructura para varilla recta con capacidad de carga de 6.0 a 10.0 TN. Se clasifican las unidades de acuerdo a su capacidad de carga con letras del alfabeto para hacer referencia a ellas de una manera más breve. Esta clasificación se muestra en la Tabla 8 Tipos de unidades y sus capacidades de carga.

TABLA 7 TIPOS DE UNIDADES Y SUS CAPACIDADES DE CARGA

Tipo de	Unidad	A	B	B1	C	C1
	Descripción	Camioneta	Rabón	Rabón con estructura para varilla recta	Torton	Torton con estructura para varilla recta
	Capacidad (Tn)	3.5-5.0	7.0- 10.0	3.5-5.0	15.0-20.0	6.0-10.0
Tipo de	Unidad	D	E	G	H	I
	Descripción	Unidad sencilla, remolque	Unidad tipo full doble remolque	Pipa Integral COMPAÑÍA DE CEMENTO	Pipa remolque sencillo	Pipa tipo full doble remolque
	Capacidad (Tn)	30.0-40.5	36.-54.0	12.5-15.0	25.0-35.0	48.0-53.0

### 2.2.1 Arribos de unidades para viaje de cemento

Las unidades que se presentan para realizar este tipo de viajes son unidades tipo A, B, C, D, E, F, G, H e I. El depósito las atiende las 24 horas del día de acuerdo a sus horarios y al programa que haya realizado el área de Planeación.

Con la recopilación de datos del mes de Julio se obtuvieron 1895 viajes de cemento y sus derivados: mortero, impercem, cemento blanco, cemento en presentación de 25 Kg para blanco y gris y cemento a granel. El comportamiento de viajes se muestra en la Tabla 17 Registro de viajes de Cemento Julio 2014 y Gráfica 2 Comportamiento de viajes en el mes Julio 2014. El horario en que más repuntan los arribos de viajes de cemento es a las 06:00 debido a que los lunes son los días que se reanudan las actividades después del fin de semana, este patrón se muestra en la Tabla 18 Arribos por horario para viajes de Cemento Julio 2014 y en la Gráfica 3 Comportamiento de viajes de Cemento Julio 2014 por horario, así mismo se tiene el comportamiento para el 31 de Julio 2014 en la Tabla 19 Arribos para viaje de Cemento 31 Julio 2014 y en la Gráfica 4 Comportamiento de viajes 31 Julio 2014. De acuerdo a la Tabla 20 Arribos entre 06:00-22:00 31 de Julio 2014 el 31 de Julio se presentaron 103 viajes para cargar cemento entre las 06:00 y las 22:00, 103 viajes que arribaron con intervalos de tiempo. Estos intervalos tienen referencia a las 06:00 como punto de origen y la unidad de tiempo que se toma para medir la diferencia entre arribos son **segundos (s)**.

La diferencia entre arribos para Viajes de Cemento se muestran en la Tabla 21 Tiempos entre arribos viajes de cemento entre las 06:00 y 22:00 31 Julio 2014 que detalla el valor de cada muestra tomada, es decir cuánto tardó en llegar cada una de las unidades a cargar cemento.

### 2.2.2 Arribos de unidades para viaje de Multiproducto

Las unidades que se presentan para realizar este tipo de viajes son unidades tipo A, B, B1, C, C1, D y E. El depósito las atiende las de 06:00 a 22:00 horas de acuerdo a sus horarios y al programa que haya realizado el área de Planeación.

El comportamiento de estos se muestra en la Gráfica 5 Viajes de Multiproducto realizados en Julio 2014 tuvo un repunte en la demanda durante los días 16 y 24 de Julio 2014, sin embargo en la Gráfica 6 Viajes de Multiproducto por horario durante Julio 2014 se observa que el horario en que la demanda repunta es a las 06:00 debido a que es el día en que planeación realiza la mayor parte de la carga durante la semana. Para el 31 de Julio se tienen 14 viajes de Multiproducto, es un nivel de demanda bajo consideradamente, y se observa en la Gráfica 7 Viajes de Multiproducto 31 Julio 2014.

La diferencia entre arribos para viajes de Multiproducto se muestran en la Tabla 25 Tiempo entre arribos de Multiproducto 31 Julio 2014 que detalla el valor de cada muestra tomada.

**Nota:** A partir de esta sección se mencionan tablas que se visualizan solo en el apartado de anexos (Ubicar en índice).

### 2.2.3 Arribos de unidades de Abastos de Cemento

Las unidades que se presentan para entregar este tipo de material son D y E , su comportamiento durante el mes se observa en la Gráfica 2 Comportamiento de viajes en el mes Julio 2014 y para el análisis de este capítulo su comportamiento para el fin de mes se ve en la Gráfica 4 Comportamiento de viajes 31 Julio 2014. Su tiempo entre arribos se muestra en la Tabla 29 Tiempo entre arribos Abastos Cemento 31 Julio 2014.

### 2.2.4 Arribos de unidades de Abasto de Multiproducto

Para este tipo de abastos se han recibido unidades tipo A, B , C, D y E, dependiendo del material que arribe a la UN.

Sus arribos durante el mes se muestran en la Gráfica 11 Abastos de MP<sup>9</sup> durante Julio 2014 para el final del mes su comportamiento se muestra en Gráfica 13 Abastos MP 31 Julio 2014 y los datos que se utilizarán para su análisis se tienen la Tabla 33 Tiempo entre Arribos MP 31 Julio 2014.

### 2.2.5 Arribos de unidades de Servicios Logísticos

---

<sup>9</sup> MP: Nomenclatura para hacer alusión a Multiproducto

Como se menciona en el capítulo COMPAÑÍA DE CEMENTO ofrece su infraestructura Logística para brindar servicios a clientes (empresas) en temas de distribución. Las unidades que llegan a UN Tláhuac se rigen con un programa previamente realizado por el área de planeación. Estas unidades se presentan para carga como se muestra en la Gráfica 14 Arribos Servicios Logísticos Julio 2014 para el final del mes tiene una tendencia creciente que se observa en la Gráfica 16 Arribos Servicios logísticos 31 Julio 2014 y esta tendencia es detallada en la Tabla 37 Tiempo entre Arribos para Servicios Logísticos.

### 2.2.6 Arribos de clientes para Manejo de valores

En los cierres de mes incrementa el número de clientes que solicita servicios de valores en COMPAÑÍA DE CEMENTO principalmente promotores que por temas bancarios y agilidad deciden depositar directamente en las instalaciones de COMPAÑÍA DE CEMENTO. El comportamiento de estos arribos se ven en la Gráfica 17 Arribos de clientes para Manejo de Valores Julio 2014, para el fina de mes su arribos tienen el comportamiento que se plasma en la Gráfica 19 Arribos para Manejo de Valores 31 Julio 2014 y sus tiempos de llegada se muestran en Tabla 41 Tiempo entre Arribos de clientes para Manejo de Valores.

### 2.2.7 Arribos de solicitudes para Actividades administrativas

El ASD además de realizar las actividades que ya se han mencionado necesita cumplir con solicitudes administrativas para poder lograr una coordinación completa.

Para efectos de análisis solamente se registraron datos de cierre de mes, el comportamiento de las actividades en el horario 06:00 – 22:00 se muestra en la Gráfica 20 Cantidad de Solicitudes para Actividades Administrativas y su patro de llegadas se muestra en la Tabla 42 Tiempo entre arribos de Solicitud de actividades administrativas. Se utilizó el Software @Risk <sup>10</sup>, útil para el análisis de riesgos y se obtuvieron funciones de distribución para los comportamientos de estos arribos el 31 de Julio de 2014, se tiene la siguiente tabla.

**TABLA 8 FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE ARRIBOS EN TLÁHUAC 31 JULIO 2014**

<b>ARRIBO</b>	<b>FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN</b>
<b>Viajes de Cemento</b>	<b>loglogistic(0.65781,115.82,1.2309,0)</b>
<b>Viajes de Multiproducto</b>	<b>normal(1990.4,2805,0)</b>
<b>Abastos de Cemento</b>	<b>normal(3893.5,5485.3,0)</b>
<b>Abastos de Multiproducto</b>	<b>normal(4676.8,6872.6,0)</b>
<b>Manejo de Valores</b>	<b>uniform(-4138.8,24839,0)</b>

<sup>10</sup> Ver procedimiento de Ajuste en Anexo.

<b>ARRIBO</b>	<b>FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN</b>
<b>Servicios Logísticos</b>	<b>inversegaussian(8743.3,3.8906,0.16917,0)</b>
<b>Actividades Administrativas</b>	<b>uniform(-47.953,2155,0)</b>

### 2.3 Análisis de tiempos de servicio

#### 2.3.1 Análisis de tiempos de servicio en báscula de entrada

Los datos registrados para este apartado fueron registrados el 31 de Julio 2014 con ayuda de los ASD que se encontraban en turno, ya que se les midió su rendimiento con fines cuantitativos de actividades.

Se tiene registros la manera en que se atiende lo viajes de cemento en Tabla 43 Tiempos de servicio para unidades de Viaje de Cemento de igual forma se tienen en la Tabla 44 Tiempo de servicio para Viajes de multiproducto como el ASD se vale de sus habilidades para brindar el servicio más rápido. La Tabla 45 Tiempo de servicio Abasto Cemento nos muestra los tiempos para recibir cemento, la Tabla 46 Tiempo de servicio Abasto MP es un caso singular ya que tratándose de un cierre de mes se complica la recepción de este tipo de abastos.

El recibir efectivo y cheques depende totalmente de la destreza del ASD, estos tiempos se registraron en la Tabla 47 Tiempo de servicio de Manejo de Valores, de la misma manera se tienen en la Tabla 48 Tiempo de servicio Servicios Logísticos los tiempos con los que se realizaron los viajes de interceramic. Y finalmente en la Tabla 49 Tiempo de servicio en Actividades Administrativas se registra la rapidez con que se coordinación la operación.

De la misma manera realizaron ajustes para estos datos y se obtuvieron las siguientes distribuciones:

**TABLA 9 FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE SERVICIO DEL ASD DE ENTRADA**

<b>Servicio ASD Entrada</b>	<b>FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN</b>
<b>Viajes de Cemento</b>	<b>triangular(-5.2207,76,104.48,0)</b>
<b>Viajes de Multiproducto</b>	<b>uniform(-2.5556,100.56,0)</b>
<b>Abastos de Cemento</b>	<b>uniform(-5.8462,96.846,0)</b>
<b>Abastos de Multiproducto</b>	<b>pareto(0.3007,1,0)</b>
<b>Manejo de Valores</b>	<b>uniform(-78.8,479.8,0)</b>
<b>Servicios Logísticos</b>	<b>pareto(0.33448,1,0)</b>
<b>Actividades Administrativas</b>	<b>exponential(149.28,8.0288,0)</b>

#### 2.3.2 Análisis de tiempos de servicio en Báscula de Salida

Las actividades que realiza el ASD a la entrada y la salida son diferentes, ya que en la primera le da acceso a la UT a la UN para realizar una carga o descarga y en la segunda despacha la unidad cargada o vacía después de los trámites correspondientes.

Al igual que los datos de la báscula de entrada se analizaron y se ajustaron a funciones de distribución. Se muestran en la siguiente tabla:

**TABLA 10 FUNCIONES DE DISTRIBUCIÓN DE SERVICIO DE ASD DE SALIDA**

<b>Servicio ASD Salida</b>	<b>FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN</b>
<b>Viajes de Cemento</b>	<b>uniform(0.22927,159.77,0)</b>
<b>Viajes de Multiproducto</b>	<b>inversegaussian(142.12,13.892,-1.301,0)</b>
<b>Abastos de Cemento</b>	<b>pareto(0.30547,1,0)</b>
<b>Abastos de Multiproducto</b>	<b>pareto(0.28296,1,0)</b>
<b>Manejo de Valores</b>	<b>uniform(-78.8,479.8,0)</b>
<b>Servicios Logísticos</b>	<b>laplace(252,52.0431,0)</b>
<b>Actividades Administrativas</b>	<b>exponential(149.28,8.0288,0)</b>

Los datos que se utilizaron se encuentran en las tablas:

- Tabla 50 Tiempos de Servicio para despacho de Cemento ASD Salida
- Tabla 51 Tiempo de Servicio para despacho de MP ASD salida
- Tabla 52 Tiempo de servicio Abasto de Cemento ASD Salida
- Tabla 53 Tiempo de servicio Abasto MP ASD Salida
- Tabla 54 Tiempo de servicio Servicios Logísticos ASD Salida
- Tabla 55 Tiempos de servicio Actividades Administrativas ASD Salida

#### 2.4 Análisis de datos de tiempo de servicio en Area de Operaciones

Una vez que el ASD le ha dado ingreso a una unidad esta se dirige a la línea de carga asignada, estas líneas de carga tienen de igual forma tiempos de servicio y se encuentran descritos en las siguientes tablas:

- Tabla 56 Tiempo de servicio OPERACIONES carga Cemento
- Tabla 57 Tiempos de servicio OPERACIONES carga de MP
- Tabla 58 Tiempos de servicio OPERACIONES descarga de Cemento
- Tabla 59 Tiempo de servicio OPERACIONES descarga de MP
- Tabla 60 Tiempo de servicio OPERACIONES carga de Servicios Logísticos

Para recabar estos datos se le pidió al ASD entregara formatos de llenado para cada operador que cargara o descargara en el depósito.

Se realizó el análisis con toda la población que llegó en los horarios ya mencionados para el 31 de Julio 2014.

## 2.5 Adaptación a Teoría de colas y Simulación con Flex Sim

### 2.5.1 Adaptación a Teoría de colas

La teoría de colas es un estudio matemático de líneas de espera. Una línea de espera es un fenómeno que ocurre cuando un servicio ofertado tiene una menor capacidad que la demanda del mismo.

Es fácil identificar las líneas de espera en la vida cotidiana, ya que la principal característica de esta es la sensación de una merma de tiempo en espera de ser atendido.

El área de báscula coordina el flujo de unidades de transporte dentro de la unidad de negocio, para lograrlo debe interactuar con el área de operaciones, compuesta por las cinco líneas de servicio que ya se mencionaron en el capítulo 1.

Para poder representar con teoría de colas se identifican los siguientes elementos

- **Patrón de llegada de clientes:** Frecuencia con la que los clientes llegan al servicio demandado.
- **Patrón de servicio de servidores:** Ritmo con el que los clientes que llegan a solicitar el servicio son atendidos.
- **Disciplina de la cola:** Orden en el que los clientes son atendidos.
- **Capacidad del sistema:** Número de clientes que puede atender el sistema de manera simultánea.
- **Número de canales del sistema:** Pueden ser uno o más de un lugar o servidor que brinda el servicio dentro del sistema.
- **Número de etapas del servicio:** secciones del sistema por la que es necesario recorrer para obtener el servicio completo

Y trabajando con la notación Kendall<sup>11</sup> se describirá el comportamiento del Sistema.

$$A/B/C/D/E/F$$

A Representa la tasa con que llegan los clientes al Sistema.

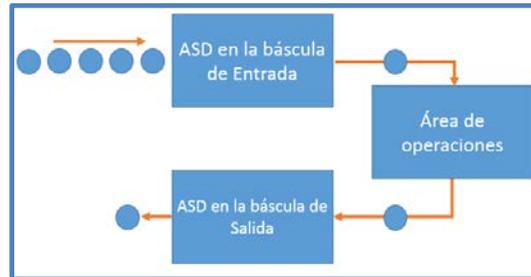
B Representa la tasa con que los clientes son atendidos.

---

<sup>11</sup> Hillier / Lieberman 1989, Teoría de colas

- C Representa el número de servidores.
- D Representa la capacidad de clientes permitidos en la cola.
- E Representa la capacidad de clientes permitidos en el Sistema.
- F Representa la disciplina de la cola.

El Sistema se encuentra formado de la siguiente manera



**ILUSTRACIÓN 8 DIAGRAMA DE FLUJO SERVICIO CADI TLÁHUAC**

**FUENTE: DIAGRAMA DE AUTORÍA PROPIA**

Para el primer elemento de la notación Kendall se analizaron los arribos en la sección 2.2 de este capítulo. Con la tabla de arribos y sus funciones de distribución

$$A/B/C/D/E/F$$

**ILUSTRACIÓN 9 NOTACIÓN KENDALL TASA CON LA QUE LOS CLIENTES LLEGAN AL SISTEMA**

El siguiente elemento de la notación Kendall queda ocupado por el desempeño del ASD a la entrada, el mismo ASD a la salida y la zona de operaciones que son los que atienden a los clientes en el sistema.

$$A/B/C/D/E/F$$

**ILUSTRACIÓN 10 NOTACIÓN KENDALL TASA CON LA QUE LOS CLIENTES SON ATENDIDOS.**

La báscula de entrada y el ASD son partes del sistema que representan el elemento C de la notación Kendall, número de servidores. En este caso como se analiza la báscula la cantidad de servidores será uno.

$$A/B/C/D/E/F$$

**ILUSTRACIÓN 11 NOTACIÓN KENDALL NÚMERO DE SERVIDORES**

La línea de espera representa el elemento D de la notación Kendall, capacidad de clientes permitidos en la cola. En este análisis el número de clientes permitidos en la cola es siete.

$$A/B/C/D/E/F$$

**ILUSTRACIÓN 12 NOTACIÓN KENDALL NÚMERO DE CLIENTES PERMITIDOS EN LA COLA**

La capacidad de clientes permitidos en el sistema por hora está dada por la siguiente tabla

**TABLA 11 ELEMENTOS PERMITIDOS EN EL SISTEMA**

Actividad	Cientes por hora
Cemento	12
MP	3
Granel	2
Ingreso Valores	2
Servicios logísticos	1

De esta manera quedaría representado el elemento E de la notación Kendall

$$A/B/C/D/E/F$$

**ILUSTRACIÓN 13 NOTACIÓN KENDALL CLIENTES PERMITIDOS EN EL SISTEMA**

El orden en el que son atendidos los clientes es First Input First Output (FIFO) con lo que se representaría el elemento F de la notación Kendall.

### 2.5.2 Simulación con Flex Sim

La simulación de procesos es considerada una herramienta poderosa en áreas industrial, mecánica, de negocios, médico, astronómico, en resumen un de sinfín de estas que se puedan simular; ya que se imita el comportamiento de un sistema real, para brindar un panorama con riesgos y beneficios en el futuro del mismo, después de modificar variables de acuerdo a los escenarios que se pretenden presentar.

El poder de una simulación está dado por la veracidad del modelado de todas las partes del sistema. Ya que la estructura, organización e interacción de todos los elementos es responsabilidad absoluta de la persona que lleva a cabo la simulación.

Los elementos a considerar para poder realizar la simulación son:

**Sistema:** Es el conjunto de elementos que interactúan unos con otros para lograr un fin común.

**Modelo:** Es una representación del sistema actual, este debe ser lo suficiente complejo para poder responder a las distintas incógnitas que puedan existir, pero no tan complejo para no hacer del modelado un proceso interminable.

**Variables del sistema:** Es la colección de todos los datos que se requieren para definir lo que está pasando en el sistema.

**Fuente de recursos:** Son elementos que proveen de entidades que son generadas para ser atendidas o atender, además que una fuente puede generar más de un tipo de entidad en determinado tiempo o siguiendo funciones de distribución.

**Entidades:** Representan Objetos que se mueven a través del sistema para ser atendidos, o procesados, en las distintas partes de este.

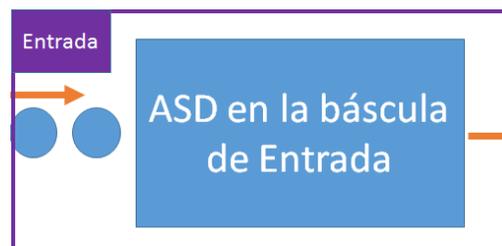
**Locaciones:** Áreas en las que las entidades son atendidas o procesadas, definidas por todos los elementos que sirven para este fin.

**Lista de procesos:** Describen la disciplina en que son atendidas las entidades en las locaciones, estas pueden tener una disciplina FIFO (First In – First Out), o LIFO (Last IN- First Out) o de acuerdo a los criterios establecidos en el sistema, que pueden variar por tipo de producto, prioridad, proceso o cliente.

**Actividades y demoras:** Las actividades son los tiempos que dura en ser realizada una tarea en las locaciones, estos tiempos pueden ser constantes o variables. Tomar valores predeterminados o de una función de distribución. Mientras que las demoras son los tiempos que no son aprovechados en las locaciones para procesar las entidades, causadas por la combinación de condiciones del sistema.

Flex Sim es un software de simulación que permite imitar sistemas de servicio-operación de cualquier tamaño. Este software se utilizó en este capítulo para hacer un análisis de las tareas que realiza el ASD y como interactúa con el resto del sistema.

### 2.5.3 Modelado sección Entrada

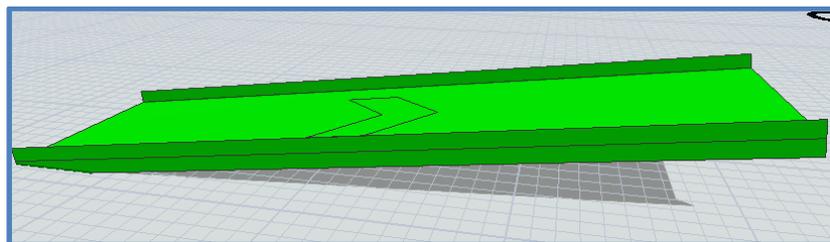


La línea de espera es un (**queue**) de color café, elemento de simulación de Flex Sim que tiene una capacidad para siete unidades antes de subir a la báscula camionera, todas las unidades deben de ser atendidas por ende ninguna entidad abandona la fila antes de ser atendida. Esta parte del sistema representa el elemento D de la notación Kendall, capacidad de clientes permitidos en la cola.



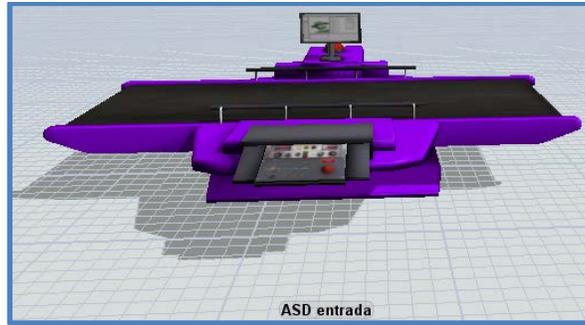
**ILUSTRACIÓN 14 LÍNEA DE ESPERA INSERTADA EN FLEX SIM**

Se inserta un (**conveyor**) de color verde, elemento de simulación de Flex Sim que simula una rampa para representar el tramo que la entidad tiene que recorrer antes de subir a la báscula camionera. Como ya se mencionó la velocidad máxima permitida dentro del depósito es de 10 km/s, pero las unidades de tiempo con las que se trabajan son segundos. Por ende la velocidad transformada a m/s queda 2.70 m/s.



**ILUSTRACIÓN 15 RAMPA CONVEYOR EN FLEX SIM**

Un (**processor**) color morado, elemento de simulación de Flex Sim representa la combinación ASD y báscula camionera; la capacidad máxima de esta locación es uno, ya que solo se cuenta con un servidor (ASD) quien atiende a todas las unidades para que ingresen a la zona de operaciones



**ILUSTRACIÓN 16 PROCESSOR EN FLEX SIM, PRIMERA LOCACIÓN DEL SISTEMA**

En siguiente Layout se marca con morado la sección ENTRADA del sistema para mostrar la dimensiones de la misma dentro de la UN Tláhuac.



**ILUSTRACIÓN 17 LAY OUT DE LA SECCIÓN ENTRADA DEL SISTEMA**

### 2.5.3 Modelado sección Operaciones

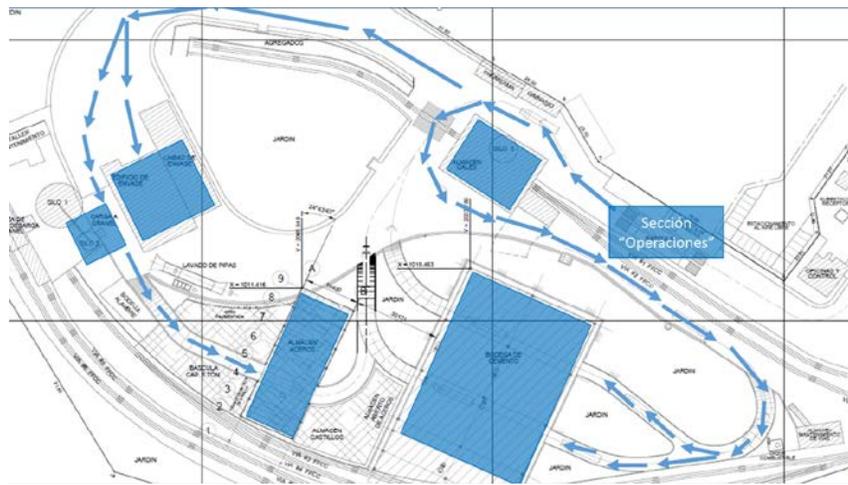


Para modelar la sección B, se toma que abarca a partir de que la UT baja de la báscula camionera y comienza su camino hacia la zona de operaciones y hasta que llega a esta. Para el (**processor**) color azul, elemento de simulación en Flex Sim, existe un tiempo de set up; es decir de arranque de proceso, este tiempo varía dependiendo del tipo de entidad que se presente ya que las distancias de la báscula a cada área es diferente.

Se realiza un supuesto de que todas las UT transitan a 2.78 m/s dentro del depósito, y se tienen conocidas las distancias ya mencionadas. Como se escribe en el Capítulo 1, UN Santa Cata cuenta con 5 líneas de carga, la bodega grande y el área de MP cuentan con dos servidores cada una, por ello el *processor* que representa la Zona de Operaciones tiene una capacidad para siete UT. Tomando en cuenta que se tiene un servidor en la carga de Bandas, otro en la carga a Granel y un último en la zona de Polvos de MP. Teniendo así un total de siete locaciones disponibles en esta zona.

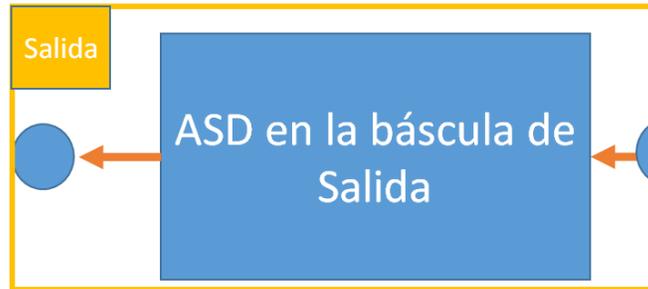


**ILUSTRACIÓN 18 PROCESSOR PARA ZONA DE OPERACIONES EN FLEX SIM SEGUNDA FASE DE LOCACIÓN DEL SISTEMA.**

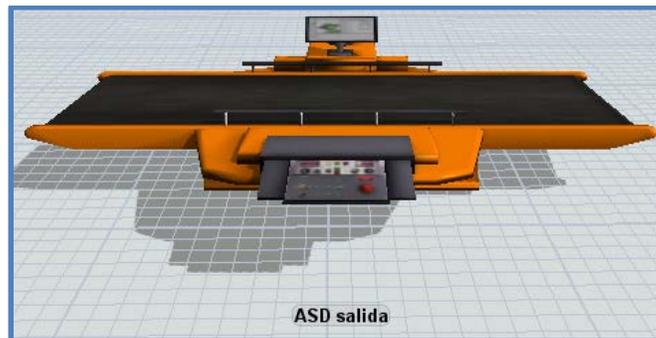


**ILUSTRACIÓN 19 LAYOUT DE LA SECCIÓN OPERACIONES DEL SISTEMA**

#### 2.5.4 Modelado sección Salida

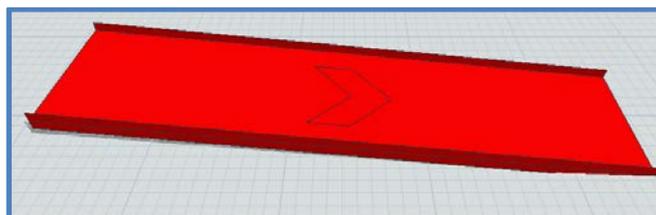


Después de que las unidades son cargadas en alguna de las áreas, se dirigen a la báscula para que la siguiente locación que es la combinación báscula de salida y ASD procese las unidades y así estas puedan abandonar el sistema. Se tiene en color naranja un (**processor**) elemento de simulación de Flex Sim, al igual que el que zona de procesos tiene un tiempo de *Setup*, esta se encuentra varía dependiendo la UT (entidad) que se dirija a la báscula. Y varían de acuerdo a las distancias entre la salida de las locaciones y la velocidad 2.78 m/s dentro del depósito. La capacidad máxima es de uno, ya que el ASD es el único servidor en esta.

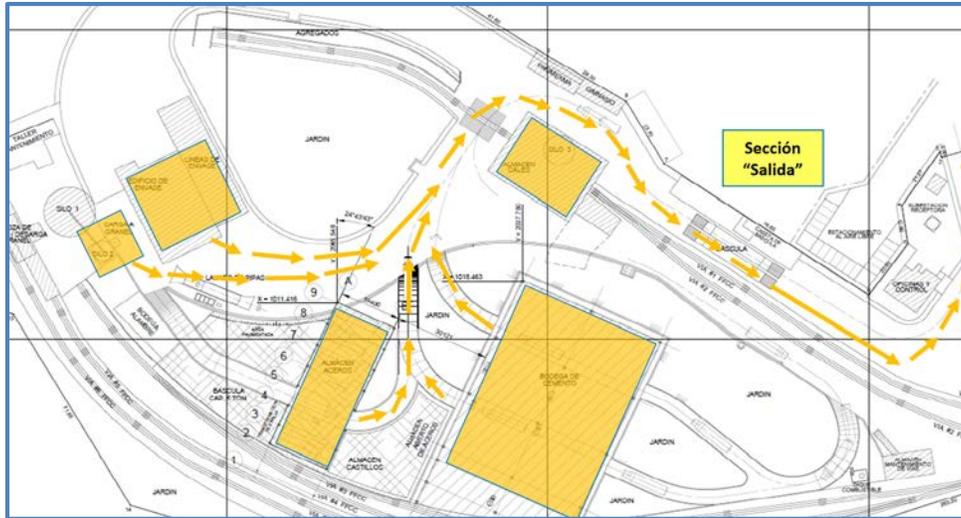


**ILUSTRACIÓN 20 PROCESSOR EN FLEX SIM TERCERA LOCACIÓN DEL SISTEMA**

A la salida del processor se tiene un (conveyor) de color rojo, elemento de simulación de Flex Sim que representa la rampa a la salida de la báscula de Salida y dirige las entidades al final del sistema. Con una velocidad de 2.78 m/s

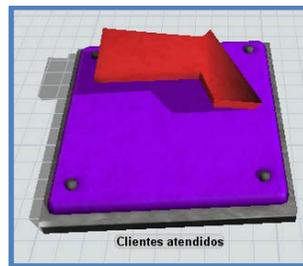


**ILUSTRACIÓN 21 RAMPA CONVEYOR EN FLEX SIM**



**ILUSTRACIÓN 22 LAYOUT DE LA SECCIÓN C DEL SISTEMA.**

La salida del sistema representado por el (sink) elemento de simulación de Flex Sim en color morado, que cierra el ciclo del de este y funge como salida para las entidades; en el modelado este elemento nos muestra la cantidad de clientes atendidos.



**ILUSTRACIÓN 23 SINK EN FLEX SIM CIERRA EL CICLO DEL SISTEMA.**

### 2.5.5 Modelado de Fuentes de recursos

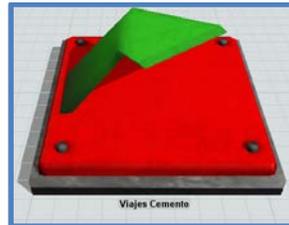
Las fuentes que se van a modelar corresponden a los arribos para báscula mencionados en la sección 2.2 Análisis de datos para arribos en báscula. Quedando así las siguientes fuentes generadoras.

Representado con un (**source**) elemento de simulación de Flex Sim en color rojo, la Fuente generadora de

Tipo de	Unidad	A	B	B1	C	C1
Descripción		Camioneta	Rabón	Rabón con estructura para varilla recta	Torton	Torton con estructura para varilla recta
Capacidad (TN)		3.5-5.0	7.0- 10.0	3.5-5.0	15.0-20.0	6.0-10.0

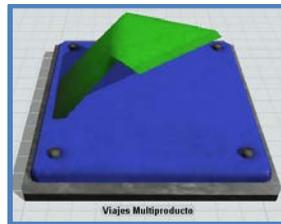
Tipo de	Unidad	D	E	G	H	I
Descripción		Unidad sencilla, remolque	Unidad tipo full doble remolque	Pipa Integral COMPAÑÍA DE CEMENTO	Pipa remolque sencillo	Pipa tipo full doble remolque
Capacidad (TN)		30.0-40.5	36.-54.0	12.5-15.0	25.0-35.0	48.0-53.0

### 2.2.1 Arribos de unidades para viaje de cemento.



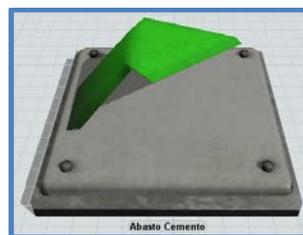
**ILUSTRACIÓN 24 SOURCE EN FLEXSIM PARA ARRIBOS DE UNIDADES PARA VIAJE DE CEMENTO**

Representado con un (source) en color azul, la Fuente generadora de 2.2.2 Arribos de unidades para viaje de Multiproducto.



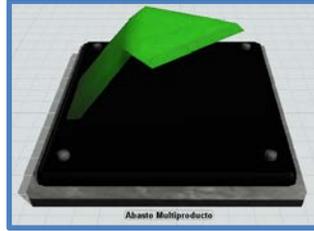
**ILUSTRACIÓN 25 SOURCE EN FLEXSIM PARA ARRIBOS DE UNIDADES PARA VIAJE DE MULTIPRODUCTO**

Representado con un (source) en color gris, la Fuente generadora de 2.2.3 Arribos de unidades de Abastos de Cemento.



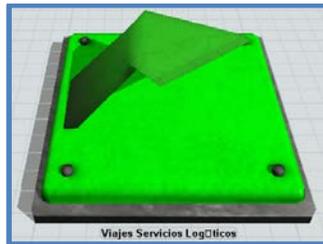
**ILUSTRACIÓN 26 SOURCE EN FLEXSIM PARA ARRIBOS DE UNIDADES DE ABASTO DE CEMENTO**

Representado con un (source) en color negro, la Fuente generadora de 2.2.4 Arribos de unidades de Abasto de Multiproducto.



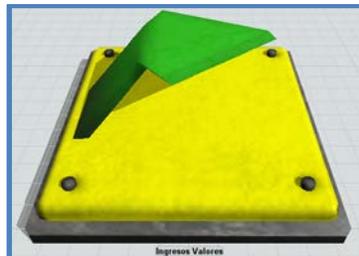
**ILUSTRACIÓN 27 SOURCE EN FLEXSIM PARA ARRIBOS DE ABASTO DE MULTIPRODUCTO**

Representado con un (source) en color verde, la Fuente generadora de 2.2.5 Arribos de unidades de Servicios Logísticos.



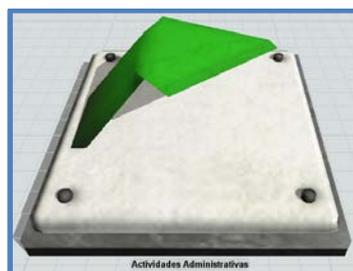
**ILUSTRACIÓN 28 SOURCE EN FLEX SIM ARRIBOS DE UNIDADES DE SERVICIOS LOGÍSTICOS**

Representado con un (source) en color amarillo, la Fuente generadora 2.2.6 Arribos de clientes para Manejo de valores.



**ILUSTRACIÓN 29 SOURCE EN FLEX SIM PARA ARRIBOS DE CLIENTES PARA MANEJO DE VALORES**

Representado con un (source) en color blanco, la Fuente generadora 2.2.7 Arribos de solicitudes para Actividades administrativas.



**ILUSTRACIÓN 30 SOURCE EN FLEX SIM PARA ARRIBOS DE SOLICITUDES DE ACTIVIDADES ADMINSTRATIVAS**

Estas fuentes generadoras, envían al sistema entidades de su mismo color para que estas se puedan diferenciar en el flujo que tienen a través de este.

Con locaciones y entidades definidas se muestra el modelado de este.

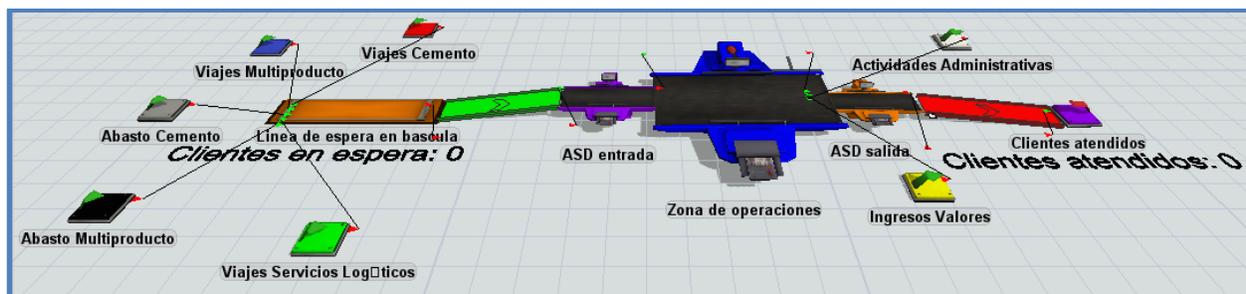


ILUSTRACIÓN 31 MODELADO EN FLEX SIM DE SISTEMA UN TLÁHUAC

## 2.6 Análisis de modelo

Una vez construido el modelo, procedemos a la simulación con los datos obtenidos para el 31 de Julio del 2014 de 06:00 a 22:00 hrs.

Los resultados que arroja el modelo se muestran a continuación con una comparación del sistema real:

TABLA 12 RESULTADOS DE SIMULACIÓN VS DATOS RECOLECTADOS

Actividad báscula	UN Tláhuac 31-jul-14	Simulación Flex SIM	Porcentaje de similitud
Viajes de Cemento	103	101	98%
Viajes de Multiproducto	14	13	
Abasto Cemento	7	8	
Abasto Multiproducto	6	6	
Viajes Servicios Logísticos	5	3	
Ingresos de Valores	3	3	
Actividades Administrativas	22	30	
<b>Total</b>	<b>160</b>	<b>164</b>	
<b>Diferencia</b>		<b>4</b>	

Se observa que la simulación imita al sistema en 98%, esta variación denota en los resultados obtenidos para Actividades administrativas y Servicios Logísticos, cuatro actividades de diferencia entre el modelado y los resultados reales; en los anexos se encuentra que el error de aceptación es de 14 actividades. Debido a que la variación es de cuatro unidades por lo tanto es menor y se acepta este porcentaje de similitud al sistema real. Ver cálculos en anexos, **Error de Aceptación (Aceptación de modelo)**.

## Capítulo 3 MANUAL DE SIMULACIÓN EN FLEXSIM

El objetivo de este capítulo es mostrar a través de pasos ordenados, la forma en que fue construido en Flex Sim el sistema que simula el sistema real.

Con los datos reunidos y el ajuste realizado de las funciones de distribución

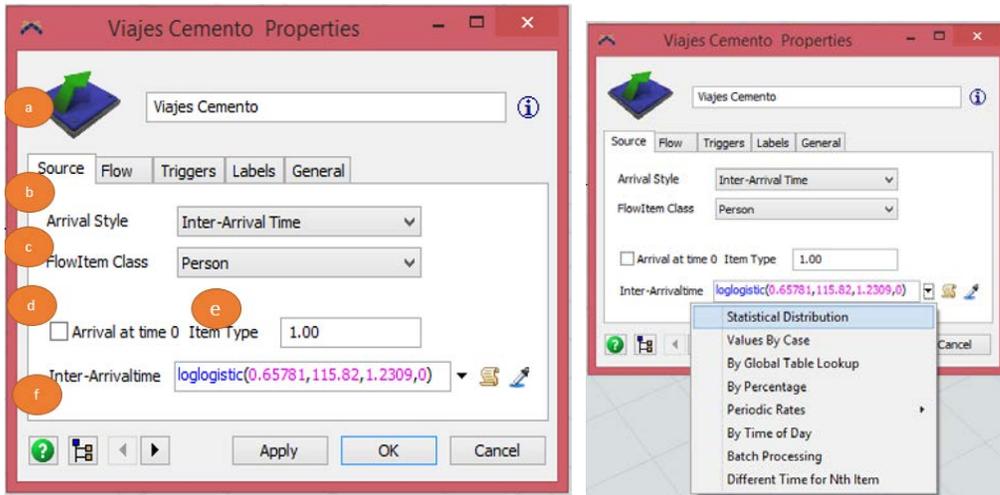
### SIMULACIÓN DE ENTIDADES

Las entidades son emitidas por los SOURCE que ya se han definido previamente, estas se programan en un cuadro de configuración.

Se muestra el cuadro del Source que emite entidades de UT de viajes de cemento

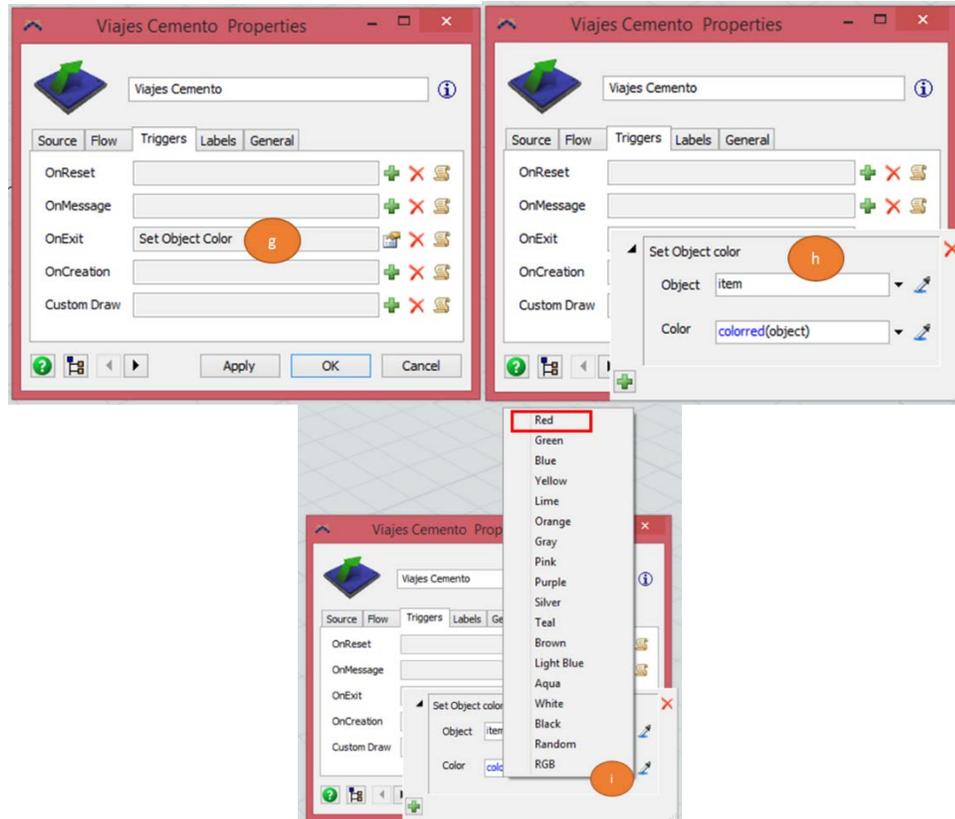
Abrir cuadro de configuración al dar doble clic sobre la fuente de entidad

- a) Colocar nombre de Viajes de Cemento para poder diferenciar entre las distintas fuentes de entidades.
- b) Seleccionar en Arrival Style: Inter-arrival Time ya que seguirá una función de distribución de arribos.
- c) Seleccionar en Flow Item Class: Person; lo cual nos dará como resultado la forma de un hombre. Pero esta representación gráfica hará alusión a una Unidad de Transporte.
- d) En el cuadro **Arrival at Time 0** quitar la selección, ya que en caso de dejarla, se estará dando la instrucción de que la primer emisión de la entidad será en el primer instante. Y no respetará las llegadas de acuerdo a la función de distribución.
  - a. *Nota: Los resultados pueden variar si se habilita esa función. Trayendo grandes diferencias en todo el sistema.*
- e) Seleccionar en **Item Type**: 1.00. esta instrucción definirá a la entidad como (Entidad 1); esta definición es fundamental para que sean atendidos o procesados de acuerdo a definición establecida.
- f) Seleccionar en **Inter-Arrivaltime**: Statistical Distribution como se muestra en la imagen, posteriormente ingresar la función de distribución que de acuerdo al ajuste realizado se haya obtenido. En este caso ***loglogistic(0.65781,115.82,1.2309,0)***.



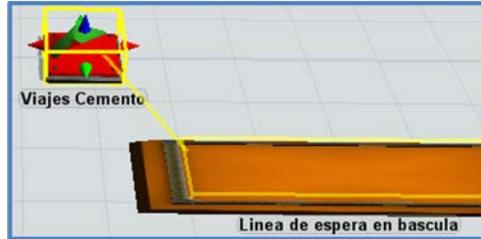
En la pestaña de *Triggers*

- g) Seleccionar en *OnExit*: *Set Object Color*
- h) En la pestaña que se despliega Seleccionar en *Object*: ítem para que se le de color a la entidad
- i) En Color: Seleccionar el color que tendrá la entidad, para este caso como a la fuente de entidades se le asignó el color rojo para Viajes de Cemento, es el color que se le asignará a la entidad.



Una vez configurada la fuente generadora de entidades se conecta con un QUEUE que representa la línea de espera o la **locación destino** que se indique. Misma que fue definida en el capítulo anterior.

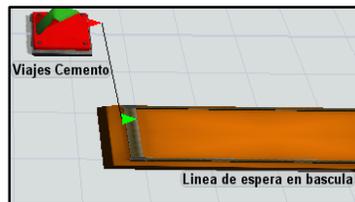
- j) Para poder conectarla se debe realizar la siguiente combinación. (Q + clic izquierdo Mouse). Y arrastrar el mouse partiendo de la fuente hasta la locación (línea de espera). Se realiza la conexión si se visualiza de primera instancia una recta amarilla transparente.



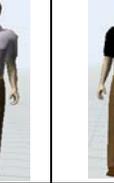
- k) La conexión está cerrada si se visualiza una línea negra y en sus extremos aparecen Triángulo color verde y otro de color rojo.

a. *Nota: estos triángulos son indicadores:*

- i. Cuando un triángulo es de color rojo quiere decir que la salida se encuentra bloqueada, es decir los cuellos de botella en el sistema.
- ii. Cuando un triángulo es de color verde, la salida se encuentra libre y la entidad puede viajar a través de las locaciones sin bloqueo alguno.



Se debe realizar estos pasos con el resto de las locaciones para la línea de espera. Los datos y configuraciones que lleva cada una de ellas se muestra en la siguiente tabla.

ENTIDADES EN FLEXSIM	UT Viajes de cemento	UT Viajes de Multiproducto	UT Abasto de cemento	UT Abasto de Multiproducto	UT Servicios Logísticos	Cliente Manejo de valores	Entidad Act. Administrativas
							
Nombre de fuente generadora	Viajes de cemento	Viajes de Multiproducto	Abasto de cemento	Abasto de Multiproducto	Servicios Logísticos	Manejo de valores	Act. Administrativas
Arriva Style	Inter-arrival Time	Inter-arrival Time					
Flow Item Class	person	person	person	person	person	person	cylinder
Arrival Time At 0	no seleccionar	no seleccionar					
Item Type	1	2	3	4	6	5	7
Inter Arrivaltime	loglogistic(0.65781,115.82,1.2309,0)	normal(1990.4,2805,0)	normal(3893.5,5485.3,0)	normal(4676.8,6872.6,0)	uniform(-4138.8,24839,0)	inversegaussian(8743.3,3.8906,0.16917,0)	uniform(-47.953,2155,0)
On Exit	Set Object Color	Set Object Color					
Object	Item	Item	Item	Item	Item	Item	Item
Color	Red	Blue	Grey	Black	Green	Yellow	White
Locacion destino	Línea de espera	ASD Salida	ASD Salida				

### 3.1 SIMULACIÓN DE LÍNEA DE ESPERA

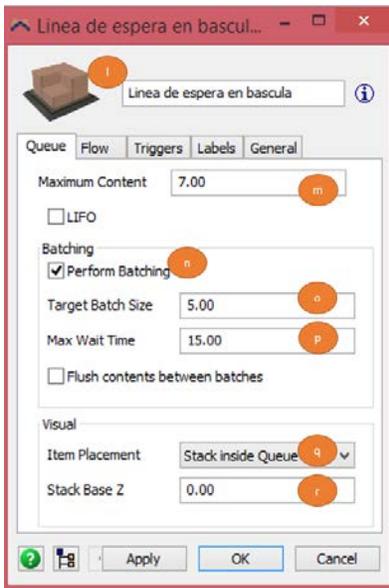


Es un queue con las siguientes características:

- l) Colocar nombre de la línea de espera: Línea de espera en báscula  
En la pestaña de Queue
- m) Introducir en Maximun Content: 7.00, ya que será la capacidad del patio del UN para tener líneas en espera.
- n) Perform Batching: aquí se definirá los tipos de entidades que entrar en la línea de espera
- o) Target Batch Size: 5.00 ya que son cinco entidades que pueden ocupar un lugar en la línea de espera.
- p) Max Wait Time: 15.00 el tiempo que debe de esperar la entidad en la línea de espera antes de salir de ella.

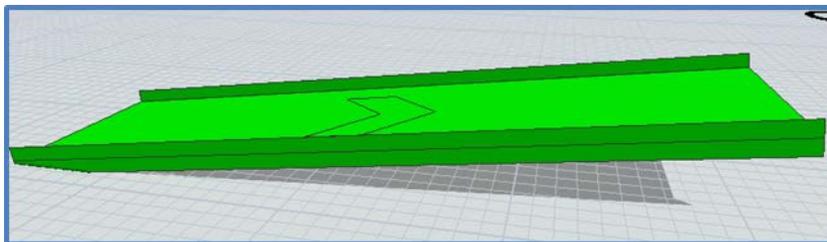
Visual:

- q) Item Placement: Seleccionar Stack Inside Queue, para que la entidad visualmente se tenga dentro de la línea de espera
- r) Stack Base Z: es la altura a que queremos que se muestre la unidad respecto de la superficie del sistema simulado, en esta caso seleccionar 0 ya que se elige un número mayor a cero la unidad parecería estar flotando.



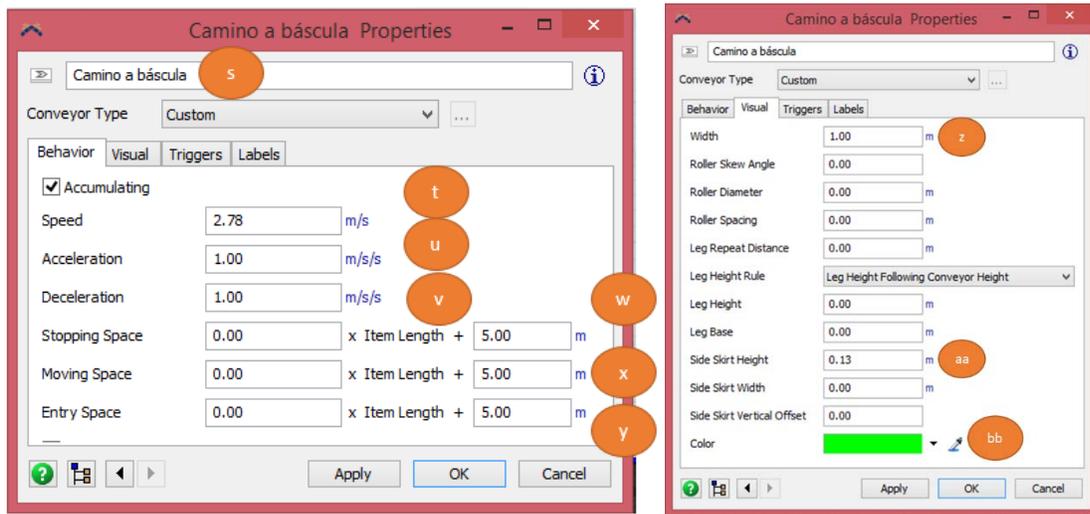
### 3.2 SIMULACIÓN DE TRAYECTORIAS

Se utiliza un *conveyor* para simular la trayectoria del patio de espera a la báscula donde el ASD atenderá las unidades.



- s) Se cambia el nombre por Camino a Bascula  
En la pestaña *behavior*
- t) *Speed*: introducir 2.78 m/s ya que es igual a 10km/h, que es la velocidad permitida dentro de UN
- u) *Acceleration*: 1 m/s/s ya que la aceleración de las unidades debe ser moderada
- v) *Deceleration*: 1 m/s/s ya que el frenado de las unidades debe ser moderado
- w) *Stopping Space*: 5 m ya es la distancia que como mínimo debe de existir entre unidades en el frenado.
- x) *Moving Space*: 5 m ya es la distancia que como mínimo debe de existir entre unidades durante el trayecto.
- y) *Entry Space*: 5 m ya que es la distancia que se necesita para poder mantener la seguridad vial y peatonal dentro del depósito.  
En la pestaña Visual: Se van a definir aspectos visuales de la trayectoria (*Conveyor*)

- z) *Width*: el ancho que se necesita para este caso es de 1 m debido a que las dimensiones de la entidad que transita por ella es menor a 1 m, aunque físicamente es la entidad debería tener un ancho de al menos 3 metros y el ancho del *coveyor* debería ser mayor a esta.
- aa) *Side Skirt height*: ingresamos en valor 0.13 m que solo es para representar que el *conveyor* tiene barreras a los costados.
- bb) Color: se define el color del *conveyor*. Solo se cambia a Verde.
- cc) Se deben conectar con la siguiente locación que es un *Processor ASD Entrada*, con la combinación previamente mostrada (Q+Clic izquierdo) y unir ambas.



### 3.3 SIMULACIÓN DE LOCACIONES

#### ASD ENTRADA

Es un processor que simulará combinación entre ASD y el lugar de operación báscula

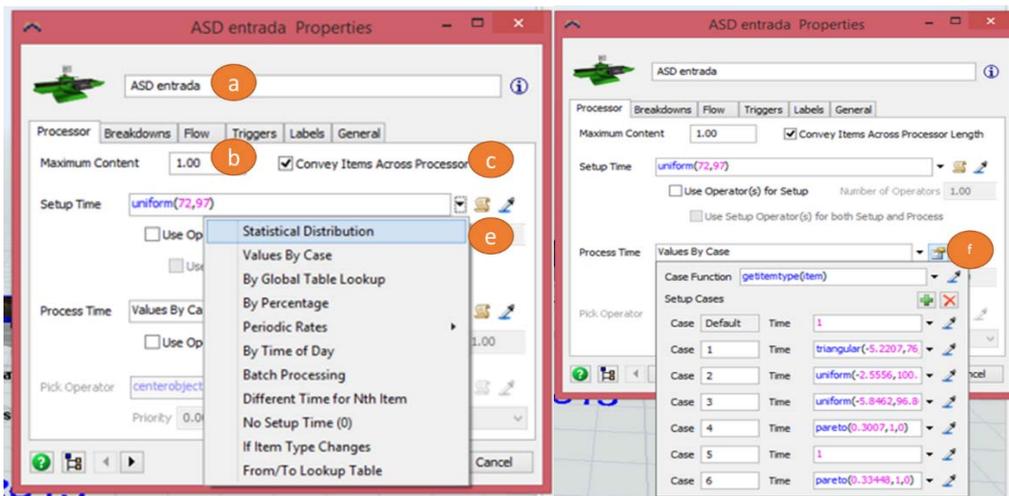
- Cambiar el nombre ASD entrada  
En la pestaña *processor* se van a definir tiempos de arranque y tiempos de proceso dependiendo el ítem que vaya a ser procesado.
- Maximum content*: Se ingresa el valor 1.00, esto se debe a que solo se tiene una persona en el área para atender la UT
- Convey Items Across Processor Length*: se debe seleccionar para que veamos el movimiento del *Item* a través de la locación. En el momento en que esta se pone en movimiento indicará que el ASD le está dando servicio a la UT y en el momento que el *Item* se puede observar cómo sale del *processor* el ASD estará terminando la tarea y la unidad se encamina hacia la zona de operaciones.
- Setup time*: este es el tiempo de arranque y está definido por la función *uniform(72,97)*, esta función se pudo ingresar porque se debe seleccionar *Statistical Distribution*

- e) Process time: Seleccionar la opción **Values by case**, y se despliega una pantalla extra donde se ingresan funciones de distribución de acuerdo al **Case**. Cuando se menciona Case se hace alusión al tipo de ítem que previamente ya se habían definido.
- f) Cada case en orden progresivo corresponde a cada *Item*, es decir si tenemos que las UT de transporte de cemento están definidas como *Item* tipo 1 entonces el *Case1* será una forma exclusiva para tratar ese tipo de ítem.
  - a. *NOTA: La siguiente locación es ZONA DE OPERACIONES de acuerdo al flujo del sistema.*

Se muestra una tabla a continuación donde se especifica para cada Case la configuración que se le da por tipo de *Item*.

Tiempos servicio ASD ENTRADA	UT Viajes de cemento	UT Viajes de Multiproducto	UT Abasto de cemento	UT Abasto de Multiproducto	UT Servicios Logísticos
					
Case	1	2	3	4	6
Item Type	1	2	3	4	6
Time	triangular(-5.2207,76,104.48,0)	uniform(-2.5556,100.56,0)	uniform(-5.8462,96.846,0)	pareto(0.3007,1,0)	pareto(0.33448,1,0)
Color	Red	Blue	Grey	Black	Green
Locacion destino	Zona de Operaciones	Zona de Operaciones	Zona de Operaciones	Zona de Operaciones	Zona de Operaciones

Se muestran ordenados los pasos a seguir para lograr esta configuración en el Processor (ASD ENTRADA).



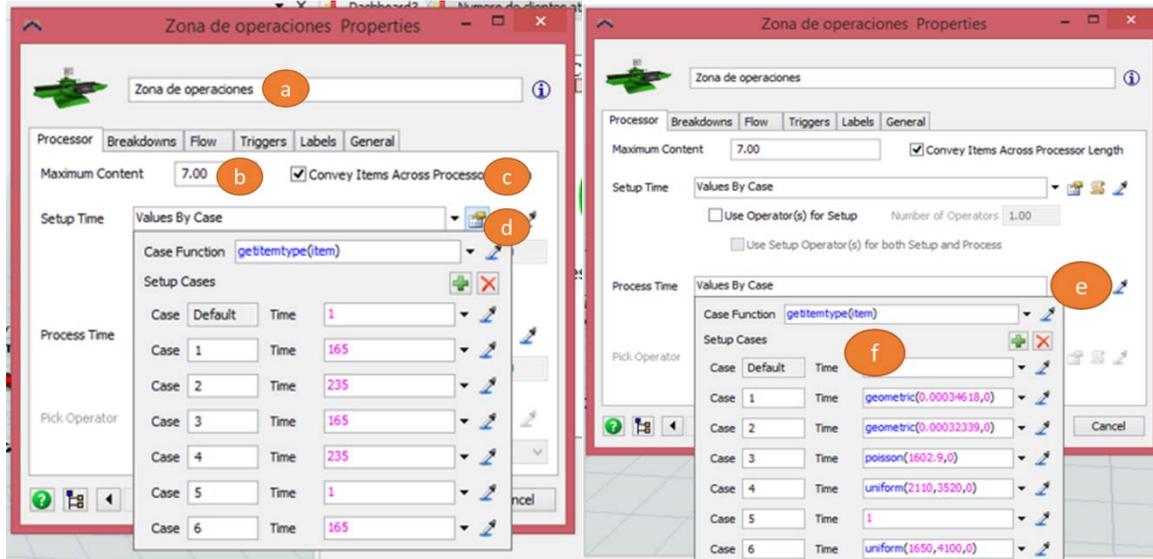
### 3.4 ZONA DE OPERACIONES

Es un *processor* que simulará la Zona de Operaciones donde las UT son atendidas y cargadas o descargadas según sea el caso

- a) Cambiar el nombre Zona de Operaciones  
En la pestaña *processor* se van a definir tiempos de arranque y tiempos de proceso dependiendo el ítem que vaya a ser procesado.
- b) *Maximum content*: Se ingresa el valor 7.00, esto se debe a que en la zona de operaciones pueden ser atendidas hasta siete unidades simultáneamente.
- c) *Convey Items Across Processor Length*: se debe seleccionar para que veamos el movimiento del *Item* a través de la locación. En el momento en que esta se pone en movimiento indicará que la UT es atendida y en el momento que el *Item* se puede observar cómo sale del *processor* la Zona de operaciones está terminando la tarea y la unidad se encamina hacia la báscula
- d) *Setup time*: este es el tiempo de arranque y está definido por unos intervalos de tiempo para cada *Item*, ya que este tiempo de arranque se toma con base en la distancia por recorrer desde que sale de báscula hasta que llega a la zona de operaciones.
- e) *Process time*: Seleccionar la opción **Values by case**, y se despliega una pantalla extra donde se ingresan funciones de distribución de acuerdo al **Case**. Cuando se menciona Case se hace alusión al tipo de ítem que previamente ya se habían definido.
- f) Cada **case** en orden progresivo corresponde a cada *Item*.
  - a. *NOTA: La siguiente locación es ASD SALIDA*

Se muestra una tabla a continuación donde se especifica para cada Case la configuración que se le da al *processor* por tipo de *Item*.

Tiempos servicio Zona de Operaciones	UT Viajes de cemento	UT Viajes de Multiproducto	UT Abasto de cemento	UT Abasto de Multiproducto	UT Servicios Logísticos
					
Case	1	2	3	4	6
Set up time (s)	165	235	165	235	165
Item Type	1	2	3	4	6
Time	geometric(0.00034618,0)	geometric(0.00032339,0)	poisson(1602.9,0)	uniform(2110,3520,0)	uniform(1650,4100,0)
Color	Red	Blue	Grey	Black	Green
Locacion destino	ASD Salida	ASD Salida	ASD Salida	ASD Salida	ASD Salida



## ASD SALIDA

Es un *processor* que simulará la combinación del mismo ASD pero con la báscula de Salida donde las UT por el ASD.

- Cambiar el nombre a ASD SALIDA  
En la pestaña *processor* se van a definir tiempos de arranque y tiempos de proceso dependiendo el ítem que vaya a ser procesado.
- Maximum content*: Se ingresa el valor 1.00, esto se debe a que solo hay una persona que atiende la UT
- Convey Items Across Processor Length*: se debe seleccionar para que veamos el movimiento del *Item* a través de la locación. En el momento en que esta se

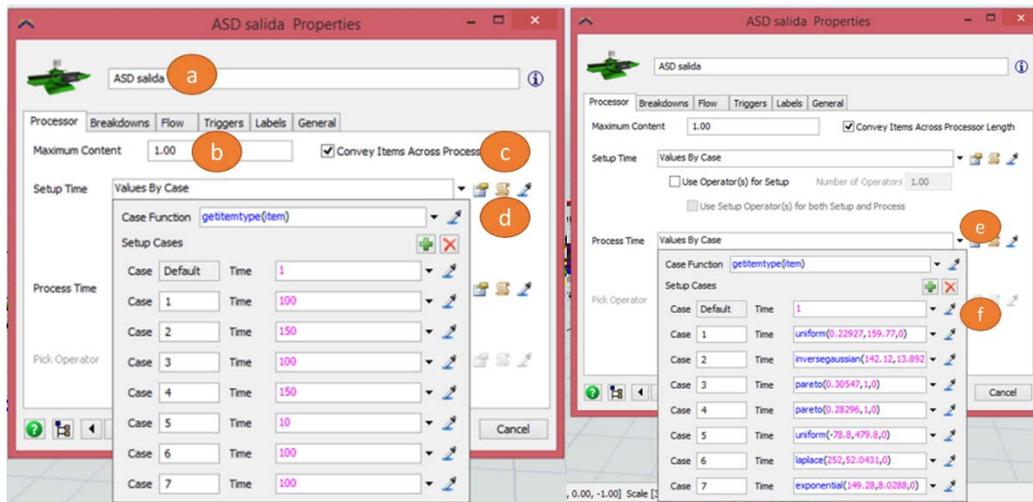
pone en movimiento indicará que la UT es atendida y en el momento que el *Item* se puede observar cómo sale del *processor* el ASD está terminando la tarea y la unidad se encamina hacia la salida de la UN.

- d) *Setup time*: este es el tiempo de arranque y está definido por unos intervalos de tiempo para cada *Item*, ya que este tiempo de arranque se toma con base en la distancia por recorrer desde que sale de zona de operaciones hasta la báscula de salida
- e) *Process time*: Seleccionar la opción **Values by case**, y se despliega una pantalla extra donde se ingresan funciones de distribución de acuerdo al **Case**. Cuando se menciona Case se hace alusión al tipo de ítem que previamente ya se habían definido.
  - a. **NOTA**: En esta locación se atienden dos nuevas entidades
    - i. Actividades Administrativas
    - ii. Manejo de valores
  - b. Se decide atender estas entidades hasta esta locación, evitando que pasen por la línea de espera, ya que no son como tal UT que atender, pero son actividades que consumen tiempo del ASD, y en estricta teoría estas actividades en el momento que ingresan al sistema llevan mayor prioridad sobre el resto puesto que las actividades administrativas permiten una mejor comunicación dentro de la UN y el manejo de valores es trato directo con el cliente. Por ello su importancia y razón de que sean atendidas sin pasar por la línea de espera
- f) Cada **case** en orden progresivo corresponde a cada *Item*.
  - a. **NOTA**: La siguiente locación es *Camino Salida*

Se muestra una tabla a continuación donde se especifica para cada Case la configuración que se le da al *processor* por tipo de *Item*.

Tiempos de Servicio ASD Salida	UT Viajes de cemento	UT Viajes de Multiproducto	UT Abasto de cemento	UT Abasto de Multiproducto	UT Servicios Logísticos	Cliente Manejo de valores	Entidad Act. Administrativas
							
Case	1	2	3	4	6	5	7
Set up time (s)	100	150	100	150	100	10	100
Item Type	1	2	3	4	6	5	7
Inter Arrivaltime	uniform(0.22927, 159.77,0)	inversegaussian(142.12,13.892,-1.301,0)	pareto(0.30547,1,0)	pareto(0.28296,1,0)	laplace(252,52.0 431,0)	uniform(-78.8,479.8,0)	exponential(149.28,8.0288,0)
Color	Red	Blue	Grey	Black	Green	Yellow	White
Locacion destino	Camino Salida	Camino Salida	Camino Salida				

A continuación se muestran los cuadros de configuración de este Processor



## Capítulo 4 Simulación de escenarios y Análisis de resultados

Se han definido el sistema, los elementos que lo compone y la forma en que interactúan entre si los elementos; tanto el real como en el software Flex Sim. En este capítulo se compararán dos escenarios, para sustentar la propuesta de agregar un ASD extra a la operación en báscula o mantenerlo en la forma que trabaja actualmente.

### 4.1 Escenario con un servidor en BÁSCULA

En este escenario todo el sistema funciona tal cual se modeló en Flex Sim, con un servidor en el área de BÁSCULA.

La notación KENDAL con la que trabaja el área es la siguiente

$$G/G/1/7/19/FIFO$$

- Se escribe una G en el primer elemento de la notación ya que representa la tasa de llegadas de los clientes por que está definida por una función específica
- Se escribe una G en la tasa de servicio por que está definida por una función específica
- Se escribe 1 en el número de servidores porque solo está atendida por una persona
- Se escribe 7 porque son los clientes permitidos en la fila
- Se escribe 19 por los clientes permitidos en el sistema
- Se escribe FIFO porque la disciplina de la fila es *First Input - First Output* (primeras entradas – primeras salidas)

Se muestran los siguientes resultados

Se atendieron:

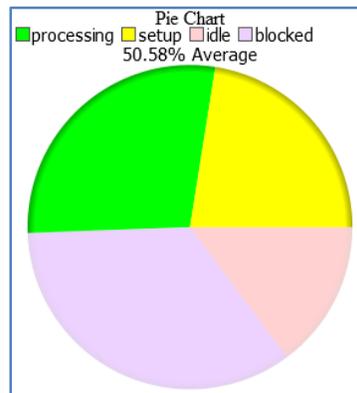
**TABLA 13 RESULTADO DE LA PRIMERA SIMULACIÓN CON UN SERVIDOR**

<b>Actividad báscula</b>	<b>Datos reales 1 Servidor</b>
<b>Viajes de Cemento</b>	101
<b>Viajes de Multiproducto</b>	13
<b>Abasto Cemento</b>	8
<b>Abasto Multiproducto</b>	6
<b>Viajes Servicios Logísticos</b>	3
<b>Ingresos de Valores</b>	3
<b>Actividades Administrativas</b>	30
<b>Total</b>	<b>164</b>

Flex Sim permite visualizar con una gráfica el status en que se encuentra operando los servidores simulados. En la siguiente GRÁFICA se observa:

- En color verde tenemos la parte del total de tiempo en proceso.
- En amarillo la parte que tarda en arrancar para realizar las actividades.
- En purpura, el tiempo de bloqueo
- En beige el tiempo muerto

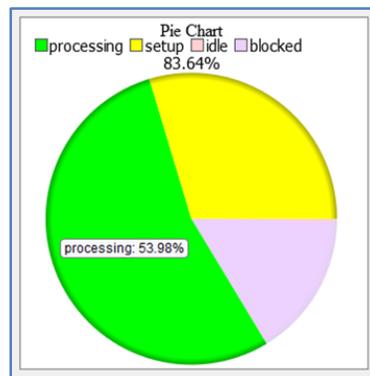
Para el primer escenario vemos que en promedio está trabajando 51% del tiempo y el resto está bloqueado o en tiempo muerto. El tiempo de análisis total son 16 horas, entonces aproximadamente tenemos 8 horas de trabajo efectivo, tomando en cuenta que un ASD entra 6:00 a 14:00 horas. Y el segundo ASD lo reemplaza de 14:00 a 22:00 horas. Pero solo un 18% de las 16 horas aproximadamente 3 horas es tiempo muerto en operación.



**GRÁFICA 1 DESEMPEÑO DE ASD EN BÁSCULA**

**FUENTE: GENERADOR DE GRÁFICAS DE FLEX SIM**

Analizando la zona de operaciones se encuentra trabajando en promedio 84% de las 16 horas, aproximadamente 13 horas con 30 minutos, de las cuales 8 horas y media son efectivas con 15% de tiempo bloqueado y 1% de tiempo muerto.



**GRÁFICA 2 DESEMPEÑO DEL ÁREA DE OPERACIONES FUENTE: GENERADOR DE GRÁFICAS DE FLEX SIM**

## 4.2 Escenario con dos servidores en BÁSCULA

La notación Kendall con la que trabaja el área es la siguiente

$$G/G/2/7/19/FIFO$$

- Se escribe una G en el primer elemento de la notación ya que representa la tasa de llegadas de los clientes por que está definida por una función específica
- Se escribe una G en la tasa de servicio por que está definida por una función específica
- Se escribe 2 en el número de servidores porque será atendida por dos personas
- Se escribe 7 porque son los clientes permitidos en la fila
- Se escribe 19 por los clientes permitidos en el sistema
- Se escribe FIFO porque la disciplina de la fila es First Input - First Output (primeras entradas – primeras salidas)

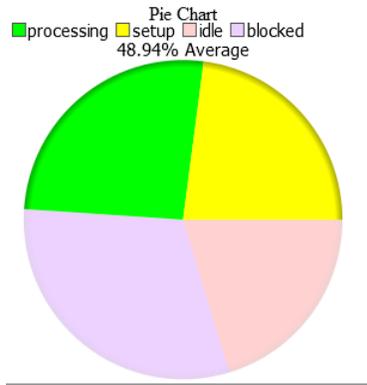
Se muestran los siguientes resultados

Se atendieron:

**TABLA 14 RESULTADO DE LA SEGUNDA SIMULACIÓN CON DOS SERVIDORES**

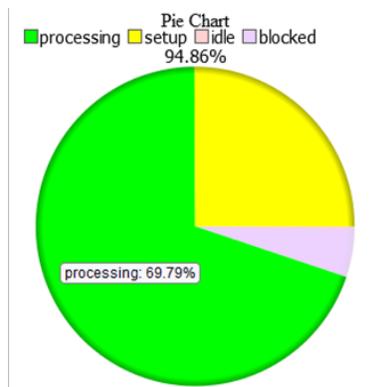
<b>Actividad báscula</b>	<b>Simulación Flex SIM 2 Servidores</b>
<b>Viajes de Cemento</b>	117
<b>Viajes de Multiproducto</b>	22
<b>Abasto Cemento</b>	7
<b>Abasto Multiproducto</b>	6
<b>Viajes Servicios Logísticos</b>	2
<b>Ingresos de Valores</b>	3
<b>Actividades Administrativas</b>	49
<b>Total</b>	<b>206</b>

Para el segundo escenario vemos que en promedio está trabajando 48.94% del tiempo y el resto está bloqueado o en tiempo muerto, entonces aproximadamente tenemos 7 horas y 40 minutos de trabajo efectivo, tomando en cuenta que un ASD entra 6:00 a 14:00 horas. Y el segundo ASD lo reemplaza de 14:00 a 22:00 horas. Y existiría un tercer ASD que apoye a ambos. Aunque tengamos 34% de las 16 horas aproximadamente 3 horas y 40 minutos es tiempo muerto en operación.



**GRÁFICA 3 DESEMPEÑO DE 2 SERVIDORES ASD EN BÁSCULA FUENTE: GENERADOR DE GRÁFICAS DE FLEX SIM**

Realizando el análisis de la zona de operaciones, vemos que tiene un tiempo promedio de trabajo de 95% del cual el 25% es tiempo de arranque para realizar actividades y 70 % es trabajo efectivo, el restante 5.5% es tiempo bloqueado aproximadamente 45 minutos. Y el 0.5% es tiempo muerto aproximadamente 5 minutos.



**GRÁFICA 4 DESEMPEÑO DEL ÁREA DE OPERACIONES ESCENARIO 2 ASD**

**FUENTE: GENERADOR DE GRÁFICAS DE FLEX SIM**

### 4.3 Análisis de resultados

Con los resultados obtenidos se realiza un análisis.

Al comparar el escenario de dos servidores y un servidor en báscula se aprecia un incremento y decremento en algunas actividades. Esto se aprecia en la tabla Tabla 16 TABLA COMPARATIVA DE ESCENARIOS. Para el caso de viajes de Cemento se nota incremento de 16 viajes.

- Par el caso de Multiproducto se tiene un incremento de 9 viajes
- Para el abasto de cemento se tiene un decremento de un viaje
- Para el abasto de Multiproducto se mantiene el número de UT atendidas
- Para Servicios Logísticos se tiene un decremento de un viaje
- Para ingresos de valores se mantiene constante
- Se observa un incremento en 19 en las actividades administrativas

**TABLA 15 TABLA COMPARATIVA DE ESCENARIOS**

Actividad báscula	Simulación Flex SIM 1 Servidor	Simulación Flex SIM 2 Servidores	Delta (Cantidad)	Delta %
Viajes de Cemento	101	117	16	16%
Viajes de Multiproducto	13	22	9	69%
Abasto Cemento	8	7	- 1	-13%
Abasto Multiproducto	6	6	-	0%
Viajes Servicios Logísticos	3	2	- 1	-33%
Ingresos de Valores	3	3	-	0%
Actividades Administrativas	30	49	19	63%
Total	164	206	42	26%

La tabla comparativa de escenarios muestra un incremento en la eficiencia de 26% de con dos servidores que con uno.

Cabe mencionar que se tiene un incremento en el tiempo de zona de operaciones, es decir, se vuelve más eficiente el área. Al comparar sus gráficas de desempeño antes mostradas, se nota la diferencia. De 54% de tiempo efectivo trabajado pasa a 70% de tiempo efectivo trabajado.

### 4.3.1 Análisis de resultados financieros

Es importante realizar este análisis ya que este que dará pauta a la decisión de inversión o no en un ASD extra; debido a que las actividades en las que mayor tiempo invierte el ASD son Viajes de Cemento y Viajes de Multiproducto, solo se realizará el análisis de esta propuesta.

- La menor cantidad que puede transportar una unidad de cemento para ser rentable son 3 TN de cemento y el precio de una TN de cemento se estima en \$2,200.00.
- El monto mínimo que puede transportar una unidad de MP, es \$5,000.00.

Teniendo en cuenta lo anterior se muestra la siguiente tabla.

Actividad báscula	Monto mínimo de transporte	Incremento de UT	TN/UT	Incremento de TN/ día	Incremento Monto Transportado / Día	Días hábiles al mes	Incremento de monto transportado al mes
Viajes de Cemento	\$ 2,200	16	3	48	\$ 105,600	22	\$ 2,323,200
Viajes de Multiproducto	\$ 5,000	9	N/A	N/A	\$ 45,000		\$ 990,000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 7,200</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>48</b>	<b>\$ 150,600</b>		<b>\$ 3,313,200</b>

Tomando como 22 días hábiles de los 30 del mes, se realizó el cálculo y se tiene que se estarían transportando \$3'313,200.00 MXN más que con un ASD.

El costo de mantener un ASD extra es de \$16,000.00 MXN entonces ahora realizando una proporción se tiene el siguiente análisis.

Costo Mensual ASD	Incremento de monto transportado al mes	%
\$ 16,000	\$ 3,313,200	0.48%

La empresa necesita invertir solo el 0.5% mensual del monto extra del material que se transportará con la modificación de 1 a 2 ASD.

### 4.3.2 Discusión de resultados

Haber simulado en Flex Sim permitió mostrar gráficamente las complicaciones y retrasos que tiene el ASD durante la realización de las actividades tanto en la mañana como en la tarde; y visualizar que iniciando el primer turno un ASD en báscula puede cumplir las actividades que le demanda el área pero conforme avanza el tiempo este suele verse demorado en sus tareas ya que estas incrementan su frecuencia y rebasan su capacidad.

Del mismo modo se obtuvo un análisis del área de operaciones y se muestra que su capacidad para cumplir las actividades es suficiente; sin embargo a la salida de esta locación presenta un tiempo bloqueo que hacer perder tiempo, este bloqueo es debido al área de báscula.

En ambas áreas se notó que la espera por el servicio incrementa y el bloqueo de UT atendidas es a la hora de realizar el cambio de turno operativo, que ocurre entre 13:50 y 14:10 horas. Debido al relevo laboral de la jornada. Posterior a este análisis, se realizó una simulación con dos ASD, y en el área de báscula pasó de tener una eficiencia o tiempo de utilización del 82% a 66%, aunque notablemente bajo su tiempo de utilización se reconoce que ahora es el tiempo invertido total de tres personas por los dos turnos a diferencia de los dos.

Cuando el análisis se enfocó en el área de operaciones, el tiempo de servicio de esta área pasó del 83% al 94% lo cual incrementó el número de unidades atendidas y de esta manera la eficiencia del sistema.

## 5 Conclusiones

El monto de la inversión comparado con el monto de material transportado representa un porcentaje del 0.48%, es decir, para incrementar un monto de \$100,000.00 MXN en material transportado, la empresa necesita invertir solo \$48.00 MXN extra en personal. Con esta comparación se demuestra el impacto económico positivo que resulta de la modificación del número de servidores en el área.

Por lo tanto es rentable contratar el tercer elemento ASD, y se sugiere que permanezca en el área de báscula en un turno mixto, a partir del horario en que un solo ASD se ve rebasado para cumplir sus actividades hasta que la demanda del servicio puede ser cubierta por un solo ASD.

## Alcances

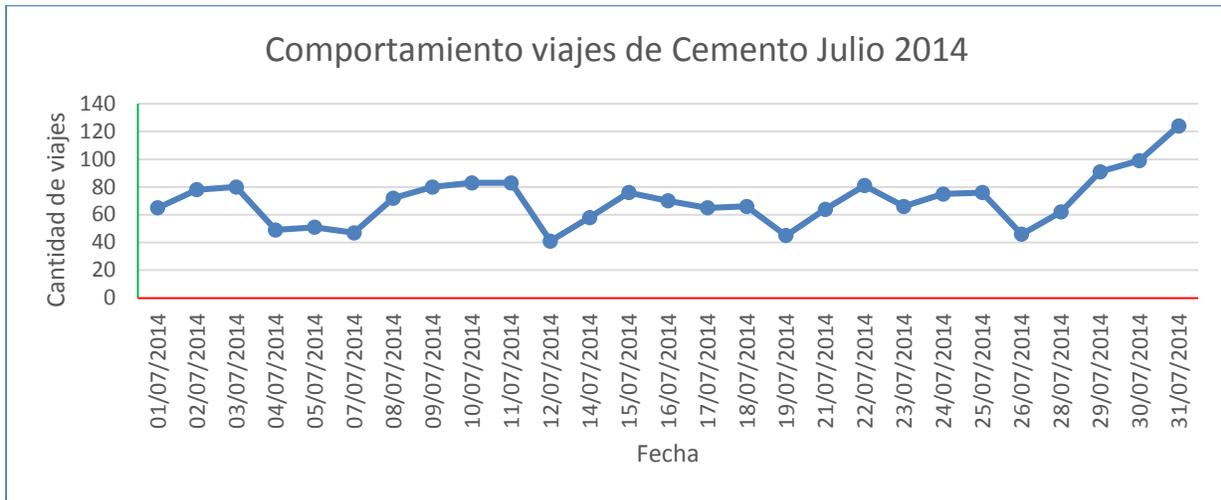
Gracias a la técnica de simulación, se pudo demostrar que solo con modificar un número de servidores se obtiene grandes beneficios. El área de operaciones es una oportunidad para analizar posibles mejoras, ya que la simulación que se adaptó al área de báscula puede adaptarse al área ya mencionada.

Simular a detalle cada una de las locaciones del sistema, o áreas de carga del CADI puede arrojar datos que demuestren que podemos ahorrar más recursos o incrementar el número de toneladas cargadas con un cambio en las áreas involucradas.

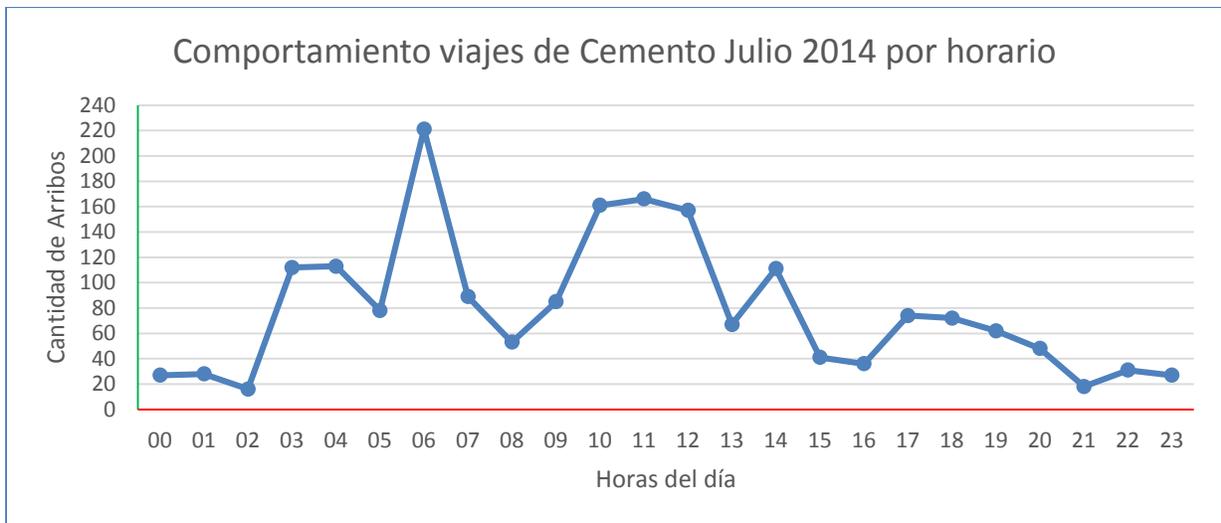
ANEXOS

Anexo 2.2 Arribos CADI Tláhuac

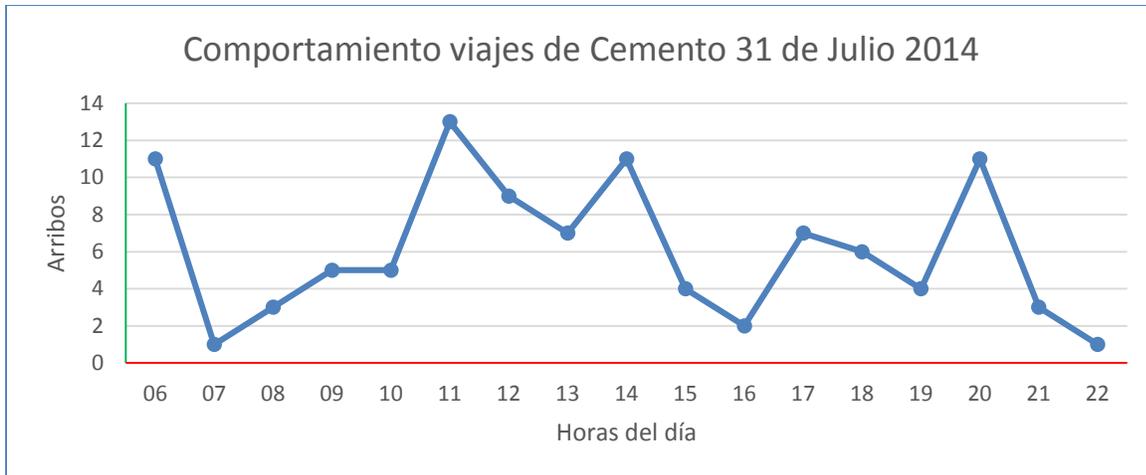
GRÁFICAS Arribos Cemento



GRÁFICA 2 COMPORTAMIENTO DE VIAJES EN EL MES JULIO 2014



GRÁFICA 3 COMPORTAMIENTO DE VIAJES DE CEMENTO JULIO 2014 POR HORARIO



**GRÁFICA 4 COMPORTAMIENTO DE VIAJES 31 JULIO 2014**

**TABLAS Arribos Cemento**

Fecha	Viajes								
01/07/2014	65	08/07/2014	72	15/07/2014	76	22/07/2014	81	29/07/2014	91
02/07/2014	78	09/07/2014	80	16/07/2014	70	23/07/2014	66	30/07/2014	99
03/07/2014	80	10/07/2014	83	17/07/2014	65	24/07/2014	75	31/07/2014	124
04/07/2014	49	11/07/2014	83	18/07/2014	66	25/07/2014	76		
05/07/2014	51	12/07/2014	41	19/07/2014	45	26/07/2014	46		
07/07/2014	47	14/07/2014	58	21/07/2014	64	28/07/2014	62		

**TABLA 16 REGISTRO DE VIAJES DE CEMENTO JULIO 2014**

Horario	Cantidad de viajes	Horario	Cantidad de viajes
00:00	27	12:00	157
01:00	28	13:00	67
02:00	16	14:00	111
03:00	112	15:00	41
04:00	113	16:00	36
05:00	78	17:00	74
06:00	221	18:00	72
07:00	89	19:00	62
08:00	53	20:00	48
09:00	85	21:00	18
10:00	161	22:00	31
11:00	166	23:00	27

**TABLA 17 ARRIBOS POR HORARIO PARA VIAJES DE CEMENTO JULIO 2014**

Hora	Cantidad de viajes	Hora	Cantidad de viajes
01:00	1	13:00	7
02:00	1	14:00	11
03:00	8	15:00	4
04:00	4	16:00	2
05:00	5	17:00	7
06:00	11	18:00	6
07:00	1	19:00	4
08:00	3	20:00	11
09:00	5	21:00	3
10:00	5	22:00	1
11:00	13	23:00	2
12:00	9		

**TABLA 18 ARRIBOS PARA VIAJE DE CEMENTO 31 JULIO 2014**

Hora	Cantidad de viajes	Hora	Cantidad de viajes
06:00	11	15:00	4
07:00	1	16:00	2
08:00	3	17:00	7
09:00	5	18:00	6
10:00	5	19:00	4
11:00	13	20:00	11
12:00	9	21:00	3
13:00	7	22:00	1
14:00	11	<b>TOTAL</b>	<b>103</b>

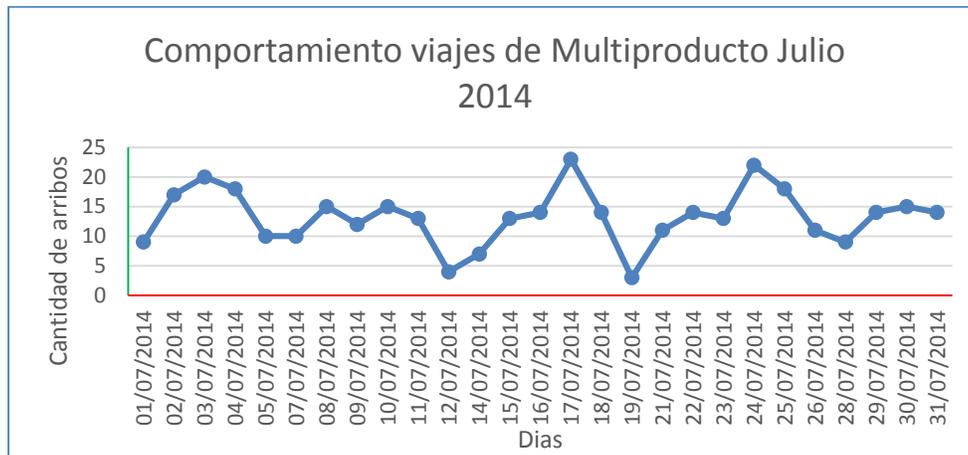
**TABLA 19 ARRIBOS ENTRE 06:00-22:00 31 DE JULIO 2014**

Unidad	Tiempo entre arribos (s)						
1	1260	27	180	53	482	79	1680
2	121	28	94	54	885	80	361
3	121	29	86	55	2037	81	420
4	241	30	540	56	150	82	780
5	180	31	279	57	241	83	421
6	181	32	143	58	169	84	480
7	60	33	360	59	427	85	361
8	177	34	181	60	213	86	1680
9	340	35	300	61	283	87	721

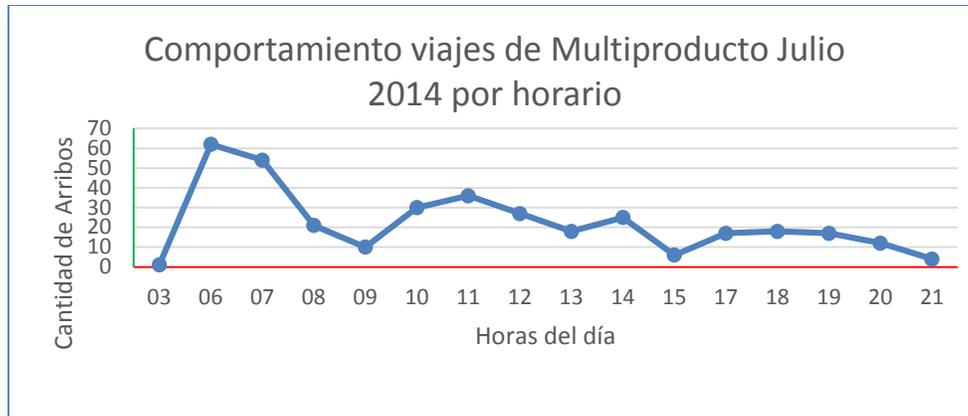
Unidad	Tiempo entre arribos (s)						
10	203	36	121	62	170	88	720
11	181	37	1020	63	301	89	180
12	823	38	181	64	354	90	361
13	3498	39	267	65	126	91	1200
14	661	40	384	66	121	92	173
15	1449	41	636	67	180	93	309
16	1491	42	274	68	361	94	120
17	284	43	1201	69	600	95	420
18	703	44	121	70	3930	96	301
19	1474	45	241	71	272	97	180
20	720	46	180	72	1860	98	180
21	361	47	241	73	241	99	181
22	2700	48	300	74	361	100	300
23	180	49	180	75	1321	101	369
24	249	50	601	76	541	102	1132
25	52	51	174	77	373	103	4200
26	361	52	115	78	168		

**TABLA 20 TIEMPOS ENTRE ARRIBOS VIAJES DE CEMENTO ENTRE LAS 06:00 Y 22:00 31 JULIO 2014**

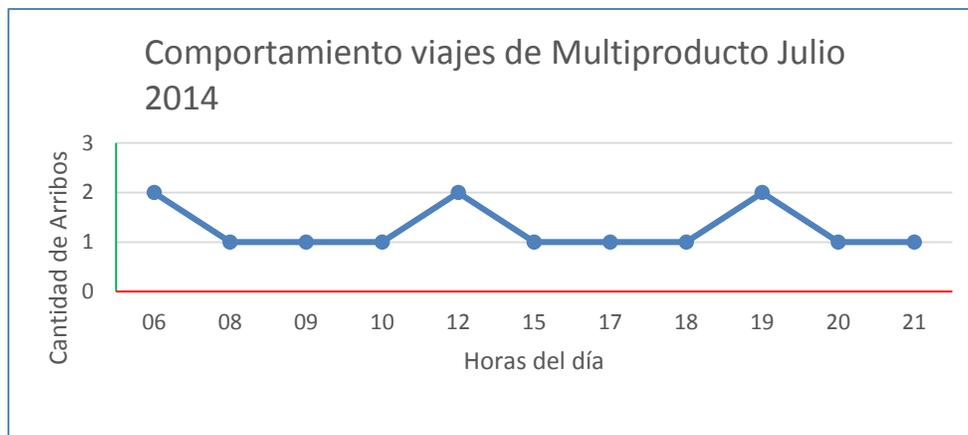
**GRÁFICAS Arribos Multiproducto**



**GRÁFICA 5 VIAJES DE MULTIPRODUCTO REALIZADOS EN JULIO 2014**



**GRÁFICA 6 VIAJES DE MULTIPRODUCTO POR HORARIO DURANTE JULIO 2014**



**GRÁFICA 7 VIAJES DE MULTIPRODUCTO 31 JULIO 2014**

TABLAS Arribos Multiproducto

FECHA	VIAJES								
01/07/2014	9	08/07/2014	15	15/07/2014	13	22/07/2014	14	29/07/2014	14
02/07/2014	17	09/07/2014	12	16/07/2014	14	23/07/2014	13	30/07/2014	15
03/07/2014	20	10/07/2014	15	17/07/2014	23	24/07/2014	22	31/07/2014	14
04/07/2014	18	11/07/2014	13	18/07/2014	14	25/07/2014	18		
05/07/2014	10	12/07/2014	4	19/07/2014	3	26/07/2014	11		
07/07/2014	10	14/07/2014	7	21/07/2014	11	28/07/2014	9		

**TABLA 21 VIAJES DE MULTIPRODUCTO POR DIA DURANTE 2014**

Horario	Cantidad de viajes	Horario	Cantidad de viajes
03:00	1	13:00	18
06:00	62	14:00	25
07:00	54	15:00	6

Horario	Cantidad de viajes	Horario	Cantidad de viajes
08:00	21	17:00	17
09:00	10	18:00	18
10:00	30	19:00	17
11:00	36	20:00	12
12:00	27	21:00	4

**TABLA 22 VIAJES DE MULTIPRODUCTO DURANTE 2014 POR HORARIO**

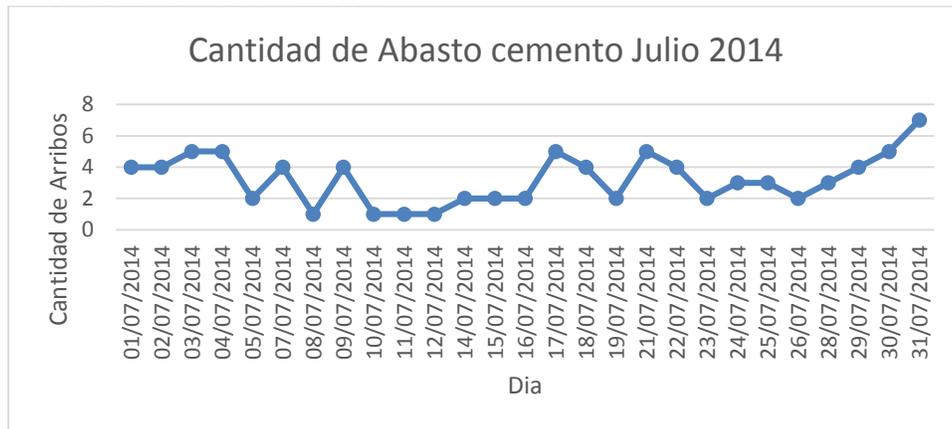
Horario	Cantidad de viajes	Horario	Cantidad de viajes
<b>06:00</b>	<b>2</b>	<b>17:00</b>	<b>1</b>
<b>08:00</b>	<b>1</b>	<b>18:00</b>	<b>1</b>
<b>09:00</b>	<b>1</b>	<b>19:00</b>	<b>2</b>
<b>10:00</b>	<b>1</b>	<b>20:00</b>	<b>1</b>
<b>12:00</b>	<b>2</b>	<b>21:00</b>	<b>1</b>
<b>15:00</b>	<b>1</b>		

**TABLA 23 VIAJES DE MULTIPRODUCTO EL 31 JULIO 2014**

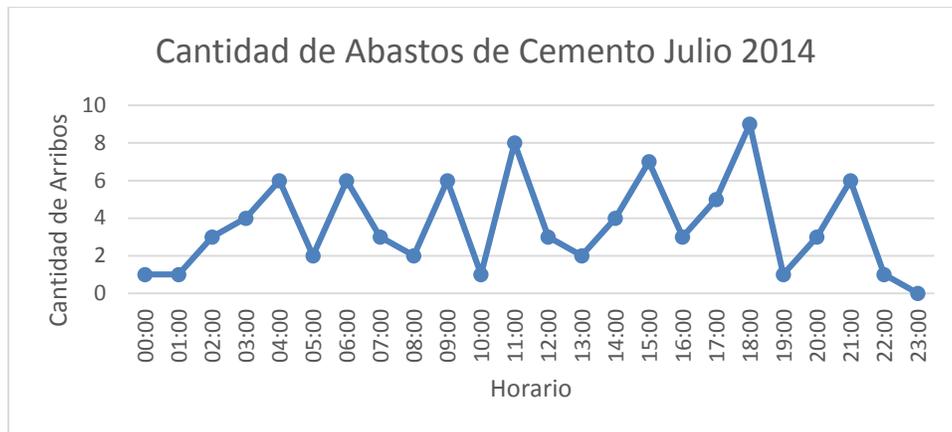
Fecha Destara	Tiempos entres arribos	Fecha Destara	Tiempos entres arribos
1	2401.00	8	1140.00
2	2700.00	9	2580.00
3	1860.00	10	5580.00
4	2941.00	11	6120.00
5	2760.00	12	1380.00
6	6891.00	13	3840.00
7	3780.00	14	3420.00

**TABLA 24 TIEMPO ENTRE ARRIBOS DE MULTIPRODUCTO 31 JULIO 2014**

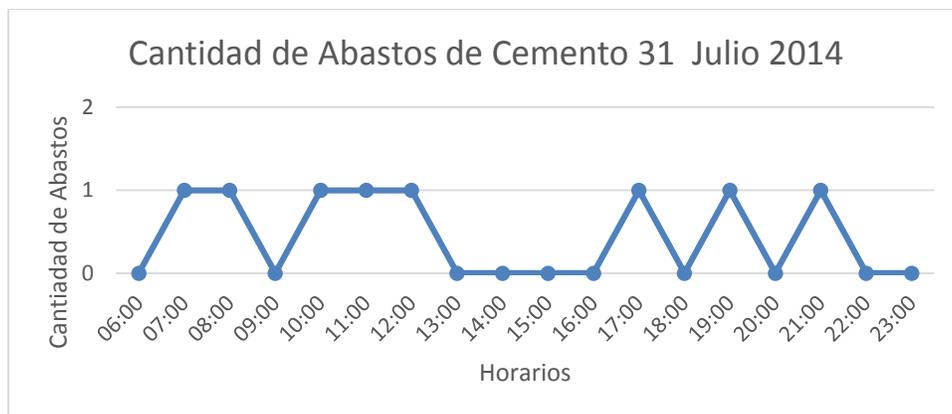
## GRÁFICAS Arribos Abasto de Cemento



**GRÁFICA 8 CANTIDAD DE ABASTOS DE CEMENTO JULIO 2014**



**GRÁFICA 9 ABASTOS POR HORARIO DURANTE JULIO 2014**



**GRÁFICA 10 CANTIDAD DE ABASTOS 31 JULIO 2014**

TABLAS Arribos Abasto de Cemento

Fecha	Cantidad de Abastos Cemento	Fecha	Cantidad de Abastos Cemento	Fecha	Cantidad de Abastos Cemento
01/07/2014	4	11/07/2014	1	22/07/2014	4
02/07/2014	4	12/07/2014	1	23/07/2014	2
03/07/2014	5	14/07/2014	2	24/07/2014	3
04/07/2014	5	15/07/2014	2	25/07/2014	3
05/07/2014	2	16/07/2014	2	26/07/2014	2
07/07/2014	4	17/07/2014	5	28/07/2014	3
08/07/2014	1	18/07/2014	4	29/07/2014	4
09/07/2014	4	19/07/2014	2	30/07/2014	5
10/07/2014	1	21/07/2014	5	31/07/2014	7

TABLA 25 CANTIDAD DE ABASTOS JULIO 2014

Horario	Cantidad de Abastos Cemento	Horario	Cantidad de Abastos Cemento	Horario	Cantidad de Abastos Cemento
00:00	1	08:00	2	16:00	3
01:00	1	09:00	6	17:00	5
02:00	3	10:00	1	18:00	9
03:00	4	11:00	8	19:00	1
04:00	6	12:00	3	20:00	3
05:00	2	13:00	2	21:00	6
06:00	6	14:00	4	22:00	1
07:00	3	15:00	7	23:00	0

TABLA 26 CANTIDAD DE ABASTOS POR HORA DURANTE JULIO 2014

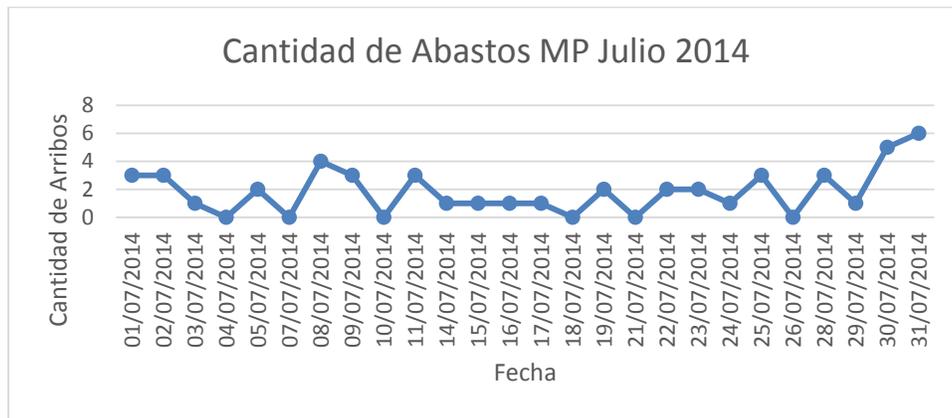
Horario	Abastos Cemento 31 Julio 2014	Horario	Abastos Cemento 31 Julio 2014
06:00	0	15:00	0
07:00	1	16:00	0
08:00	1	17:00	1
09:00	0	18:00	0
10:00	1	19:00	1
11:00	1	20:00	0
12:00	1	21:00	0
13:00	0	22:00	0
14:00	0	23:00	0

**TABLA 27 CANTIDAD DE ABASTOS CEMENTO 31 JULIO 2014**

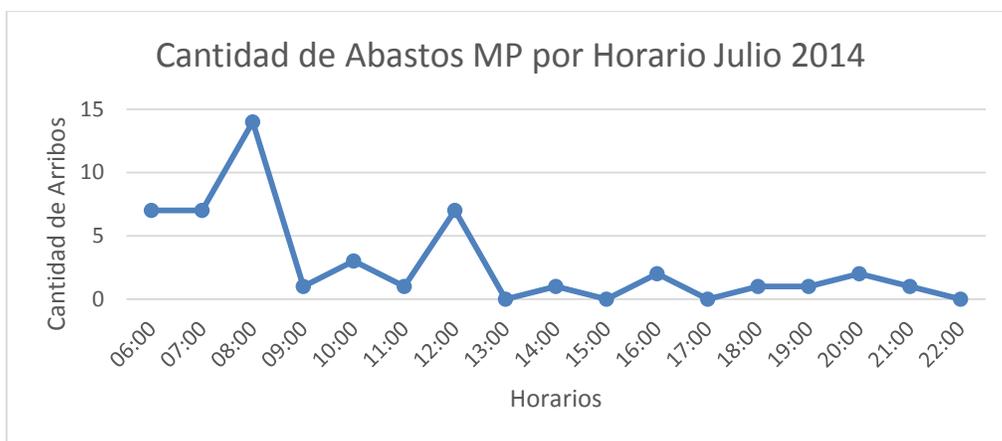
Unidad	Tiempo entre arribos Abasto de CEMENTO (s)
1	6300
2	3180
3	6420
4	3781
5	3900
6	17100
7	13800

**TABLA 28 TIEMPO ENTRE ARRIBOS ABASTOS CEMENTO 31 JULIO 2014**

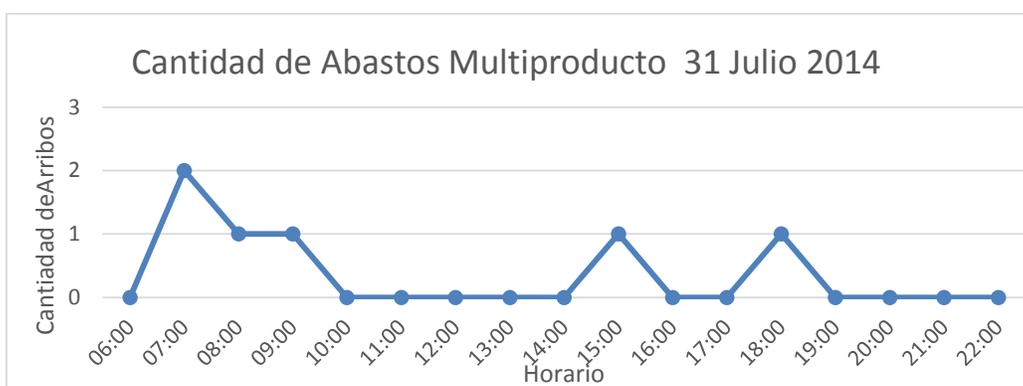
GRÁFICAS Arribos Abasto de Multiproducto



**GRÁFICA 11 ABASTOS DE MP DURANTE JULIO 2014**



**GRÁFICA 12 ABASTOS MP POR HORARIO DURANTE JULIO 2014**



**GRÁFICA 13 ABASTOS MP 31 JULIO 2014**

**TABLAS Arribos Abasto de Multiproducto**

Fecha	Cantidad de Abastos MP						
01/07/2014	3	09/07/2014	3	18/07/2014	0	26/07/2014	0
02/07/2014	3	10/07/2014	0	19/07/2014	2	28/07/2014	3
03/07/2014	1	11/07/2014	3	21/07/2014	0	29/07/2014	1
04/07/2014	0	14/07/2014	1	22/07/2014	2	30/07/2014	5
05/07/2014	2	15/07/2014	1	23/07/2014	2	31/07/2014	6
07/07/2014	0	16/07/2014	1	24/07/2014	1		
08/07/2014	4	17/07/2014	1	25/07/2014	3		

**TABLA 29 ABASTOS MP DURANTE JULIO 2014**

Horario	Cantidad de Abasto de MP	Horario	Cantidad de Abasto de MP	Horario	Cantidad de Abasto de MP
06:00	7	12:00	7	18:00	1
07:00	7	13:00	0	19:00	1
08:00	14	14:00	1	20:00	2
09:00	1	15:00	0	21:00	1
10:00	3	16:00	2	22:00	0
11:00	1	17:00	0		

**TABLA 30 ABASTOS DE MP POR HORARIO DURANTE 2014**

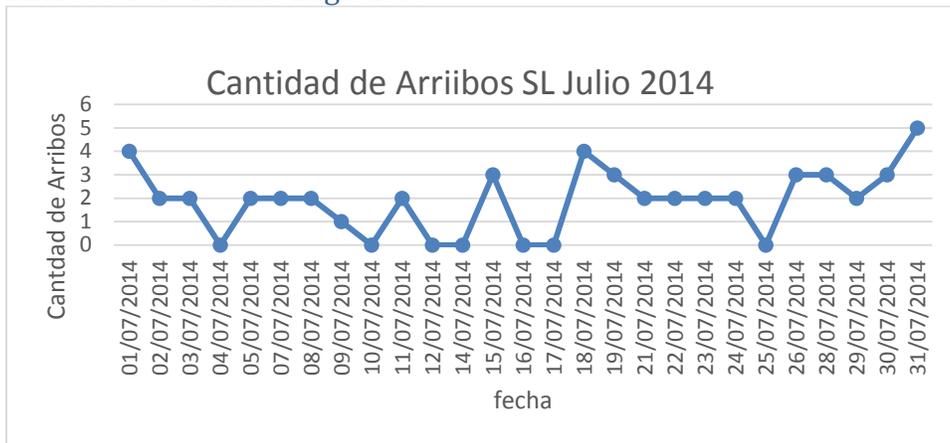
Horario	Cantidad de Abasto de MP	Horario	Cantidad de Abasto de MP	Horario	Cantidad de Abasto de MP
06:00	0	12:00	0	18:00	1
07:00	2	13:00	0	19:00	0
08:00	1	14:00	0	20:00	0
09:00	1	15:00	1	21:00	0
10:00	0	16:00	0	22:00	0
11:00	0	17:00	0		

**TABLA 31 ABASTOS DE MP PARA 31 JULIO 2014**

Unidad	Tiempo entre Arribos de abasto MP (s)
1	4500
2	7140
3	8280
4	3840
5	23400
6	8940

**TABLA 32 TIEMPO ENTRE ARRIBOS MP 31 JULIO 2014**

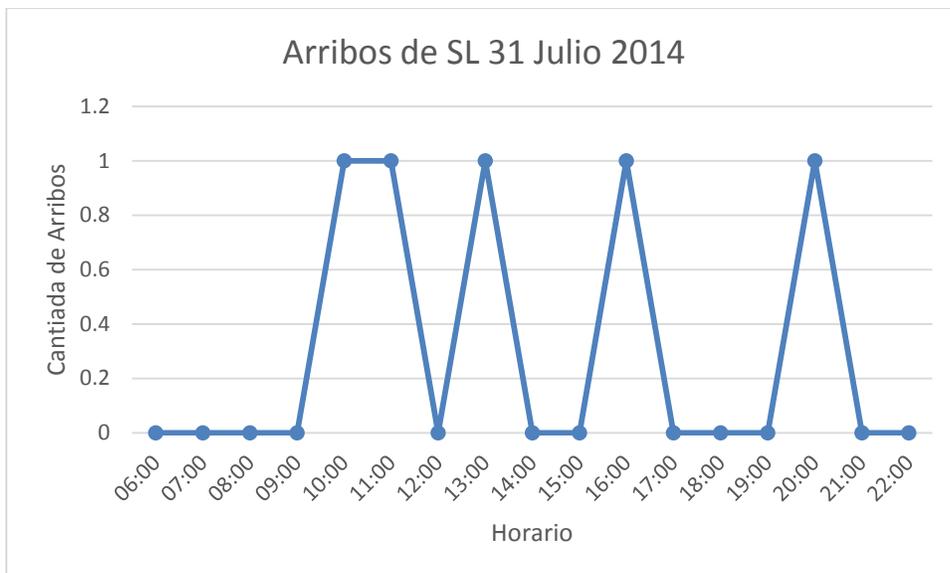
GRÁFICAS Arribos de Servicios Logísticos



**GRÁFICA 14 ARRIBOS SERVICIOS LOGÍSTICOS JULIO 2014**



**GRÁFICA 15 ARRIBOS SERVICIOS LOGÍSTICOS POR HORARIO JULIO 2014**



**GRÁFICA 16 ARRIBOS SERVICIOS LOGÍSTICOS 31 JULIO 2014**

TABLAS Arribos de Servicios Logísticos

FECHA	Cantidad de Arribos SL						
01/07/2014	4	09/07/2014	1	17/07/2014	0	25/07/2014	0
02/07/2014	2	10/07/2014	0	18/07/2014	4	26/07/2014	3
03/07/2014	2	11/07/2014	2	19/07/2014	3	28/07/2014	3
04/07/2014	0	12/07/2014	0	21/07/2014	2	29/07/2014	2
05/07/2014	2	14/07/2014	0	22/07/2014	2	30/07/2014	3
07/07/2014	2	15/07/2014	3	23/07/2014	2	31/07/2014	5
08/07/2014	2	16/07/2014	0	24/07/2014	2		

TABLA 33 ARRIBOS DE UNIDADES PARA SERVICIOS LOGÍSTICOS JULIO 2014

Horario	Cantidad de Arribos SL						
00:00	0	06:00	1	12:00	4	18:00	0
01:00	4	07:00	6	13:00	1	19:00	0
02:00	3	08:00	5	14:00	4	20:00	2
03:00	3	09:00	4	15:00	0	21:00	0
04:00	0	10:00	4	16:00	2	22:00	2
05:00	1	11:00	1	17:00	3	23:00	1

TABLA 34 ARRIBOS DE UNIDADES PARA SERVICIOS LOGÍSTICOS POR HORARIO JULIO 2014

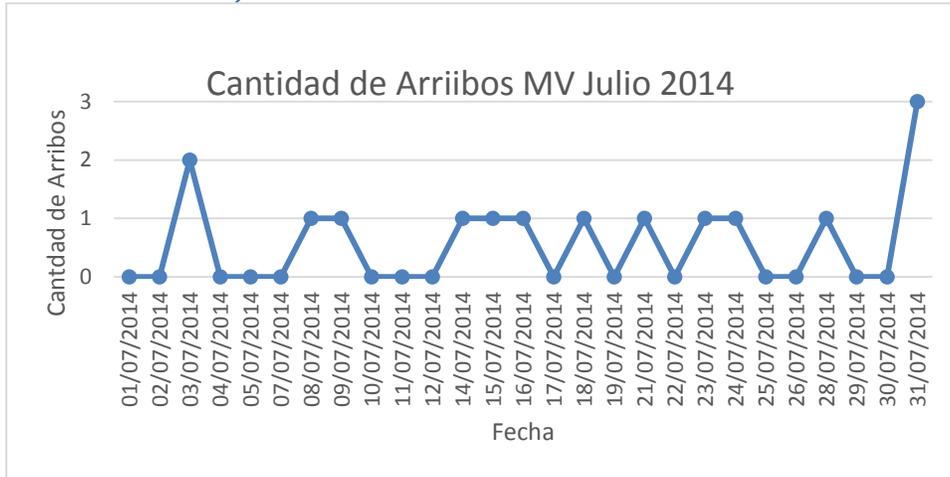
Horario	Cantidad de Arribos SL	Horario	Cantidad de Arribos SL	Horario	Cantidad de Arribos SL
06:00	0	12:00	0	18:00	0
07:00	0	13:00	1	19:00	0
08:00	0	14:00	0	20:00	1
09:00	0	15:00	0	21:00	0
10:00	1	16:00	1	22:00	0
11:00	1	17:00	0		

TABLA 35 ARRIBOS DE UNIDADES PARA SERVICIOS LOGÍSTICOS 31 DE JULIO 2014

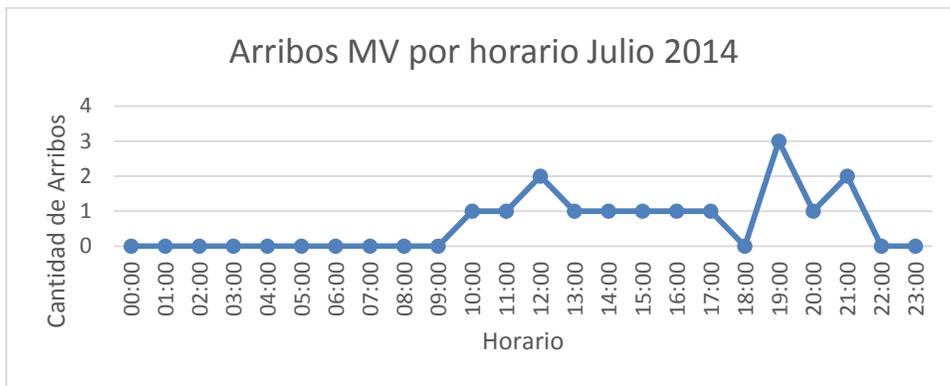
Unidad	Tiempo entre arribos Servicios Logísticos (s)
1	15300
2	20880
3	28680
4	10200
5	12360

**TABLA 36 TIEMPO ENTRE ARRIBOS PARA SERVICIOS LOGÍSTICOS**

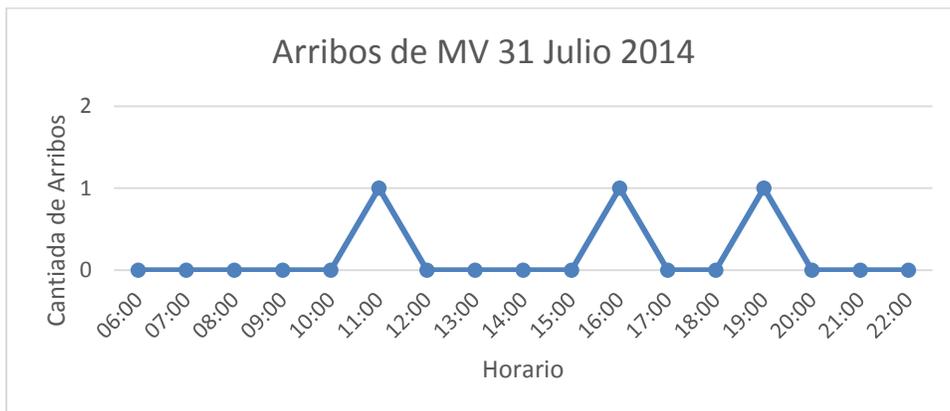
**GRÁFICAS Arribos de Manejo de Valores**



**GRÁFICA 17 ARRIBOS DE CLIENTES PARA MANEJO DE VALORES JULIO 2014**



**GRÁFICA 18 ARRIBOS POR HORARIOS PARA MANEJO DE VALORES JULIO 2014**



**GRÁFICA 19 ARRIBOS PARA MANEJO DE VALORES 31 JULIO 2014**

TABLAS Arribos de Manejo de Valores

FECHA	Cantidad de Arribos SL						
01/07/2014	4	09/07/2014	1	17/07/2014	0	25/07/2014	0
02/07/2014	2	10/07/2014	0	18/07/2014	4	26/07/2014	3
03/07/2014	2	11/07/2014	2	19/07/2014	3	28/07/2014	3
04/07/2014	0	12/07/2014	0	21/07/2014	2	29/07/2014	2
05/07/2014	2	14/07/2014	0	22/07/2014	2	30/07/2014	3
07/07/2014	2	15/07/2014	3	23/07/2014	2	31/07/2014	5
08/07/2014	2	16/07/2014	0	24/07/2014	2		

TABLA 37 ARRIBOS DE CLIENTES PARA MANEJO DE VALORES JULIO 2014

Horario	Cantidad de Arribos SL						
00:00	0	06:00	1	12:00	4	18:00	0
01:00	4	07:00	6	13:00	1	19:00	0
02:00	3	08:00	5	14:00	4	20:00	2
03:00	3	09:00	4	15:00	0	21:00	0
04:00	0	10:00	4	16:00	2	22:00	2
05:00	1	11:00	1	17:00	3	23:00	1

TABLA 38 ARRIBO DE CLIENTES PARA MANEJO DE VALORES POR HORARIO JULIO 2014

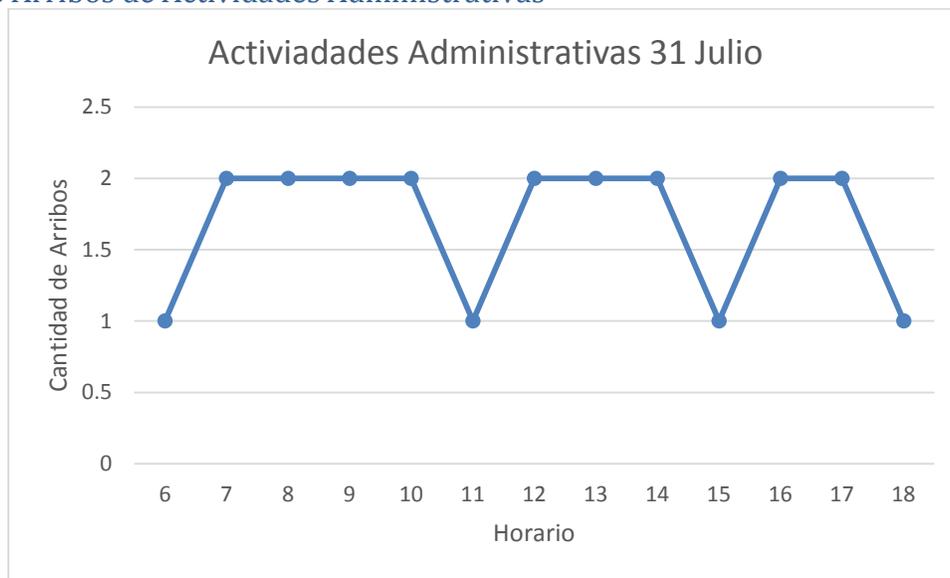
Horario	Cantidad de Arribos SL	Horario	Cantidad de Arribos SL	Horario	Cantidad de Arribos SL
06:00	0	12:00	0	18:00	0
07:00	0	13:00	1	19:00	0
08:00	0	14:00	0	20:00	1
09:00	0	15:00	0	21:00	0
10:00	1	16:00	1	22:00	0
11:00	1	17:00	0		

TABLA 39 ARRIBOS DE CLIENTES PARA MANEJO DE VALORES 31 JULIO 2014

Unidad	Tiempo entre arribos Servicios Logísticos (s)
1	15300
2	20880
3	28680
4	10200
5	12360

**TABLA 40 TIEMPO ENTRE ARRIBOS DE CLIENTES PARA MANEJO DE VALORES**

**GRÁFICAS** Arribos de Actividades Administrativas



**GRÁFICA 20 CANTIDAD DE SOLICITUDES PARA ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS**

**TABLAS** Arribos de Actividades Administrativas

Unidad	Tiempo entre arribos Actividades Administrativas (s)	Unidad	Tiempo entre arribos Actividades Administrativas (s)	Unidad	Tiempo entre arribos Actividades Administrativas (s)
1	2013	8	1975	15	2062
2	2106	9	1994	16	2027
3	2035	10	1990	17	2021
4	1926	11	1986	18	2057
5	1955	12	2042	19	2010
6	2003	13	2018	20	2084
7	1961	14	2039	21	2072
				22	2050

**TABLA 41 TIEMPO ENTRE ARRIBOS DE SOLICITUD DE ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS.**

Anexo 2.3 Tiempos de servicio

TABLA DE TASAS DE SERVICIO ASD ENTRADA

Unidad	Tiempo de servicio viajes de CEMENTO (s)	Unidad	Tiempo de servicio viajes de CEMENTO (s)	Unidad	Tiempo de servicio viajes de CEMENTO (s)	Unidad	Tiempo de servicio viajes de CEMENTO (s)
1	58	26	72	51	82	76	65
2	75	27	63	52	70	77	67
3	59	28	80	53	75	78	81
4	58	29	71	54	71	79	76
5	66	30	59	55	66	80	61
6	76	31	61	56	67	81	82
7	67	32	75	57	66	82	69
8	58	33	71	58	81	83	78
9	59	34	79	59	73	84	58
10	67	35	62	60	62	85	77
11	73	36	58	61	76	86	70
12	66	37	82	62	59	87	76
13	68	38	75	63	76	88	76
14	69	39	81	64	66	89	69
15	61	40	59	65	62	90	69
16	64	41	74	66	80	91	63
17	67	42	68	67	69	92	82
18	79	43	60	68	65	93	66
19	69	44	78	69	81	94	82
20	60	45	74	70	69	95	63
21	72	46	76	71	60	96	72
22	82	47	67	72	70	97	73
23	65	48	79	73	78	98	66
24	60	49	59	74	72	99	58
25	62	50	81	75	64	100	58
						101	61
						102	81

TABLA 42 TIEMPOS DE SERVICIO PARA UNIDADES DE VIAJE DE CEMENTO

<b>Unidad</b>	<b>Tiempo de servicio viajes de Multiproducto (s)</b>
1	75
2	82
3	85
4	80
5	87
6	82
7	95
8	70
9	69
10	97
11	85
12	76
13	87
14	86

**TABLA 43 TIEMPO DE SERVICIO PARA VIAJES DE MULTIPRODUCTO**

<b>Unidad</b>	<b>Tiempo de Servicio Abasto de CEMENTO (s)</b>
1	67
2	68
3	82
4	87
5	90
6	68
7	85

**TABLA 44 TIEMPO DE SERVICIO ABASTO CEMENTO**

Unidad	Tiempo de Servicio de abasto MP (s)
1	310
2	89
3	480
4	191
5	398
6	296

**TABLA 45 TIEMPO DE SERVICIO ABASTO MP**

Unidad	Tiempo de servicio Manejo de valores(s)
1	380
2	200
3	400

**TABLA 46 TIEMPO DE SERVICIO DE MANEJO DE VALORES**

Unidad	Tiempo de servicio Servicios Logísticos (s)
1	200
2	230
3	98
4	110
5	162

**TABLA 47 TIEMPO DE SERVICIO SERVICIOS LOGÍSTICOS**

<b>Unidad</b>	<b>Tiempo de Actividades Administrativas (s)</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tiempo de Actividades Administrativas (s)</b>
1	40	13	103
2	143	14	14
3	92	15	179
4	68	16	354
5	51	17	212
6	20	18	226
7	113	19	484
8	87	20	826
9	43	21	63
10	165	22	30
11	20	23	137
12	56	24	285
		25	271

**TABLA 48 TIEMPO DE SERVICIO EN ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS**

TABLA DE TASAS SE SERVICIO ASD SALIDA

Unidad	Tiempo de servicio viajes de CEMENTO (s)	Unidad	Tiempo de servicio viajes de CEMENTO (s)	Unidad	Tiempo de servicio viajes de CEMENTO (s)	Unidad	Tiempo de servicio viajes de CEMENTO (s)
1	124	27	158	53	127	79	156
2	120	28	139	54	154	80	149
3	155	29	158	55	136	81	138
4	133	30	130	56	120	82	142
5	151	31	159	57	158	83	159
6	152	32	148	58	144	84	155
7	130	33	138	59	143	85	139
8	149	34	123	60	142	86	131
9	159	35	133	61	134	87	124
10	142	36	155	62	156	88	143
11	131	37	132	63	147	89	158
12	137	38	131	64	144	90	142
13	131	39	159	65	127	91	156
14	129	40	138	66	121	92	148
15	159	41	148	67	124	93	141
16	135	42	158	68	144	94	127
17	137	43	122	69	155	95	121
18	139	44	156	70	152	96	140
19	159	45	124	71	127	97	133
20	131	46	135	72	144	98	131
21	128	47	143	73	139	99	144
22	137	48	136	74	158	100	132
23	137	49	139	75	132	101	159
24	146	50	139	76	154	102	159
25	149	51	151	77	126		
26	122	52	123	78	125		

TABLA 49 TIEMPOS DE SERVICIO PARA DESPACHO DE CEMENTO ASD SALIDA

Unidad	Tiempo de servicio viajes de Multiproducto (s)
1	199
2	268
3	326
4	208
5	226

Unidad	Tiempo de servicio viajes de Multiproducto (s)
6	271
7	217
8	342
9	357
10	291
11	242
12	220
13	319
14	352

**TABLA 50 TIEMPO DE SERVICIO PARA DESPACHO DE MP ASD SALIDA**

Unidad	Tiempo de Servicio Abasto de CEMENTO (s)
1	166
2	224
3	234
4	231
5	262
6	229
7	132

**TABLA 51 TIEMPO DE SERVICIO ABASTO DE CEMENTO ASD SALIDA**

Unidad	Tiempo de Servicio de abasto MP (s)
1	373
2	455
3	417
4	406
5	368
6	344

**TABLA 52 TIEMPO DE SERVICIO ABASTO MP ASD SALIDA**

Unidad	Tiempo de servicio Servicios Logísticos (s)
1	270
2	246
3	252
4	289
5	129

**TABLA 53 TIEMPO DE SERVICIO SERVICIOS LOGÍSTICOS ASD SALIDA**

Unidad	Tiempo de servicio Actividades Administrativas (s)	Unidad	Tiempo de servicio Actividades Administrativas (s)
1	40	14	14
2	143	15	179
3	92	16	354
4	68	17	212
5	51	18	226
6	20	19	484
7	113	20	826
8	87	21	63
9	43	22	30
10	165	23	137
11	20	24	285
12	56	25	271
13	103		

**TABLA 54 TIEMPOS DE SERVICIO ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS ASD SALIDA**

**TABLA DE TASAS DE SERVICIO AREA DE OPERACIONES**

Unidad	Carga Cemento (s)	Unidad	Carga Cemento (s)	Unidad	Carga Cemento (s)	Unidad	Carga Cemento (s)
1	891	27	1250	53	4247	79	1071
2	1311	28	2862	54	1510	80	2510
3	951	29	2931	55	3983	81	1910
4	2151	30	3711	56	4131	82	1869
5	2450	31	5793	57	2330	83	1910
6	1910	32	4730	58	2975	84	2631
7	2510	33	5870	59	2387	85	5870
8	1360	34	8510	60	4675	86	1130

Unidad	Carga Cemento (s)						
9	1472	35	6471	61	4545	87	1430
10	2511	36	2630	62	2211	88	1370
11	1550	37	4610	63	5150	89	1791
12	1878	38	5450	64	2160	90	1790
13	1610	39	2467	65	3710	91	1611
14	1550	40	6641	66	3651	92	3526
15	1520	41	5002	67	3410	93	4250
16	1191	42	4971	68	3231	94	2391
17	722	43	4311	69	1551	95	6351
18	720	44	3530	70	2051	96	2210
19	1550	45	2510	71	8630	97	3590
20	2691	46	2090	72	2330	98	3711
21	2510	47	1310	73	1011	99	4910
22	470	48	5511	74	2031	100	1910
23	1670	49	6411	75	2750	101	3490
24	675	50	2270	76	2870	102	3170
25	1550	51	1893	77	1100		
26	1970	52	2142	78	2570		

**TABLA 55 TIEMPO DE SERVICIO OPERACIONES CARGA CEMENTO**

Unidad	Carga MP (s)
1	2107
2	2406
3	1566
4	2647
5	2466
6	6597
7	3486
8	846
9	2286
10	5286
11	5826
12	1086
13	3546
14	3126

**TABLA 56 TIEMPOS DE SERVICIO OPERACIONES CARGA DE MP**

Unidad	Descarga Cemento (s)
1	1080
2	1200
3	1920
4	1500
5	2280
6	1920
7	1320

**TABLA 57 TIEMPOS DE SERVICIO OPERACIONES DESCARGA DE CEMENTO**

Unidad	Descarga MP (s)
1	3465
2	2422
3	2196
4	2348
5	2252
6	3468

**TABLA 58 TIEMPO DE SERVICIO OPERACIONES DESCARGA DE MP**

UNIDAD	Tiempo de carga SL
1	2104
2	3777
3	1831
4	2514
5	3261

**TABLA 59 TIEMPO DE SERVICIO OPERACIONES CARGA DE SERVICIOS LOGÍSTICOS**

## Anexo 3.2 Cálculos

### Error de Aceptación (Aceptación de modelo)

Se evaluaron las siete actividades realizadas en Báscula para poder conocer el número de diferencias que se puede aceptar entre los datos reales recabados y los datos obtenidos con el modelo

Actividad báscula	CADI Santa Catarina 31-jul-14
Viajes de Cemento	103
Viajes de Multiproducto	14
Abasto Cemento	7
Abasto Multiproducto	6
Viajes Servicios Logísticos	5
Ingresos de Valores	3
Actividades Administrativas	22

Para poder calcular la cota de error se utiliza la siguiente fórmula

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Dónde:

S es la desviación estándar entre el tamaño de la muestra

n es el tamaño de la muestra, es decir el número de elementos analizados

Para poder realizar estos cálculos primero se calcula la Desviación estándar con la siguiente fórmula

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N-1}}$$

Dónde:

x : es la muestra analizada

$\bar{x}$  : es la media del total de muestras

N : es el tamaño de la muestra

Los cálculos se muestran a continuación:

$$S = \sqrt{\frac{7751}{6}}$$

$$S = 36$$

Así entonces el error de aceptación es:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

$$S_{\bar{x}} = \frac{36}{\sqrt{7}}$$

$$S_{\bar{x}} = 13.61$$

$$S_{\bar{x}} = 14$$

## Bibliografía

- Banks, J. (1999). Introduction to simulation. *Winter Simulation Conference*, (págs. 7-13). Atlanta.
- Hillier, F. S. (1989). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Standfor University: Mc Graw Hill.
- Izcalli, F. C. (Julio de 2017). *Prueba de Bondad de Ajuste Chi cuadrada*. Obtenido de [http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/Laboratoriovirtualdeestadistica/CARPETA%203%20INFERENCIA\\_ESTADISTICA/DOC\\_%20INFERENCIA/TEMA%204/08%20PRUEBA%20DE%20CHICUADRADA.pdf](http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/Laboratoriovirtualdeestadistica/CARPETA%203%20INFERENCIA_ESTADISTICA/DOC_%20INFERENCIA/TEMA%204/08%20PRUEBA%20DE%20CHICUADRADA.pdf)
- Kelton, L. A. (1991). *Simulation Modeling and Analysis*. New York: Mc Graw Hill.
- Leemis, L. (1990). Simulation Input modeling. *Winter Simulation Coffference*. Williamsburg.
- Lopez, B. (s.f.). *Muestreo*. Obtenido de UNAM Economía: [herzog.economia.unam.mx](http://herzog.economia.unam.mx)
- Merced, J. R. (s.f.). *Industria del Cemento en Mexico*. Obtenido de Datos de la Camara nacinal del Cemento: [http://web.uaemex.mx/feconomia/Publicaciones/e804/2\\_Articulo\\_Juvenal-Judith\\_VFC.pdf](http://web.uaemex.mx/feconomia/Publicaciones/e804/2_Articulo_Juvenal-Judith_VFC.pdf)
- Mora, L. A. (2011). *Diccionario de Logistica y negocios internacionales*. Medellin Colombia: Eco Ediciones.
- Panamá, U. T. (2012). *Teoría de Colas*. Obtenido de <http://ivannayanel.blogspot.mx/2012/06/notacion-de-kendall.html>
- Propio. (s.f.). Apuntes Investigación de Operaciones.
- Sadowski, D. A. (1999). Tips for Successful practice of Simulation. *Winter Simulation Coffference*, (págs. 60-65). Sewicley.