

00321  
36



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## FACULTAD DE CIENCIAS

DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS  
INCLUYENDO FLUJOS INFORMALES  
DE INFORMACIÓN Y SU APROVECHAMIENTO  
MEDIANTE UN PROCESO DE SIMULACIÓN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

A C T U A R I O

P R E S E N T A

IGNACIO GUZMÁN SPEZIALE



FACULTAD DE CIENCIAS  
UNAM

DIRECTORA DE TESIS:  
M.en I.O. MARÍA DEL CARMEN HERNÁNDEZ AYUSO



FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCIÓN DE LICENCIATURA

2003

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PAGINACIÓN

DISCONTINUA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERÍA

**DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA**  
**Jefa de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

**DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS INCLUYENDO FLUJOS INFORMALES DE INFORMACIÓN  
 Y SU APROVECHAMIENTO MEDIANTE UN PROCESO DE SIMULACIÓN**

realizado por Ignacio Guzmán Speziale

con número de cuenta 07107807-8, quien cubrió los créditos de la carrera de: Actuaría

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario M. en I. O. María del Carmen Hernández Ayuso

Propietario M. en C. María Guadalupe Elena Ibargüengoitia

Propietario Dra. Amparo López Gaona

Suplente Mat. Adrián Girard Islas

Suplente M. en I. María de Luz Gasca Soto

*María del Carmen Hernández Ayuso*  
*María Guadalupe Elena Ibargüengoitia*  
*Amparo López Gaona*

*Adrián Girard Islas*

*María de Luz Gasca Soto*

Consejo Departamental de Matemáticas

*José Antonio Flores Díaz*

M. en C. José Antonio Flores Díaz

CONSEJO DEPARTAMENTAL DE MATEMÁTICAS

MATEMÁTICAS

*2*

A mis padres, Ignacio y Leda.

A mis hijos, Mónica y Alejandro.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la  
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el  
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: GUZMAN

SPECIALE IGNACIO

FECHA: 13-02-2003

FIRMA: [Firma manuscrita]

A Gloria, con todo mi amor.

Agradezco a los miembros del jurado su ayuda para desarrollar y  
revisar este trabajo:

M. en I. O. María del Carmen Hernández Ayuso, Directora de Tesis.

M. en C. María Guadalupe Elena Ibarguengoitia González.

Dra. Amparo López Gaona.

M. en I. María de Luz Gasca Soto.

Mat. Adrián Girard Islas.

A lo largo de mi vida he compartido el camino  
con muchas personas que me han brindado su  
ayuda y apoyo desinteresados. Muchas gracias  
a todas ellas.

A

**brille tu luz ante los hombres**

(mt. 5-16)

5

## INDICE

1. PRESENTACIÓN.....	2
1.1 LOS FLUJOS INFORMALES DE INFORMACIÓN.....	2
1.2 LA DISPONIBILIDAD DE LOS CAJEROS AUTOMÁTICOS.....	3
1.3 EL PROCESO DE SIMULACIÓN.....	4
1.4 ESTE TRABAJO.....	5
2. ANTECEDENTES.....	6
3. SITUACIÓN ACTUAL.....	9
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	9
3.2 PROBLEMÁTICA DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	13
3.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	15
4. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA BASE DE DATOS.....	17
4.1 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN PARA LA BASE DE DATOS.....	17
4.2 CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA EL DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.....	26
4.3 EL MODELO RELACIONAL.....	28
4.4 DISEÑO DE LAS TABLAS DE LA BASE DE DATOS.....	34
4.5 VALORACIÓN RELACIONAL DE LAS TABLAS DE LA BASE DE DATOS.....	46
5. PROCESO DE SIMULACIÓN.....	47
5.1 MODELO DE COLAS.....	47
5.2 APLICACIÓN DEL MODELO DE COLAS.....	54
5.3 USO DE SIMULACIÓN EN EL MODELO DE ATENCIÓN DE FALLAS DE CAJEROS.....	62
6. CONCLUSIONES.....	78
ANEXOS.....	80
A. EJEMPLOS DE LAS TABLAS DE LA BASE DE DATOS.....	80
B. TABLAS DE LA SIMULACIÓN.....	103
C. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA AUTOMATIZADO.....	121
D. EJEMPLO DEL SEUDOCÓDIGO PARA LA PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.....	123
BIBLIOGRAFÍA.....	125
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA.....	125
BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA.....	125

## **1. PRESENTACIÓN.**

En este capítulo se describen los elementos principales que componen este trabajo.

### **1.1 LOS FLUJOS INFORMALES DE INFORMACIÓN.**

Los sistemas automatizados de información se han vuelto cada vez más y más automatizados (valga la redundancia), es decir, la participación humana es cada vez menor en los mismos.

Sin embargo, "En los sistemas de información gerencial (MIS) existen flujos de información tanto formales como informales. Generalmente los MIS sólo consideran los flujos formales; sin embargo, los flujos informales existen y deben ser considerados" [b]. Los flujos informales de información son aquellos que no están descritos en ningún manual de procedimientos de la institución y por lo general están relacionados con la participación de las personas en el proceso.

Por ejemplo, en el manual de procedimientos de un sistema de información gerencial para el seguimiento a fallas de cierto equipo, los flujos formales señalan que la persona que reparó la avería debe registrar las causas de la misma en un sistema automatizado. Sin embargo, debido a que el sistema es limitado, ocurre a menudo que la gerencia se ve en la necesidad de comunicarse telefónicamente con los técnicos para conocer las causas reales de las fallas. Éste último es un flujo informal de información.

Al utilizar un sistema 100% automatizado para cierta aplicación, una institución bancaria ha dejado fuera los flujos informales de información con el resultado de que el sistema actual no le sirve para satisfacer sus necesidades y pone en riesgo la confianza de los clientes en ella.

Desarrollar un sistema que incluya algunos flujos informales de información, que reflejen mejor la participación humana, puede ayudar a disminuir ese riesgo.

## 1.2 LA DISPONIBILIDAD DE LOS CAJEROS AUTOMÁTICOS.

El uso cada vez más extendido de los cajeros automáticos (ATM<sup>1</sup>) como medio principal de prestación de servicios bancarios ha provocado que las instituciones bancarias busquen instalar estos dispositivos en lugares más cercanos al usuario final que, en muchos casos, se encuentran alejados de los principales centros de soporte y mantenimiento de los equipos.

Las personas se han acostumbrado tanto a utilizar el cajero automático para sus principales operaciones bancarias que se ha vuelto prioritario para las instituciones bancarias mantener el servicio disponible en un alto porcentaje.

Para lograrlo, se debe contar con un sistema ágil, sencillo y flexible que mida la disponibilidad real de los equipos y que genere una base de datos de información acerca de tipos de fallas, recurrencias y causas principales que incluya tanto los flujos formales de información como los informales y que, al explotarla adecuadamente, permita a las instituciones o sus proveedores elaborar estrategias adecuadas para mejorar la disponibilidad en caso de rebasar un mínimo fijado.

---

<sup>1</sup> ATM: Abreviatura de Automated Teller Machine (máquina cajero automatizado). Máquina controlada por computadora que entrega billetes de banco cuando son solicitados por el titular de una cuenta bancaria. "Diccionario de Informática" [a].

Cómo para muchos otros objetos relacionados con la tecnología, en general, y la computación, en particular, para designar a los cajeros automáticos se utilizan en el medio las iniciales de su nombre en inglés. También es común referirse a ellos simplemente como "cajeros" aunque esta designación se puede confundir con las personas que atienden en una ventanilla de un banco. En este trabajo, usaré indistintamente ATM o cajero en referencia al equipo electrónico y "cajero de ventanilla" para nombrar a las personas.

### **1.3 EL PROCESO DE SIMULACIÓN.**

Los cajeros automáticos son equipos electro-mecánicos complejos con componentes, propios y de apoyo, de diversos tipos que están expuestos a fallas. Esto provoca que no exista un equipo técnico único que pueda realizar todas las labores de mantenimiento preventivo y correctivo. Dependiendo del tipo de falla y de sus causas, se puede requerir de una o más personas, con diferentes habilidades, para corregirlas.

En este caso, una de las herramientas que se puede utilizar para aprovechar una base de datos con la información generada a partir de las disponibilidades reales de los ATMs y elaborar con ésta una estrategia adecuada de servicio es el proceso de simulación de las fallas de los cajeros y la atención a las mismas.

## **1.4 ESTE TRABAJO.**

El objetivo de este trabajo es diseñar una base de datos para un sistema automatizado para el seguimiento a las fallas de cajeros automáticos de una institución bancaria y que incluya flujos informales de información, así como el desarrollo de un proceso de simulación para aprovechar la información obtenida.

Para lograr el objetivo, este trabajo está estructurado en los siguientes capítulos:

- **ANTECEDENTES.** Describe brevemente el desarrollo histórico de los cajeros automáticos y la importancia que han adquirido para los bancos y para las personas que los usan.
- **SITUACIÓN ACTUAL.** Detalla el contexto de los cajeros automáticos para cierto banco, los problemas que se tienen para mantenerlos disponibles el mayor tiempo posible y propone una alternativa para ayudar a solucionar esos problemas.
- **DISEÑO DE UNA BASE DE DATOS.** Describe el diseño de una base de datos como primer paso en el desarrollo de la propuesta de solución.
- **PROCESO DE SIMULACIÓN.** Presenta los elementos necesarios para elaborar una simulación de escenarios una vez que se cuente con alguna información en la base de datos propuesta así como ejemplos de la propia simulación.
- **CONCLUSIONES.**
- **ANEXOS.**

## 2. ANTECEDENTES.

Los bancos son instituciones de servicio, es decir, el "producto" que venden es la atención a las personas y empresas de sus necesidades de intermediación financiera. Hasta mediados de la década de los 1970s, esta atención se brindaba en forma casi exclusiva por una o varias personas en una oficina (sucursal bancaria o, simplemente, banco).

En su libro "Electric Money" [c], publicado en 1970, Dennis Richardson describe ya un ambiente en el que cada vez más se utilizarán medios electrónicos para efectuar operaciones bancarias y cada vez menos se acudirá a una sucursal. Richardson incluso vaticina la desaparición total del dinero "físico" (englobando en esta definición al papel moneda, cheques y tarjetas plásticas o de otros materiales).

Por otro lado, ya desde mediados de los años 1970s, México, junto con Brasil y Argentina, se consideraba en la etapa más adelantada del uso de computadoras dentro de América Latina [d]

En el año de 1966 la compañía Diebold introdujo al mercado una máquina dispensadora de efectivo [e], o ATM, que inició el cambio en la atención que ha evolucionado hasta llegar al concepto de cajero automático que tenemos hoy en día. No es objetivo de este trabajo detallar la historia de los cajeros automáticos, baste decir que han pasado de ser dispositivos electromecánicos con la única función de entregar paquetes preparados de billetes a usuarios autorizados, a máquinas híbridas (mecánicas, eléctricas y electrónicas) muy complejas que pueden realizar una gran variedad de tareas como:

- Entrega de efectivo a los usuarios de sus cuentas de cheques, tarjetas de crédito u otras.
- Consultas, en pantalla o impreso en papel, de saldos, movimientos y estados de cuenta.
- Traspasos entre las diversas cuentas de un usuario.
- Traspasos de las cuentas de un usuario a las de un tercero.

- Pago de servicios con cargo a alguna cuenta del usuario.
- Recepción de efectivo, billetes y monedas, o documentos (cheques) para depósito a cuenta o pagos.
- Contratación de nuevos servicios proporcionados por la institución.
- Cambio de NIP<sup>2</sup> de la tarjeta del usuario para acceso al cajero
- Compra de tiempo aire para servicios de telefonía celular.

Todo esto conectado con los sistemas de cómputo centrales de la institución y afectando en tiempo real los saldos y bases de datos respectivos al tiempo que proporciona al usuario un comprobante impreso de las operaciones efectuadas.



Figura 2.1. Cajero 1062ix de Diebold.

<sup>2</sup> NIP: Abreviatura de Número de Identificación Personal. Número asignado al titular de tarjeta magnética, por ejemplo una tarjeta de crédito, que el titular tiene la obligación de mantener en secreto. Junto con la tarjeta magnética, este número actúa como identificador y contraseña de acceso a servicios informáticos tales como ATMs u otros. "Diccionario de Informática" [a].

Se han desarrollado otros medios de brindar los servicios bancarios, incluso más baratos para los bancos que los ATMs (como la atención telefónica o a través de Internet), pero algunas características de los cajeros como la entrega de efectivo, servicio teórico de 24 horas diarias los 365 días de año y entrega de un comprobante de las operaciones realizadas, han hecho de ellos uno de los medios preferidos para brindar el servicio por parte de los bancos y para ser atendidos por parte de los clientes.

Además, al mismo tiempo que han evolucionado en las funciones que realizan, los cajeros automáticos han reducido sus costos, tanto de adquisición como de operación.

No es de extrañar, entonces, que los bancos hayan introducido más de estos equipos buscando instalarlos cada vez más cerca de los usuarios finales, muchas veces en factorías, minas, complejos petroleros u otros lugares muy alejados de los principales centros de población.

Los cajeros, sin embargo, como cualquier otra máquina, no están exentos de sufrir fallas<sup>3</sup> que perjudican su disponibilidad como quedarse sin el efectivo necesario para entregar, que es, a pesar de todos sus adelantos, la función que más realizan. Las fallas de los cajeros automáticos, o cualquier otra causa que disminuya la disponibilidad del servicio, afecta grandemente la imagen de seguridad, estabilidad y confianza del banco. Esta imagen es de vital importancia para la institución a la que le entregan todos los usuarios su dinero para su custodia. Los bancos trabajan con base en la confianza de sus clientes. Por tanto, para el negocio bancario, es muy importante contar con cada cajero automático funcionando óptimamente todo el tiempo en que se establece que debe funcionar y, por tanto, los bancos deben realizar todas las acciones necesarias para que esto sea así.

---

<sup>3</sup> Falla: Condición en la que una computadora o una parte de ésta es incapaz de realizar una o más de las funciones que tiene asignadas. "Diccionario de Informática" [a].

### **3. SITUACIÓN ACTUAL.**

Para facilitar el análisis del problema, las soluciones propuestas y el diseño de la base de datos, así como para el uso de las herramientas de simulación, se utilizará el caso de una institución bancaria imaginaria: BancoX.

En este capítulo se describe la situación actual de los cajeros de BancoX, los problemas que representan la atención a las fallas de los mismos así como una propuesta de solución a algunos de los problemas detectados.

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.**

El BancoX tiene más de setenta años establecido en México. Ha pasado por diversas etapas en su desarrollo como empresa de servicios financieros: Banco comercial ubicado en la ciudad de México (Banco Equis). Diversos bancos comerciales independientes establecidos en diferentes ciudades del país (Banco Equis de Tampico, Banco Equis de Colíma, etcétera). Los bancos independientes se unen en un "sistema" de bancos llamado Conjunto Bancos Equis. Durante este desarrollo, también han surgido instituciones bancarias de otros tipos que llevan el mismo nombre: Fiduciaria Equis, Banco Hipotecario Equis. Finalmente, hace ya más de veinticinco años, todas estas instituciones se fusionaron en una sola "banca múltiple" llamada BancoX.

Actualmente, BancoX tiene una amplia cobertura de servicios en todo el país, se encuentra entre los tres o cuatro primeros en número de clientes y manejo de recursos financieros y se precia de contar con tecnología de punta en todas sus áreas tanto para sus funciones internas como para la atención al cliente. BancoX también quiere mejorar su posición en el mercado al tiempo que conserva sus gastos de operación al mínimo para así incrementar sus utilidades.

Es por todo esto que BancoX ha desarrollado varias estrategias de venta de servicios entre las que se encuentra la "domiciliación", es decir, en lugar de que las empresas paguen directamente los salarios a sus empleados en efectivo o con cheque,

le hagan periódicamente un depósito a una cuenta abierta a cada empleado en el BancoX.

Otra de las estrategias de BancoX, en este caso para mantener bajos sus costos de operación, es buscar que la atención a sus clientes se haga por otros medios distintos al servicio personal prestado en una sucursal bancaria ya que éste es el medio más costoso para el banco.

Estas, y otras estrategias, han llevado a BancoX a tener más de diez mil cajeros automáticos instalados en todo el país, tanto dentro de sus sucursales como en los más diversos lugares: centros comerciales, hoteles, cines, restaurantes, tiendas, gasolineras, fábricas, minas, hospitales, instalaciones petroleras (extracción de petróleo o gas, refinación, petroquímica) y en casi cualquier lugar en donde pueda acudir gran número de personas que requieran de alguno de los servicios que prestan los cajeros automáticos.



Figura 3.1. Cajero 1075ix de Diebold.

Sin embargo, los cajeros, como cualquier otra máquina, pueden sufrir fallas, es decir, condiciones que los imposibiliten a efectuar alguna de las funciones para las que

están destinados. Cuando un cajero falla, las consecuencias son múltiples para el banco que lo instaló:

En primer lugar, cada cajero instalado debe ser costeable. Para que sea costeable, se considera que cada ATM debe efectuar un mínimo de cinco mil operaciones mensuales, esto es, un promedio de casi 7 operaciones por hora, las 24 horas de cada día del mes. Son grandes las repercusiones que tiene que un cajero deje de funcionar por un par de días.

Pero el impacto más fuerte para el banco es en la confianza de los usuarios a la institución ya que ésta es uno de los pilares básicos para su funcionamiento: los usuarios entregan al banco sus recursos financieros y confían en éste para que los custodie, administre, incremente y se los devuelva o los transfiera cuando el cliente tenga derecho a esto de acuerdo con el contrato efectuado y así lo solicite.

Podemos imaginar la reacción de un obrero de una mina el día de pago cuando pretende retirar parte de su salario y encuentra el cajero ahí instalado, fuera de servicio. O cuando un padre de familia quiere llevar a sus hijos al cine un domingo, intenta retirar dinero de un cajero y éste no se lo entrega a pesar de indicarle en el comprobante de operación que el retiro se efectuó. O si una persona recuerda a último momento que no ha hecho el pago del servicio eléctrico, acude a un cajero automático y éste no funciona. En todos estos casos, y, en general, siempre que un cliente quiere usar un ATM y no funciona correctamente, el impacto en la confianza del banco es muy negativo.

Para BancoX, como para cualquier banco, es muy importante que sus cajeros siempre funcionen perfectamente dentro del tiempo definido. Para lograrlo, sería ideal evitar que los cajeros fallaran; pero, aún contando con el más adecuado plan de mantenimiento preventivo, los ATMs van a sufrir fallas.

BancoX, entonces, ha definido un porcentaje mínimo de disponibilidad<sup>4</sup> para sus cajeros. Actualmente ese mínimo está fijado en 96.5%; es decir, BancoX espera que cada uno de sus cajeros automáticos funcione con todas sus opciones el 96.5% del tiempo que debe funcionar. Para medir periódicamente la disponibilidad de sus cajeros, BancoX ha decidió utilizar una unidad de tiempo de una semana de siete días que comienza en lunes y termina en domingo. Se considera la semana "uno" de cada año la primera que comienza en lunes. Con esto se logra que la unidad de tiempo a considerar sea lo más estándar posible, independiente del año y del mes.

Para lograr las metas de disponibilidad establecidas, se deben tener los elementos de mantenimiento correctivo capaces de satisfacer dichas metas así como un sistema de información que reporte periódicamente a la gerencia<sup>5</sup> la disponibilidad real de cada cajero<sup>6</sup>.

BancoX cuenta con un sistema totalmente automatizado de control de fallas (integrado al software que maneja los ATMs desde el equipo central del banco) que registra la fecha, hora y causa probable, en el momento mismo en que ocurre, y reporta cualquier anomalía que sufra un equipo, tanto si la falla deja totalmente fuera de servicio al cajero como si sólo le impide realizar alguna función específica como imprimir el comprobante de uso. El sistema incluso reporta si un cajero está cerca de no poder realizar alguna función por estarse quedando sin efectivo o sin papel para imprimir los comprobantes de uso. También registra y reporta la fecha y hora en que el cajero vuelve a quedar funcional al 100%. Restando el tiempo que el equipo estuvo fuera de servicio del total que debería funcionar se determina la disponibilidad de ese equipo en particular.

---

<sup>4</sup> BancoX define disponibilidad de un cajero automático como el porcentaje del tiempo en que éste funciona, con todas sus opciones, del 100% que se determina que debe funcionar ese equipo en particular.

<sup>5</sup> En este trabajo utilizaré el nombre genérico "gerencia" para referirme a cualquier nivel jerárquico dentro de BancoX cuyo objetivo principal es la toma de decisiones orientadas a lograr y superar las metas de disponibilidad fijadas.

<sup>6</sup> Dado el número tan grande de cajeros con que cuenta el BancoX, el sistema en realidad debe reportar únicamente los equipos que NO cumplieron con la meta en el periodo considerando que el resto tuvo una disponibilidad del 100%.

BancoX también cuenta con una estructura de mantenimiento correctivo que incluye a empleados de varias áreas del banco así como a diversas empresas externas. Se tiene también software de control remoto, que permite a una terminal *especial* interactuar con un *host* (en este caso, la computadora local que tienen los cajeros automáticos) tal como si estuviera frente a la pantalla del mismo para realizar todas las actividades que se pueden hacer con ese *host* a través de modems y líneas telefónicas [f], que permite resolver a distancia algunas de las fallas de los cajeros, especialmente si se trata de una falla leve que no ha dejado al equipo sin trabajar del todo.

Sin embargo, la mayoría de las fallas, aún leves como cuando una tarjeta se atora en el lector, requieren que alguna persona acuda al cajero para su solución. En todo caso, la rapidez con que se corrija la falla redundará en una mayor disponibilidad del ATM y, a su vez, en la imagen de la institución.

### **3.2 PROBLEMÁTICA DE LA SITUACIÓN ACTUAL.**

Como se mencionó en la sección anterior, BancoX cuenta con un sistema de información que le da a conocer las fallas, incluyendo fecha y hora en que ocurrieron, de sus cajeros y con esto se puede determinar el impacto en la disponibilidad. BancoX sabe que muchos de sus cajeros no logran las metas semanales de disponibilidad y conoce exactamente cuales son. También conoce las causas de muchas de las fallas ocurridas (aunque no todas). Revisiones de los reportes le permiten ver que los cajeros que fallan no siempre son los mismos ni por las mismas causas.

Sin embargo, al ser un sistema totalmente automatizado con el que cuenta actualmente BancoX, no considera ningún flujo de información informal que se genera en el proceso de corrección de fallas de cajeros. Esto provoca varios problemas.

El primer problema que presenta este sistema es al considerar las causas de las fallas de los cajeros. Muchas fallas son muy obvias y son reportadas adecuadamente como cuando un ATM se queda sin efectivo para entregar. Pero muchas otras se reportan simplemente como cajero fuera de servicio y esto se puede deber a un gran número de causas directas o indirectas como:

- Descompostura física del cajero, a su vez debida a:
  - Corriente eléctrica irregular, ocasionada por:
    - Suministro de la compañía eléctrica.
    - Deficiencias en la instalación local.
    - Condiciones climáticas.
  - Desgaste de componentes internos del equipo.
  - Vandalismo.
- Falla de energía eléctrica (por causas)
- Falla del equipo de comunicación con el cajero:
  - Falla de modem.
  - Falla de equipo de radio.
  - Falla de satélite.

Cada una de estas causas puede requerir de diferentes acciones de los equipos de mantenimiento preventivo y de la presencia en el cajero de una o varias personas.

Actualmente, la información detallada de las causas de las fallas sólo la tienen los técnicos que efectuaron la compostura y, cuando la gerencia de BancoX necesita conocerlas, debe hablar directamente con ellos vía telefónica o por cualquier otro medio.

Otros datos provenientes de flujos informales y que no está considerados en el sistema actual son:

- Diferentes horarios en que están accesibles o que es importante que funcionen los cajeros (ventanas de servicio). El sistema actual sólo considera una ventana de 24 horas diarias todos los días del año.
- La fecha y hora en que realmente recibe el reporte de la falla el primer técnico que la va a atender.

- Fecha y hora en que el técnico inicia la resolución de la falla.
- En su caso, fecha y hora en que el primer técnico determina que él no puede resolver la falla.
- En su caso, fecha y hora en que avisa a la instancia respectiva para que otro técnico atienda la falla.
- Causa principal real de la falla y causa original.

Como consecuencia de esto, BancoX realmente ignora si el soporte de mantenimiento con que cuenta es el adecuado o no para sus necesidades. Y aún si fuera el adecuado, la situación siempre cambiante (instalación de nuevos cajeros, cambios climatológicos, cambios en el personal o empresa que presta el soporte, fallas estacionales en el suministro de energía eléctrica en algunas regiones del país) lo volvería inadecuado rápidamente.

Resumiendo: al no incluir flujos informales, el sistema de información de disponibilidad de cajeros con que cuenta actualmente BancoX no proporciona todos los datos necesarios para establecer y mantener actualizado el soporte de mantenimiento correctivo que le permita alcanzar, y superar, sus metas de disponibilidad de ATMs.

### **3.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN.**

Dado que una de las características de los flujos informales de información de cualquier proceso es que no son evidentes, desarrollar, en este momento, un sistema de información que proporcione TODOS los datos necesarios, tanto formales como informales, para establecer un soporte de mantenimiento correctivo excelente, puede resultar una tarea no sólo excesivamente tardada, sino también exagerada o errónea en cuanto a los resultados proporcionados. De hecho, BancoX ignora cual es exactamente la información que requiere para este fin.

Por esto, la propuesta de solución es desarrollar un sistema automatizado básico y flexible, que cree y alimente una base de datos con la información que ya se sabe que se requiere en este momento, que pueda considerar algunos flujos de información

informal del proceso de atención a fallas y que proporcione algunos reportes en poco tiempo.

Cuando se incluyen flujos informales de información en un sistema se vuelven formales. Por esta razón, el sistema a desarrollar deberá contar con funciones que sean responsabilidad de las áreas de mantenimiento, tales como altas, bajas y cambios a los tipos y descripción de las fallas, con objeto de no perder completamente los flujos informales.

En el siguiente capítulo de este trabajo se hace el diseño conceptual de una base de datos que cumple con los requisitos estipulados y en un anexo se hace mención de las características principales que requiere un sistema automatizado para la creación y mantenimiento de dicha base de datos y la emisión de reportes básicos.

Una vez que se cuente con suficiente información en la base de datos, se puede utilizar para plantear estrategias que permitan a la institución, o a sus proveedores, establecer centros de atención con el personal adecuado, tanto en número como en habilidades necesarias, para disminuir el tiempo de atención a fallas a un nivel aceptable para la institución y sus clientes.

## **4. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA BASE DE DATOS.**

Para satisfacer la solución propuesta al final del capítulo anterior, en primer lugar es necesario diseñar cuidadosamente una base de datos que permita almacenar información suficiente de las fallas de los cajeros de BancoX que incluya flujos informales. En este capítulo se describe con detalle el diseño de esta base de datos.

En este trabajo, los flujos informales de información que se propone incluir son los siguientes:

- Considerar que existen cuatro áreas de mantenimiento correctivo.
- Considerar diferentes ventanas de servicio.
- Considerar que, en una sola falla, pueden existir hasta tres diferentes averías que requieran, posiblemente, de diferentes áreas de mantenimiento para su solución.

En la primera sección de este capítulo se explican los flujos informales considerados y se revisan los requisitos de información para la base de datos. En las siguientes secciones se procede al diseño formal de la misma.

### **4.1 REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN PARA LA BASE DE DATOS.**

En esta sección se hace el análisis de la información que se requiere que contenga la base de datos para cumplir los objetivos de la solución propuesta.

#### **4.1.1 CAJEROS Y NODOS.**

Para cada cajero, se debe contar en la base de datos con información general del mismo que sea suficiente para su identificación y la posible generación de estadísticas adicionales.

Tanto el personal de mantenimiento de BancoX como el de sus proveedores conocen a los ATMs por un *número de cajero* (ya que este identificador generalmente se coloca bien visible al frente del equipo). Sin embargo, es necesario contar además

con un *nombre de cajero* que permita a las personas que utilizarán la información generada saber fácilmente de que cajero se trata; por ejemplo: *SUC. MERCADO PUEBLA 3, IMSS TUXTLA GTZ., SUC. PAGES LLERGO VHSA 2.*

Por otro lado, los ATMs de BancoX se encuentran distribuidos en todo el país por lo que es lógico que no siempre es la misma persona, ni siquiera la misma empresa, la que atiende un problema en diferentes puntos de la república.

Por esta razón y con objeto de simplificar la atención y el seguimiento a fallas, BancoX ha agrupado sus cajeros regionalmente en *nodos*, contando con varios nodos en las regiones metropolitanas de las ciudades de México, Monterrey y Guadalajara y uno en cada una de las ciudades más importantes del país y que a su vez agrupan los cajeros remotos y los de las ciudades o poblaciones más pequeñas.

#### **4.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO.**

Cuando un cajero falla y no puede ser corregido de manera remota, es necesario que acuda el personal calificado a arreglar la falla. Como se mencionó anteriormente, los ATMs actuales son máquinas complejas que cuentan con dispositivos electrónicos, mecánicos, eléctricos y otros. Además, son equipos para el manejo de dinero en efectivo, tarjetas de crédito y débito entre otros elementos, que los convierten en artefactos altamente sensibles a la seguridad.

Cuando hay fallas, se requiere, por tanto, de personal con diferentes habilidades para reparar los equipos, además del personal de seguridad para vigilar el equipo mientras éste está siendo arreglado.

En forma genérica, se han identificado los siguientes tipos de personal de mantenimiento para los equipos:

- Con conocimientos básicos para realizar operaciones rutinarias como dotación de efectivo o reposición de papel para impresión de comprobantes y para corregir fallas sencillas como cuando se traba una tarjeta en el lector. Generalmente, estas funciones las realiza el personal de una sucursal (cuando el cajero está dentro de ésta y en horarios hábiles) o personal de una empresa de seguridad (Panamericano,

Cometra) contratada para este fin. También es necesaria la presencia de alguna persona de éstas (sucursal o seguridad) cuando acude cualquier otro personal de mantenimiento a atender el cajero.

- Para mantenimiento de fallas propias del cajero, tanto mecánicas como eléctricas o electrónicas. Estas funciones las realiza personal del proveedor del ATM o personal subcontratado por estas empresas.
- Personal para corregir problemas en los medios de enlace y comunicación del cajero. No es común que el proveedor del ATM realice esta función ya que se trata de muy diversos tipos de equipos: modems, líneas telefónicas, equipos de radio, antenas satelitales. BancoX cuenta con personal propio y proveedores de servicios genéricos de comunicaciones que pueden arreglar muchas de las fallas e identificar correctamente las restantes, las cuales deben ser corregidas por otro proveedor de servicios: Telmex u otra compañía si se trata de líneas telefónicas, otros proveedores para antenas satelitales, aún otro proveedor más para aparatos de radio.
- Finalmente, personal para atender las fallas que se ocasionan por los suministros que requieren los equipos; básicamente instalación eléctrica y, en climas cálidos, aire acondicionado. Como en el caso de los medios de enlace, BancoX cuenta con personal o un proveedor genérico para resolver o diagnosticar estas fallas pero muchas veces requiere de otros proveedores para arreglar problemas específicos. En muchos casos en los que hay cajeros automáticos en las instalaciones de un tercero (fábricas, centros comerciales, súper mercados), personal de esa empresa (o de sus proveedores) es el responsable de corregir este tipo de fallas.

En resumen, se cuenta con cuatro tipos de mantenimiento correctivo para los ATM identificados como: 1) Mantenimiento Básico y Seguridad. 2) Mantenimiento Cajero. 3) Mantenimiento de Comunicaciones. 4) Mantenimiento de Suministros Eléctricos.

Como se mencionó, en cada tipo de mantenimiento existen muchas instancias (personas o empresas) que terminan siendo el responsable final de reparar la falla. Por ejemplo, si se detecta una falla de comunicación, en primer lugar ocurre al cajero el

personal de BancoX (o del proveedor) encargado del soporte básico de comunicaciones. Ahí pueden detectar que el problema es con las líneas telefónicas por lo que la responsabilidad de corregirlas es de TELMEX quien a su vez, posiblemente, encargará la reparación a uno de sus proveedores.

Para simplificar el seguimiento a la corrección de las fallas, BancoX ha definido en cada nodo un responsable único por cada tipo de mantenimiento. Es decir, cada cajero pertenece a un nodo en donde hay cuatro personas, cada una responsable de un tipo de mantenimiento.

#### **4.1.3 VENTANAS DE SERVICIO.**

En esta sección se describen las ventanas de servicio que son los períodos de tiempo en que se determina que deben estar disponibles los cajeros de acuerdo con diferentes consideraciones.

##### **4.1.3.1 VENTANA HÁBIL.**

Como se mencionó anteriormente, la disponibilidad de los cajeros automáticos se ha convertido en un asunto prioritario para las instituciones bancarias. BancoX ha definido esta disponibilidad como el porcentaje de tiempo en el que un determinado cajero, o un conjunto de cajeros, puede ser utilizado - con el total de sus funciones - del total de la *ventana hábil*; es decir, del tiempo que debe estar funcionando.

En principio, la ventana hábil es, de acuerdo con la publicidad de BancoX, de 24 horas diarias los 365 días de año. Sin embargo, la realidad puede ser, y de hecho es, muy diferente incluso para cada cajero individual. Se han instalado ATMs en lugares tan disímiles como súper mercados, fábricas, minas, centros turísticos. Por supuesto que los horarios en los cuales se van a utilizar realmente los cajeros en cada uno de estos lugares son diferentes. Por ejemplo, los cajeros automáticos instalados en el interior de un súper mercado sólo se utilizarán durante el horario en que esté abierto ese comercio, mientras que en un equipo colocado dentro de un complejo petroquímico, en el que se trabaja efectivamente 24 horas diarias los 365 días del año, es importante que

esté disponible todo ese tiempo. Más aún, no todas las empresas laboran los mismos horarios o los comercios están abiertos el mismo tiempo. Hay cajeros, por ejemplo, instalados en súper mercados que abren 24 horas y también hay en otros que funcionan sólo 13 o 14 horas al día.

Definiendo las ventanas hábiles para cada cajero y obteniendo el porcentaje del tiempo en el que cada equipo funciona, dentro de esa ventana hábil, se obtiene la disponibilidad total por ATM.

#### **4.1.3.2 VENTANA DE USO PREFERENTE.**

BancoX también conoce para cada tipo de cajero la *ventana de uso preferente* en la cual se refleja, para cada equipo individual, el horario en que es más importante que el ATM esté funcionando con todas sus opciones. Por supuesto que para la imagen de una institución deberían ser muy importantes todos y cada uno de sus clientes. No obstante, en un escenario práctico es más importante que el cajero automático esté funcionando correctamente en las horas en que acuden a usarlo veinte clientes por hora que cuando sólo lo requieren uno o dos clientes en cuatro o cinco horas. Con esta ventana de uso preferente se puede obtener una disponibilidad de uso preferente de cada cajero automático.

#### **4.1.3.3 VENTANAS DE MANTENIMIENTO.**

Idealmente, el personal de mantenimiento estaría disponible durante todo el tiempo de la ventana hábil o, cuando menos, durante la ventana de uso preferente. En una situación práctica no es costoso pagar este servicio. Además, tal como se mencionó anteriormente, al ser los cajeros muy sensibles a la seguridad física, personal de este tipo debe siempre acudir cuando llegue cualquier otro personal de mantenimiento. Entonces, un determinado personal de mantenimiento estará disponible en la intersección del horario en que ellos mismos puedan brindar el servicio y el horario en que se cuente con el personal de seguridad.

De hecho, uno de los propósitos de este trabajo es proporcionar información para determinar las *ventanas de mantenimiento* que se deben contratar. Sin embargo, para partir de una base, se consideran las ventanas de mantenimiento con que se cuente en el momento. Con esta información, se puede determinar la disponibilidad de cada cajero dentro de su ventana de mantenimiento por tipo del mismo.

#### 4.1.3.4 VENTANAS POR DÍAS ESPECIALES.

Tenemos, entonces, seis ventanas de disponibilidad para cada cajero: la hábil, la de uso preferente, y las cuatro de mantenimiento. No obstante, falta considerar que no todos los días de la semana o del mes tienen requerimientos exactamente iguales en cuanto a la disponibilidad. Es necesario contemplar, al menos, días normales de semana, sábados, domingos o días festivos y días especiales como pueden ser de quincenas. Esto nos da un total de veinticuatro ventanas de disponibilidad por cada cajero automático (seis tipos de ventana por cuatro tipos de días). Finalmente, con el objeto de proporcionar estadísticas más precisas, las ventanas de disponibilidad no se dan únicamente como un número de horas sino con una hora de inicio y otra final. Se necesitan, entonces, cuarenta y ocho datos de las ventanas de disponibilidad para cada ATM a dar seguimiento.

A continuación se presenta un ejemplo de las diferentes ventanas de servicio:

	Lun. a Vie.		Sábado		Dom. o festv.		Especial	
Ventana hábil	06:00	24:00	00:00	24:00	00:00	21:30	00:00	24:00
Ventana de uso preferente	07:30	21:30	08:30	23:00	09:00	21:30	08:30	23:00
Ventana de mto. Básico y seguridad	08:00	21:00	08:00	20:30	08:00	15:00	08:00	21:00
Ventana de mto. Cajero	08:30	20:30	08:30	20:30	09:30	14:00	08:30	20:30
Ventana de mto. Comunicaciones	08:30	20:00	08:30	15:00	08:30	15:00	08:30	20:00
Ventana de mto. sum. Eléctricos	09:00	19:00	09:00	14:00	09:00	14:00	09:00	19:00

Figura 4.1. Ejemplo de ventanas de disponibilidad para un cajero.

#### **4.1.4 TIPOS DE CAJEROS.**

Capturar y, sobre todo, mantener actualizados hasta cuarenta y ocho datos de disponibilidad teórica para cada cajero - que pueden llegar a ser varios miles - simplemente no es práctico.

A riesgo de no contar con información cien por ciento exacta, es necesario agrupar a los cajeros en un número pequeño de tipos que permita manejar la información de las ventanas de disponibilidad fácilmente. La idea es manejar no más de veinte tipos de cajeros con las respectivas ventanas de disponibilidad asociadas con cada tipo de cajero.

#### **4.1.5 DÍAS FESTIVOS Y ESPECIALES.**

Es muy sencillo, en un sistema automatizado moderno, identificar el día de la semana de que se trata. También se puede, en principio, saber si algunos días del mes son el pago de quincenas. Pero no es posible conocer si un día es festivo. Además, actualmente muchas empresas y dependencias de gobierno han adoptado criterios diferentes para el pago de sus empleados que los tradicionales días quince y último del mes. Ya se ha considerado la información necesaria de las ventanas de disponibilidad en días festivos y especiales. Es necesario, sin embargo, contar con información para identificar días festivos y especiales para determinar la disponibilidad real de cada cajero de acuerdo con fecha en que ocurre una falla.

#### **4.1.6 DISPONIBILIDAD TEÓRICA SEMANAL Y ACUMULADA POR TIPO DE CAJERO Y POR TIPO DE VENTANA.**

De acuerdo con los objetivos planteados, en primer lugar el sistema deberá proporcionar a BancoX, la información de los cajeros que no han cumplido con el 100% de disponibilidad (por tipo de ventana de servicio) en cada semana así como el acumulado en lo que va del año.

Para lograrlo, en este sistema se registrarán (entre otros datos) todas las fallas que sufre un cajero, la fecha y hora en que falla así como la fecha y hora en que queda nuevamente funcionando. Con estos datos, la información de días festivos o especiales y las ventanas de servicio por tipo de cajero es posible saber el tiempo total que el cajero ha quedado fuera de servicio. Para obtener la disponibilidad, es decir, el porcentaje de tiempo que ha quedado fuera de servicio contra el total teórico que debe funcionar, se debe conocer también esta última información.

Es posible calcular los datos semanales y acumulados de disponibilidad teórica cada vez que se genere el reporte respectivo. Sin embargo, en este sistema se ha considerado más práctico generar, antes del inicio de año, para cada tipo de cajero considerado, los datos de disponibilidad teórica para cada semana así como el acumulado anual hasta esa semana por cada tipo de ventana de servicio.

Se hizo así ya que la información a almacenar no es muy grande: una tabla para cada año, que contiene una tupla de 14 atributos para cada semana del año por cada tipo de cajero. Si se consideran 20 tipos de cajeros y 52 tuplas por tipo de cajero, una por cada semana del año, se tendrá un total de 1040 tuplas.

Por otro lado, calcular los acumulados cada vez que se genere un reporte puede provocar un tiempo de ejecución muy grande.

#### **4.1.7 FALLAS DE CAJEROS.**

Se busca que el sistema propuesto pueda, en un principio, proporcionar información de las diferentes disponibilidades con respecto a las ventanas de servicio establecidas (hábil, de uso preferente y de los diversos mantenimientos). Esto se logrará registrando el tiempo que cada cajero averiado permanece fuera de servicio y comparando esta información con la disponibilidad teórica que debe cumplir. Como ya se ha considerado el resto de la información necesaria, cuando haya una falla de cajero, sólo resta registrar la fecha y hora en que ocurrió la falla así como la fecha y hora en que quedó corregida.

Es muy común que una falla de un ATM afecte simultáneamente a varios elementos necesarios para su funcionamiento. Por ejemplo, una tormenta eléctrica puede dejar fuera de servicio a un cajero. El primer elemento que acude es el de mantenimiento interno del equipo (apoyado por el personal de seguridad, como se mencionó, aunque este último no va a reparar nada), ve que el ATM efectivamente está dañado y procede a componerlo; pero además se percató que los equipos de comunicación y de regulación de energía eléctrica también resultaron afectados por lo que avisa a los responsables respectivos para que acuda su personal de mantenimiento. En este caso se requirió de tres instancias diferentes para dejar el equipo funcional nuevamente.

En esta primera etapa del sistema propuesto, para considerar parte de los flujos informales del proceso y contar con información más detallada de las causas y corrección de la falla, también se incluirán datos de hasta tres áreas que participaron en su corrección y las causas que la provocaron según su diagnóstico.

Con el objeto de reducir el tiempo de desarrollo y entrada en funcionamiento del sistema, otra información, como puede ser fecha y hora en que cada instancia de mantenimiento recibió el aviso de la falla, en que acudió a repararla y en que quedó corregida, no se incluirá en esta propuesta pero podría ser considerada en una segunda etapa de desarrollo.

## 4.2 CONSIDERACIONES BÁSICAS PARA EL DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.

Para seleccionar el modelo de datos que contara con las mejores características para este trabajo se tomó en cuenta lo siguiente:

- Es importante que exista una definición teórica del modelo, es decir, debe ser un modelo formal y no intuitivo.
- Debe ser un modelo ampliamente difundido y fácil de usar.
- El tamaño y complejidad de la base de datos de este sistema son, en realidad, pequeños, por lo que el modelo seleccionado debe ser práctico de usar en estos casos.
- Que permita agregar fácilmente información no considerada anteriormente.
- Deben existir paquetes o lenguajes de manejo de base de datos adaptados al modelo para ejecutarse en computadoras personales o redes de éstas.

Dentro de la gran cantidad de modelos de bases de datos que existen en la actualidad, el que mejor se adapta a estas características es el modelo relacional.

De acuerdo con la mayoría de los historiadores de la computación, este modelo fue el primero para el que se elaboró una definición teórica antes de que se desarrollara cualquier software o, incluso se hiciera una base de datos relacional. Seguramente es el modelo para el que existe más apoyo teórico de una gran cantidad de autores. Para otros modelos, como el jerárquico o el de red, el marco teórico se empezó a elaborar después de que se hubieran utilizado en sistemas automatizados.

Gracias a esta primicia y a que, de hecho, es un modelo fácil de entender y usar, es el más empleado en todo el mundo.

A pesar de que en los dos primeros artículos, su creador, Edgard F. Codd, hace referencia a "grandes bancos de datos" [g], el modelo relacional se adapta muy bien para usarlo en bases de datos de tamaño pequeño y de baja complejidad. Otros modelos, como el orientado a objetos, podrían *quedarle grande* a esta aplicación.

Por sus características, el modelo relacional es uno de los más flexibles en cuanto a añadir información nueva.

La gran mayoría de paquetes y lenguajes de programación para el manejo de bases de datos, en particular los desarrollados para computadoras personales y redes de éstas, manejan bases de datos relacionales (o al menos eso presumen).

### **4.3 EL MODELO RELACIONAL.**

No es el alcance de este trabajo hacer un recuento detallado del modelo relacional; en esta sección se describen las características básicas del mismo para poder utilizarlo en la base de datos propuesta.

#### **4.3.1 EVOLUCIÓN DEL MODELO RELACIONAL.**

De acuerdo con deMiguel y Piattini [h], Edgard F. Codd propuso el modelo relacional para *bancos* de datos en una serie de artículos iniciada en 1970. En un principio, basó su modelo en la teoría de conjuntos utilizando los elementos, operadores y terminología de la misma. Ya en estos primeros artículos, Codd propuso tres formas de normalización para eliminar redundancias causadas por las dependencias entre atributos.

Continúan deMiguel y Piattini [h] mencionando que Codd, en un artículo publicado en 1972 amplió el modelo proponiendo el *álgebra relacional* y que en 1985 publicó 12 *reglas* que debe satisfacer un modelo para considerarse relacional concluyendo que la gran mayoría de los productos automatizados existentes en esa fecha no las cumplían. Los mismos autores [h] informan que, finalmente en 1990, Codd dio a conocer su segunda versión del modelo relacional: RDBM / V2 con 333 características agrupadas en 18 clases.

Por supuesto, muchos otros autores han hecho valiosas contribuciones al modelo relacional. En particular, la tercera forma normalizada fue primero revisada por Heath en 1971 y posteriormente por Boyce (junto con el propio Codd) en 1974.

La cuarta y quinta formas normalizadas fueron propuestas por Fagin en 1977 y 1979 respectivamente.

#### **4.3.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL MODELO RELACIONAL.**

Al elaborar su modelo, Codd propuso que debería cumplir con las siguientes características:

- Independencia física. Como Codd era en ese entonces un ingeniero de la IBM, su teoría estaba orientada a servir de base a productos de software desarrollados para el manejo de grandes bancos de datos. Su primera preocupación fue que el modelo no tuviera dependencia alguna con el tipo o tamaño de equipo (hardware) en que se ejecutarían los productos.
- Independencia lógica. Codd también buscó desde un principio que su modelo no tuviera restricciones de tipo lógico. Así, por ejemplo, en su modelo el orden de los atributos (o campos dentro de un archivo) es irrelevante.
- Flexibilidad. Así mismo, Codd propuso que su modelo permitiera agregar, eliminar o modificar fácilmente la información almacenada.
- Uniformidad. El modelo propuesto debe servir para cualquier tipo de información.
- Sencillez. Codd quiso que su modelo fuera el más sencillo de usar hasta la fecha. Propuso un modelo de base de datos formado por tablas y nada más que tablas.

Para lograrlo, Codd basó su modelo en tres elementos:

- Elemento estructural: que describe la forma en que la información es almacenada.
- Elemento de integridad: propone las reglas para asegurar que los datos permanezcan válidos y consistentes.
- Elemento de manipulación: establece los operadores que permiten a los usuarios procesar la información almacenada. Debido a que este elemento determina la forma en que un paquete o sistema maneja la información de la base de datos, que no está dentro del alcance de este trabajo, no se hará mención de él a mayor detalle.

#### 4.3.2.1 EL ELEMENTO ESTRUCTURAL DEL MODELO RELACIONAL.

El elemento estructural del modelo relacional son las *tablas* a las que Codd llamó *relaciones*. Se define una relación como "dados los conjuntos  $D_1, D_2, \dots, D_n$  (no necesariamente distintos), una relación  $R$  sobre ellos es un subconjunto del producto cartesiano de estos conjuntos". Codd llamó a los conjuntos  $D_i$  *dominios*.

Intuitivamente, una relación o tabla no es más que un arreglo bidimensional de columnas con nombre y filas o renglones sin nombre. Codd llamó a las columnas *atributos* y a las filas *tuplas*.

Por supuesto, para ser considerada una relación en los términos establecidos por Codd, esta tabla debe cumplir ciertos requisitos:

- Cada atributo (o columna) debe tener un nombre distinto.
- Todos los valores de un mismo atributo deben provenir del mismo dominio.
- Todos los valores de un atributo deben ser *atómicos*, es decir, no se permiten grupos repetitivos. Esto es equivalente a decir que en cada valor de cada atributo debe haber un solo dato del dominio del que proviene o un valor nulo (estar vacío).
- Cada tupla debe ser distinta. No se permiten tuplas duplicadas.
- El orden de los atributos y tuplas es irrelevante.

#### 4.3.2.2 EL ELEMENTO DE INTEGRIDAD DEL MODELO RELACIONAL.

El elemento de integridad se propuso para garantizar que la manipulación y navegación en la base de datos se pudiera hacer correctamente y con consistencia. Hay dos reglas básicas en el elemento de integridad del modelo relacional:

- Integridad de la entidad. Esta regla se refiere a que, en cada tupla debe existir un valor o combinación de valores (o atributos) única, que no tenga valor nulo, y que sirva para identificar, sin ambigüedades, la tupla. El atributo o atributos

que contienen estos valores deben ser los mismos para todas las tuplas y se conoce como la *llave primaria* (o principal) de la tabla. Cuando en una tabla existan más de un atributo o conjunto de atributos que permita identificar sin ambigüedades cada tupla, cada uno de estos atributos o conjunto de atributos se llamará llave (o llave candidata) aunque sólo una será definida como llave primaria.

- **Integridad referencial.** Para establecer esta regla se introduce el concepto de llave ajena o externa. Una tabla puede contener un atributo o combinación de atributos cuyos valores equivalen a una llave primaria de otra de las tablas en la base de datos. Este atributo o conjunto de atributos es la llave externa. La regla establece que, siempre que una tabla tenga una llave externa, cada uno de los valores que contenga debe ser nulo o igual a un valor de la llave primaria de la tabla a que hacen referencia.

### 4.3.3 NORMALIZACIÓN.

Aunque el concepto de normalización no forma parte del elemento de integridad del modelo relacional, es claro que su fin es también ayudar a garantizar la integridad de la base de datos.

El objetivo de la normalización es crear un conjunto de tablas que estén libres de información redundante que además puedan ser correcta y consistentemente modificadas.

La normalización es un proceso secuencial en etapas que se conocen como *formas normales* cada una de las cuales establece un conjunto más fuerte de condiciones que la anterior.

La normalización está basada en el concepto de *dependencia*. Las tres primeras formas normales (incluyendo la forma revisada por Boyce-Codd de la tercera forma) aplican restricciones a las *dependencias funcionales*, la cuarta a las *dependencias multivaluadas* y la quinta a las *dependencias de proyección - combinación*. Estas dos últimas formas normales se aplican únicamente a tablas complejas que tienen tres o

más atributos y en las que todos los atributos son llaves por lo que no serán tratadas en este trabajo.

La dependencia funcional se define como: Sea la relación  $R$  definida sobre el conjunto de atributos  $A$  y sean  $X$  y  $Y$  subconjuntos de  $A$  llamados descriptores. Se dice que  $Y$  depende funcionalmente de  $X$  (o que  $X$  determina o implica  $Y$ ) si, y sólo si, cada valor de  $X$  tiene asociado en todo momento un único valor de  $Y$ .

Se define la dependencia funcional *completa* para descriptores compuestos, esto es, que constan de dos o más atributos, y se dice que  $Y$  tiene dependencia funcional completa del descriptor compuesto  $X$  si  $Y$  tiene dependencia funcional de  $X$  pero no depende de ningún subconjunto del mismo.

Existe también el concepto de dependencia funcional *transitiva* en el que intervienen tres subconjuntos  $X$ ,  $Y$  y  $Z$  de un conjunto de atributos  $A$  sobre el que está definida la relación  $R$ . Se dice que  $Z$  tiene una dependencia transitiva de  $X$  a través de  $Y$  si  $Y$  depende funcionalmente de  $X$ , pero  $X$  no depende de  $Y$ , y  $Z$  depende funcionalmente de  $Y$ . Si además se da que  $Y$  no depende funcionalmente de  $Z$  se dice que la dependencia transitiva es estricta.

Como ya se dijo, las tres primeras formas normales fueron establecidas desde el principio por el propio Codd y son:

- Primera forma normal (1FN o, como se le conoce en inglés, 1NF): Para estar en 1FN, una tabla solamente debe ser relacional, es decir, debe cumplir con las características del elemento estructural. En particular, debe satisfacer la condición de que todos los valores de un atributo deben ser atómicos.
- Segunda forma normal (2FN o 2NF): Una tabla relacional está en 2FN si está en 1FN y cada atributo no-llave tiene dependencia completa de la llave primaria.
- Tercera forma normal (3FN o 3NF): Para estar en 3FN, una tabla relacional debe estar en 2FN y que ningún atributo que no sea llave dependa transitivamente de ninguna llave de la tabla. En otras palabras, todos los

atributos que no sean llaves deben depender funcionalmente de la llave primaria únicamente.

La forma revisada de 3FN, llamada forma normal de Boyce-Codd (FNBC o BCNF), se definió para tablas que tienen múltiples llaves candidatas, llaves candidatas compuestas y llaves candidatas que se traslapan y no será descrita en este trabajo.

#### 4.3.4 CONVENCIONES DE NOTACIÓN.

Aunque el modelo relacional es el más difundido, en el lenguaje diario utilizado en el medio de los sistemas automatizados es raro que se usen los términos *formales* del mismo. En este trabajo se emplean los nombres formales que tienen las siguientes equivalencias con el lenguaje habitual del medio de desarrollo de sistemas.

<u>Nombre formal.</u>	<u>En el lenguaje coloquial</u>
Relación o tabla	Archivo
Tupla	Registro o fila
Atributo	Campo o columna
Grado	Número de campos
Dominio	Valores posibles de un campo

#### 4.4 DISEÑO DE LAS TABLAS DE LA BASE DE DATOS.

Como todo el contexto de este trabajo gira alrededor de los ATMs de BancoX, el diseño de la base de datos también está basado en los cajeros automáticos. El esquema general de las tablas de la base de datos es el siguiente:



Figura 4.2. Diagrama E/R simplificado de la base de datos.

De acuerdo con las consideraciones detalladas anteriormente, a continuación se hace la descripción de estas tablas así como de los atributos, con su tipo y longitud, de cada una de ellas. Después de la descripción de cada tabla se presenta un cuadro con la definición detallada de la misma. Cada definición de tabla cuenta con:

- Tabla: nombre de la tabla. Los nombres de las tablas están en mayúsculas.
- Uso: uso que se le da a la tabla.
- Atributo: nombre del atributo. Los nombres de los atributos están en minúsculas. La indicación (1) después del nombre significa que el atributo es la llave primaria de la tabla.
- Longitud: número total de posiciones que ocupa el atributo.

- Tipo (del atributo): se tiene *a* para alfanumérico, *n* para numérico, *A* para alfabético exclusivamente, *f* para fecha, *h* para hora y *fh* para fecha y hora. La indicación (*x.y*) en un atributo numérico significa que se tienen *x* enteros, y decimales. Todos los atributos de fecha están dados en el formato *aaaammdd*, los de hora en el formato *hhmm* y los de fecha y hora en la unión de ambos
- Uso (del atributo): comentarios del uso que se le da a cada atributo y/o llaves externas para otra(s) tablas(s) del sistema.

Para facilitar la definición de las tablas se utiliza un arreglo bidimensional, que no es una tabla relacional, como en el siguiente ejemplo:

Tabla: PRUEBA

Uso: Ejemplo

Comentarios: Este es el ejemplo de la definición detallada de las tablas de la base de datos.

Atributo	Longitud	Tipo	Uso
atributo_a	8	F	Ejemplo de atributo de fecha
atributo_b(1)	2	A	Ejemplo de atributo alfabético. En este ejemplo este atributo es la llave primaria.
atributo_c	5	n (3.2)	Ejemplo de atributo numérico
atributo_d	3	A	Ejemplo de atributo alfanumérico
atributo_e	4	H	Ejemplo de atributo de hora
atributo_f	12	Fh	Ejemplo de atributo de fecha y hora

Figura 4.3. Ejemplo de las definiciones de las tablas.

Esta definición daría lugar a una tabla relacional como sigue:

PRUEBA

atributo_a	atributo_b	atributo_c	atributo_d	Atributo_e	atributo_f
20020424	DE	23254	W3R	1854	200306212130
20010525	AW	52487	34F	2021	200001240202
20030303	GY	62389	S23	0451	201006081545

Figura 4.4. Tabla definida con el ejemplo de la figura 4.2.

#### 4.4.1 TABLA DE CAJEROS.

Esta tabla contiene, en primer lugar, un identificador único, numérico o alfanumérico, con un mínimo de dígitos para facilitar captura y manejo de la información. Para este trabajo, se propone un identificador de cuatro posiciones, la primera alfabética<sup>7</sup> y las tres restantes numéricas, llamado *número de cajero*. Esta definición permite identificar veintiséis mil cajeros, suficiente para el alcance de este proyecto con una muy amplia capacidad de crecimiento.

El segundo atributo es la identificación del tipo de cajero de dos posiciones alfanuméricas y que es una referencia a la tabla de tipos de cajero.

A continuación, se utiliza un atributo de veintisiete<sup>8</sup> posiciones alfanuméricas para el nombre del cajero.

Finalmente, es necesario contar con el atributo para el nodo al que pertenece el cajero. Es de tres posiciones alfanuméricas y hace referencia a la tabla de nodos.

Tabla: CAJEROS

Uso: Información básica de cajeros y referencia a las ventanas de disponibilidad

Atributo	Longitud	Tipo	Uso
num_cajero(1)	4	1A + 3n	Identificador de cada cajero
tipo_cajero	2	a	Tipo de cajero; llave externa para TIPOS
nom_cajero	27	a	Nombre de cada cajero
nodo	3	a	Nodo al que pertenece el cajero; llave externa para NODOS

Figura 4.5. Tabla CAJEROS.

<sup>7</sup> En este trabajo, todos los atributos alfabéticos se consideran incluyendo únicamente veintiséis letras mayúsculas por posición, eliminando letras específicas del español para evitar problemas de clasificación o validación. Todos los atributos numéricos se contemplan con los dígitos del cero al nueve en cada posición.

<sup>8</sup> En la práctica se ha observado que es posible usar de veinticinco a treinta posiciones para almacenar, abreviando en algunos casos, los nombres, etiquetas, descripciones y comentarios requeridos en un sistema de este tipo. Se seleccionó veintisiete por estar, más o menos, en medio de estos dos valores.

#### 4.4.2 TABLA DE NODOS.

Esta tabla contiene, en primer lugar, el atributo de nodo de tres posiciones alfanuméricas y, a continuación, el nombre o descripción del mismo, que es un atributo de veintisiete posiciones alfanuméricas.

Tabla: NODOS

Uso: Información de las áreas que están a cargo de los cajeros (nodos).

Atributo	Longitud	Tipo	Uso
nodo(1)	3	a	Nodo al que pertenece el cajero
nom_nodo	27	a	Nombre del nodo

Figura 4.6. Tabla NODOS.

#### 4.4.3 TABLA DE TIPOS DE CAJERO.

La siguiente tabla corresponde a los tipos de cajeros con sus ventanas de disponibilidad.

En primer lugar debe tener un atributo único para identificar el tipo de cajero. Se utiliza para el tipo de cajero un atributo de dos posiciones alfanuméricas. Esta definición permite manejar hasta mil doscientos noventa y seis tipos de cajeros.

A continuación, es necesario mantener un atributo que identifique claramente a que se refiere el tipo. Por ejemplo: *SUC. SUPER 24 HS, CTO. COM. DIURNO, SUC. TRAD. L-V 8-16, SUC. TRAD. L-V 8-20 S 9-13, FABRICA 6-22*. Es un atributo alfanumérico de veintisiete posiciones alfanuméricas.

Finalmente, esta tabla contiene cuarenta y ocho atributos, veinticuatro de hora y minutos de inicio y veinticuatro de hora y minutos final, de cada una de las ventanas a considerar. Primero, para los días *normales* (generalmente de lunes a viernes si no hay algún suceso como día de quincena), a continuación para los sábados, después para domingos y días festivos y, finalmente, para días especiales. Recordemos que, para cada uno de estos días, se tienen seis diferentes ventanas: hábil, de uso preferente, de

mantenimiento básico y seguridad, de mantenimiento interno del cajero, de mantenimiento de comunicaciones y de mantenimiento de suministros eléctricos y de aire acondicionado.

Tabla: TIPOS

Uso: Tipos de cajeros y ventanas de disponibilidad por tipo y por día

Comentarios: Las horas de inicio y final están dadas como horas: minutos en un reloj de 24 hs.

Atributo	Longitud	Tipo	Uso
tipo_cajero(1)	2	a	Tipo de cajero
nom_tipo	27	a	Descripción del tipo de cajero
Vhin	4	h	ventana hábil hora de inicio día normal (l-v)
Vhfn	4	h	ventana hábil hora final día normal (l-v)
Vhis	4	h	ventana hábil hora de inicio sábado
Vhfs	4	h	ventana hábil hora final sábado
Vhid	4	h	ventana hábil hora de inicio domingo o festivo
Vhfd	4	h	ventana hábil hora final domingo o festivo
Vhie	4	h	Ventana hábil hora de inicio día especial
Vhfe	4	h	Ventana hábil hora final día especial
vpin	4	h	ventana uso preferente hora de inicio día normal (l-v)
vpfn	4	h	ventana uso preferente hora final día normal (l-v)
vpis	4	h	ventana uso preferente hora de inicio sábado
vpfs	4	h	ventana uso preferente hora final sábado
vpid	4	h	ventana uso preferente hora de inicio domingo o festivo
vpfd	4	h	ventana uso preferente hora final domingo o festivo
vple	4	h	Ventana uso preferente hora de inicio día especial
vpfe	4	h	Ventana uso preferente hora final día especial
vbin	4	h	ventana mtto. básico hora de inicio día normal (l-v)
vbfn	4	h	ventana mtto. básico hora final día normal (l-v)
vbls	4	h	ventana mtto. básico hora de inicio sábado
vblfs	4	h	ventana mtto. básico hora final sábado
vbid	4	h	ventana mtto. básico hora de inicio domingo o festivo
vbfd	4	h	ventana mtto. básico hora final domingo o festivo
vbie	4	h	Ventana mtto. básico hora de inicio día especial

Vbfe	4	h	Ventana mto. básico hora final día especial
Viin	4	h	ventana mto. interno hora de inicio día normal (l-v)
Vifn	4	h	ventana mto. interno hora final día normal (l-v)
Vils	4	h	ventana mto. interno hora de inicio sábado
Vifs	4	h	ventana mto. interno hora final sábado
Vild	4	h	ventana mto. interno hora de inicio domingo o festivo
Vifd	4	h	ventana mto. interno hora final domingo o festivo
Vile	4	h	Ventana mto. interno hora de inicio día especial
Vife	4	h	Ventana mto. interno hora final día especial
Vcin	4	h	ventana mto. comunic. hora de inicio día normal (l-v)
Vcfn	4	h	ventana mto. comunic. hora final día normal (l-v)
Vcis	4	h	ventana mto. comunic. hora de inicio sábado
Vcfs	4	h	ventana mto. comunic. hora final sábado
Vcid	4	h	ventana mto. comunic. hora de inicio domingo o festivo
Vcfd	4	h	ventana mto. comunic. hora final domingo o festivo
Vcle	4	h	Ventana mto. comunic. hora de inicio día especial
Vcfe	4	h	Ventana mto. comunic. hora final día especial
Vsin	4	h	ventana mto. sum. elect. hora de inicio día normal (l-v)
Vsfn	4	h	ventana mto. sum. elect. hora final día normal (l-v)
Vsis	4	h	ventana mto. sum. elect. hora de inicio sábado
Vsfs	4	h	ventana mto. sum. elect. hora final sábado
Vsid	4	h	ventana mto. sum. elect. hora de inicio domingo o festivo
Vsfd	4	h	ventana mto. sum. elect. hora final domingo o festivo
Vsie	4	h	ventana mto. sum. elect. hora de inicio día especial
Vsfe	4	h	ventana mto. sum. elect. hora final día especial

Figura 4.7. Tabla TIPOS.

#### 4.4.4 TABLA DE DÍAS FESTIVOS Y ESPECIALES.

Esta tabla se construye almacenando únicamente las fechas de días festivos o especiales para cada tipo de cajero que aplica. Se debe generar esta información anualmente antes del inicio de un nuevo año. Contiene un primer atributo de fecha. Un segundo atributo del tipo de cajero para el que se está considerando la fecha festiva o especial; este atributo es de dos posiciones alfanuméricas. La unión de estos dos atributos es la llave principal de la tabla.

Finalmente tiene un atributo de una sola posición numérica que identifica si se trata de un día festivo o especial.

Tabla: DIAS

Uso: Días festivos o especiales por tipo de cajero

Comentarios: La llave primaria es la unión de los atributos *fecha* y *tipo\_cajero*. Sólo se registran días festivos o especiales.

Atributo	Longitud	Tipo	Uso
Fecha(1)		8f	Fecha para la que se establece el festivo o especial.
tipo_cajero(1)		2a	Tipo de cajero
kfecha		1n	Clase de día: 0 = festivo; 1 = especial

Figura 4.8. Tabla DIAS.

#### 4.4.5 TABLA DE DISPONIBILIDAD TEÓRICA SEMANAL.

Como se mencionó, se generará anualmente en el sistema una tabla de disponibilidad teórica, en donde el nombre de la tabla hará referencia al año considerado. Cada una tiene, en primer lugar, un atributo de dos posiciones alfanuméricas para indicar el tipo de cajero para el que aplica la tupla. Después, tendrá un atributo de la fecha en que termina la semana. A continuación, el atributo del número de la semana que se trata: dos posiciones numéricas. Después, seis atributos numéricos con los datos de la disponibilidad teórica para la semana para cada tipo de ventana de servicio. Finalmente, seis atributos numéricos con los datos de la disponibilidad teórica acumulados hasta la semana para cada tipo de ventana de servicio.

Tabla: 2002

Uso: Disponibilidad teórica semanal y acumulada en el año para cada tipo de cajero y por cada tipo de ventana de servicio.

Comentarios: El nombre de la tabla identifica el año para el que aplica la información. La llave primaria es la unión de los atributos *tipo\_cajero* y *fecha\_fin*.

Atributo	Longitud	Tipo	Uso
tipo_cajero(1)	2	a	Tipo de cajero
fecha_fin(1)	8	f	Fecha en que termina la semana
sem	2	n	Número consecutivo de semana
sem_hab	5	n(3.2)	Número de horas de disponibilidad teórica en la semana para la ventana hábil.
sem_pre	5	n(3.2)	Número de horas de disponibilidad teórica en la semana para la ventana de uso preferente.
sem_bas	5	n(3.2)	Número de horas de disponibilidad teórica en la semana para la ventana de mantenimiento básico.
sem_int	5	n(3.2)	Número de horas de disponibilidad teórica en la semana para la ventana de mantenimiento interno del cajero.
sem_com	5	n(3.2)	Número de horas de disponibilidad teórica en la semana para la ventana de mantenimiento de comunicaciones.
sem_sum	5	n(3.2)	Número de horas de disponibilidad teórica en la semana para la ventana de mantenimiento de suministros eléctricos.
acu_hab	6	n(4.2)	Número de horas de disponibilidad teórica acumulada hasta la semana para la ventana hábil.
acu_pre	6	n(4.2)	Número de horas de disponibilidad teórica acumulada hasta la semana para la ventana de uso preferente.
acu_bas	6	n(4.2)	Número de horas de disponibilidad teórica acumulada hasta la semana para la ventana de mantenimiento básico.
acu_int	6	n(4.2)	Número de horas de disponibilidad teórica acumulada hasta la semana para la ventana de mantenimiento interno del cajero.
acu_com	6	n(4.2)	Número de horas de disponibilidad teórica acumulada hasta la semana para la ventana de mantenimiento de comunicaciones.
acu_sum	6	n(4.2)	Número de horas de disponibilidad teórica acumulada hasta la semana para la ventana de mantenimiento de suministros eléctricos.

Figura 4.9. Tabla 2002.

#### 4.4.6 TABLA DE FALLAS DE CAJEROS.

Ahora es necesario definir las tablas que almacenan la información de fallas, que deberá ser capturada diariamente, para generar las estadísticas necesarias.

Para efectos de este trabajo se considera *falla* un evento que provoca que un cajero automático no pueda realizar una o más de las funciones que tiene asignadas. Si después de ser reparado, un ATM vuelve a quedar imposibilitado para efectuar alguna de sus funciones, se considera que es una nueva falla.

La primera información que se desea obtener del sistema es el porcentaje de disponibilidad, en determinado lapso de tiempo, con respecto a cada una de las ventanas, de cada cajero en la red. Este porcentaje es la diferencia de 1 menos el cociente del tiempo que un cajero está fuera de servicio entre el tiempo que debería estar disponible de acuerdo con la ventana respectiva. Por supuesto, cuando un cajero no presenta ninguna falla en el lapso de tiempo considerado, la disponibilidad es 100%.

Para este sistema, los períodos de tiempo en que se evalúa la disponibilidad es durante la última semana y el acumulado semanal en lo que va del año.

Como ya se tiene la información de las ventanas de disponibilidad y ya se consideró una tabla que se generará anualmente de las ventanas acumuladas, sólo es necesario contar con la información de la duración de las fallas para emitir esta estadística.

En esta tabla, el primer atributo es un identificador consecutivo del número de fallas registradas. Para mayor facilidad y control, el atributo está dividido en dos partes: identificación del año y semana<sup>9</sup> en que se registra la falla y un número consecutivo.

---

<sup>9</sup> Recordemos que, para este sistema, la semana 1 de un año es la primera completa que empieza en lunes.

Se usan dos posiciones numéricas para los dos últimos dígitos del año (lo que provocará que el sistema deba ser corregido en caso de llegar funcionando al año 2100), dos posiciones numéricas para la semana de que se trate y tres posiciones numéricas para el número de falla, lo que permite controlar hasta mil fallas por semana<sup>10</sup>.

El número de falla lo debe generar automáticamente el sistema al dar de alta una falla. Los atributos que captura el operador del sistema son: el atributo del número del cajero que presenta la falla, de una posición alfanumérica más tres numéricas, los atributos de fecha y hora de inicio y final de la falla y las fallas presentadas. El primer atributo a capturar debe ser la fecha y hora de inicio de la falla para que con esta información el sistema genere automáticamente el número de falla.

Como los compiladores modernos ya manejan automáticamente atributos de fecha-hora y pueden realizar operaciones con ellos, se utilizará un solo atributo de fecha-hora para almacenar la fecha y hora de inicio de la falla y la fecha y hora del fin de la falla.

Para las fallas que presenta un ATM, en esta tabla únicamente se registrarán las claves que identifican el área que resuelve cada falla y que hacen referencia a una tabla de tipo de fallas donde se mantiene el detalle de cada una.

Para esto se utilizan tres atributos de tres posiciones de longitud cada uno. La primera posición es alfabética e identifica el área que resuelve la falla: B para el área de mantenimiento básico, I para mantenimiento interno del cajero, C para mantenimiento de comunicaciones y S para mantenimiento de suministros eléctricos. Las dos restantes posiciones de cada atributo son alfanuméricas y se usan libremente para registrar hasta mil doscientas noventa y seis fallas por cada área de mantenimiento.

Finalmente, se tiene un atributo de comentarios para especificar la causa de la falla o alguna otra información. Se trata de un atributo de ochenta posiciones alfanuméricas.

---

<sup>10</sup> Este sistema no está diseñado y no deberá utilizarse en caso de fallas catastróficas como apagones generales o fallas de algún satélite de comunicaciones.

**Tabla: FALLAS**

Uso: Registro de las fallas ocurridas

Comentarios: Las fechas de inicio y final están dadas como año mes y día. Las horas de inicio y final están dadas como horas: minutos en un reloj de 24 hs

Atributo	Longitud	Tipo	Uso
num_falla(1)	7	n	Número de la falla; 2 posiciones = últimos dos dígitos del año; 2 posiciones = número de la semana; 3 posiciones = consecutivo de falla en la semana.
num_cajero	4	1A + 3n	Identificador del cajero; llave externa para CAJEROS
Inic	12	fh	Fecha y hora en que inició la falla
Fin	12	fh	Fecha y hora en que se solucionó la falla
tfalla1	3	1A + 2a	Primera clave de falla. La primera posición identifica el área de mantenimiento que corrigió la falla: B = básico, I = interno del ATM, C = comunicaciones, S = suministros eléct. y A.A. Referencia a TIPOS_FALLAS.
tfalla2	3	1A + 2a	Segunda clave de la falla. Mismas consideraciones que el atributo anterior. Atributo optativo.
tfalla3	3	1A + 2a	Tercera clave de la falla. Mismas consideraciones que el atributo anterior. Atributo optativo.
com_falla	80	a	Comentarios de la falla

Figura 4.10. Tabla FALLAS.

#### 4.4.7 TABLA DE TIPOS DE FALLAS.

Para manejar en una forma más simple en el sistema las causas de las fallas en los ATMs y con esto poder emitir estadísticas de acuerdo con los tipos de fallas, el sistema cuenta con una tabla de tipos de fallas que tiene dos atributos.

El primero, de una posición alfabética más dos posiciones alfanuméricas, es la clave de la falla, en donde la primera posición identifica el área de la falla, por ejemplo B si la falla está en mantenimiento básico (falta de efectivo, atoro de papel o tarjetas), I si es un problema interno del cajero, C si es un problema de comunicaciones y S si la falla la provocó el suministro eléctrico o de aire acondicionado. Las siguientes tres

posiciones identificarán precisamente la falla dentro de cada tipo. Esto permite manejar hasta mil doscientas noventa y seis causas de falla por cada área de mantenimiento.

El segundo atributo es la descripción de la falla a que se refiere la clave; es de veintisiete posiciones alfanuméricas.

Tabla: TIPOS\_FALLAS

Uso: Información de las posibles fallas de los cajeros

Atributo	Longitud	Tipo	Uso
tipo_falla(1)	3	1A + 2a	Clave de la falla: la primera posición identifica el área: B = de mtto. básico, I = de mtto. interno del ATM, C = de comunicaciones y S = de suministros eléct. y A.A.
desc_falla	27	a	Descripción de la falla

Figura 4.11. Tabla TIPOS\_FALLAS.

## **4.5 VALORACIÓN RELACIONAL DE LAS TABLAS DE LA BASE DE DATOS.**

Dado que todas las tablas son muy sencillas, usando la definición de las mismas y los ejemplos incluidos en los anexos, es fácil revisar intuitivamente si son relacionales. En cada una de las tablas de la base de datos se cumple que:

Para el elemento estructural del modelo:

- Todos los atributos tienen nombres distintos dentro de cada tabla.
- Todos los valores de cada atributo provienen del mismo dominio.
- Los valores de cada atributo son atómicos; la relación está en 1FN.
- Todas las tuplas son distintas ya que existe una llave primaria única que las identifica.
- El orden de tuplas y atributos es irrelevante.

Para el elemento de integridad del modelo:

- Cada tabla tiene una llave primaria con un valor único para cada tupla de la misma.
- Las llaves externas hacen referencia a llaves primarias existentes de otras tablas.

Para revisar si cada tabla está, al menos, en la tercera forma normal (3FN):

- Como los valores de cada atributo son atómicos, la relación está en 1FN.
- Como cada tabla está en 1FN y todos los atributos no-llave tienen dependencia funcional completa de la llave; la relación está en 2FN.
- Como cada tabla está en 2FN y no existen dependencias transitivas, todos los atributos no-llave dependen funcionalmente de la llave principal únicamente y, por tanto, cada tabla está en 3FN.

## 5. PROCESO DE SIMULACIÓN.

Como se mencionó al principio de este trabajo, una vez que se cuente con suficiente información de las fallas reales de los cajeros automáticos, existe un gran número de herramientas que pueden ayudar a establecer estrategias adecuadas para alcanzar, y de ser posible rebasar, las metas de disponibilidad de ATMs fijadas.

Una de estas herramientas es el proceso de simulación basado en un modelo de colas. Para hacer uso de esta herramienta, se hará primero un breve resumen del modelo de colas para, a continuación, ejemplificar su uso en el caso particular del problema de la atención de las fallas de los cajeros automáticos y, finalmente, desarrollar un proceso de simulación para predecir el comportamiento del modelo.

### 5.1 MODELO DE COLAS.

En esta sección se hace una breve exposición del desarrollo de la teoría de colas y del modelo de Poisson de un solo servidor.

#### 5.1.1 LA TEORÍA DE COLAS.

De acuerdo con Moskowitz y Wright [i] fue el trabajo de A.K. Erlang en 1909 para analizar la congestión de tráfico en el sistema telefónico de Copenhague ante la demanda incierta de servicios lo que dio lugar a una nueva teoría llamada de *líneas de espera* o *teoría de colas*. Dado que muchos problemas de negocios (y de otros tipos) pueden tipificarse como problemas de congestión llegada - partida, el desarrollo de esta teoría ha resultado una herramienta de mucho valor.

En la teoría actual de un sistema de colas, el término *clientes* se usa para referirse, entre otros, a:

- Gente esperando líneas telefónicas desocupadas
- Personas esperando en la fila de un banco.
- Aviones esperando aterrizar.

- Máquinas esperando ser reparadas.

El término *instalaciones de servicio* se utiliza para referirse a;

- Líneas telefónicas.
- Ventanillas de atención en un banco.
- Pistas de un aeropuerto.
- Talleres de reparación o técnicos especializados.

Un sistema de colas involucra la llegada, posiblemente aleatoria, de los clientes a las instalaciones para recibir un servicio de duración posiblemente aleatoria. Por ejemplo

- La demanda a cierto conjunto de líneas telefónicas es de 235 por minuto en promedio (proceso de llegadas).
- Un cierto conjunto de líneas telefónicas puede manejar en promedio 250 llamadas por minuto (proceso de servicio).
- Entre las 20:00 y 21:00 horas, aviones solicitan pista en cierto aeropuerto a una tasa promedio de 1 cada 2 minutos (proceso de llegadas).
- Cierta aeropuerto tiene capacidad para hacer aterrizar, en promedio, 1 avión por minuto (proceso de servicio).
- Cierta tipo de máquinas se descompone, en promedio, a una tasa de 15 por semana hábil (proceso de llegadas).
- Un técnico especializado para reparar máquinas en cierta región puede atender, en promedio, 3 equipos por día (proceso de servicio).

En cada uno de los casos presentados, es claro que no existen situaciones ideales en que siempre hay la cantidad exacta de instalaciones de servicio para atender a los clientes: Las personas no siempre requieren las líneas telefónicas a la misma tasa; las máquinas no siempre se descomponen siguiendo el mismo patrón semanal; la gente no requiere servicios en una ventanilla de banco a la misma tasa todos los días. Aún el

ejemplo que se podría suponer más programable, la llegada de aviones a un aeropuerto en determinado período, puede sufrir situaciones imprevistas como retraso o adelanto de vuelos, vuelos desviados a otros aeropuertos por condiciones climáticas.

Casi siempre el sistema se encuentra sobre capacitado, es decir las instalaciones de servicio se encuentran casi siempre vacías en espera de clientes y éstos son atendidos en cuanto llegan (caso menos frecuente), o el sistema está sobrecargado, que equivale a decir que la tasa de llegadas casi siempre excede a la tasa de servicio (caso más frecuente) lo que provoca congestión en las líneas de espera y, cuando es posible, el abandono de los clientes de la línea de espera como en el caso de personas que esperan para ser atendidas en un restaurante.

Como no es posible tener siempre el número exacto de estaciones de servicio de manera que éstas nunca estén desocupadas y que los clientes sean atendidos en cuanto llegan, la situación ideal es tener el número adecuado de estaciones de servicio para que, cuando éstas estén desocupadas, esperen un tiempo razonable por el siguiente cliente y que, siempre que un cliente llegue, sólo tenga que esperar un tiempo razonable para ser atendido. Esto se conoce como un *sistema balanceado*.

En la práctica lo que se busca es lograr un punto de equilibrio en que se puedan pagar simultáneamente el costo de suministrar un nivel de servicio (por ejemplo, instalar y mantener 50 líneas telefónicas, 10 ventanillas de atención en una sucursal bancaria, 6 pistas de aterrizaje, 7 unidades de reparación de equipo con técnicos especializados) y el costo de espera (clientes insatisfechos líneas de producción detenidas, aviones volando en círculos mientras esperan pista, pérdida de ingresos).

### **5.1.2 EL ANÁLISIS DE COLAS.**

El análisis de colas es la herramienta que se utiliza para encontrar el punto de equilibrio mencionado y funciona en dos partes: primero, predicción del comportamiento del sistema y, segundo, estudio del balance entre los costos de espera de los clientes y los costos de las instalaciones de servicio.

Existe una gran variedad de posibles combinaciones de clientes - servidores.  
Algunas se ilustran a continuación.

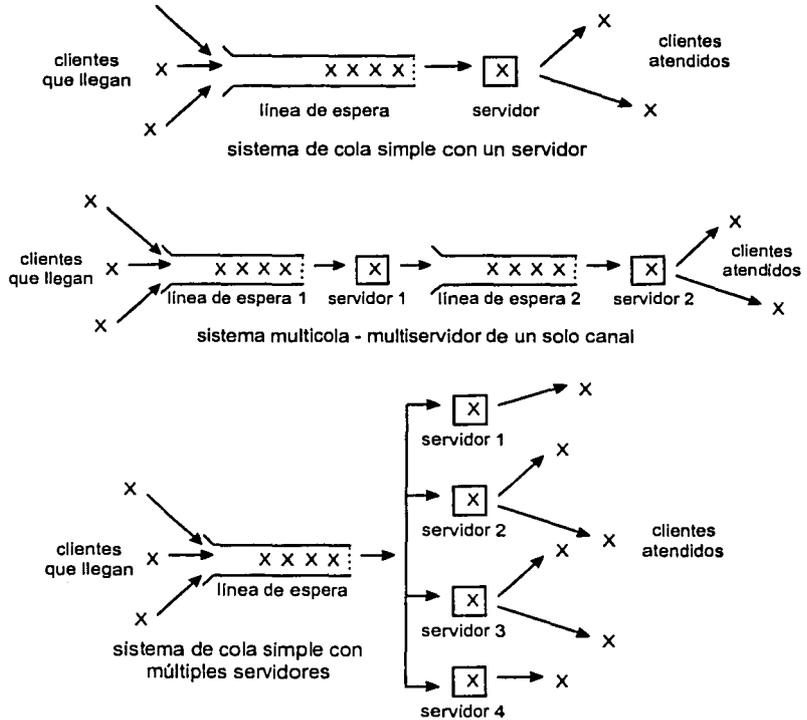


Figura 5.1. Tres ejemplos de diferentes sistemas de colas.

### 5.1.2.1 MODELO DE COLAS DE POISSON DE UN SOLO SERVIDOR.

Uno de los modelos de predicción del comportamiento de un sistema de colas que ha probado ser de gran utilidad es el de colas de Poisson de un solo servidor. En él se hacen las siguientes suposiciones:

- Llegada de clientes. La llegada de clientes al sistema es de acuerdo con una distribución Poisson, es decir:

Sea  $X$  = el número de clientes que llegan al sistema en un intervalo de tiempo especificado.

Entonces:

$$P\{X = n\} = \frac{e^{-\lambda} \lambda^n}{n!} \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

donde  $\lambda$  es la tasa esperada (promedio) de llegada de clientes un intervalo de tiempo especificado.

La suposición de que el número de llegadas de los clientes en un intervalo de tiempo se realiza con una distribución Poisson implica lo siguiente:

- ♦ La probabilidad de ocurrencia de dos o más llegadas en un intervalo de tiempo suficientemente pequeño es cero.
  - ♦ La probabilidad de llegadas en un intervalo específico de tiempo es proporcional al tamaño del intervalo.
  - ♦ Los eventos que describen el número de llegadas en intervalos de tiempo no traslapados son independientes.
- Disciplina de la cola. Se supone que se respeta el orden de llegada: primero en llegar, primero en ser servido. Se supone también que, una vez que llega, ningún cliente abandona el sistema antes de ser servido.
  - Número de servidores. Se supone que el sistema cuenta con sólo un servidor.

- Distribución del servicio. Se supone que el tiempo de servicio sigue una distribución exponencial negativa. Esto es:

Sea  $Y$  = el tiempo de servicio típico para un cliente cualquiera.

Entonces:

$$P\{Y \leq t\} = 1 - e^{-t/\mu} \quad (\text{para } t \geq 0)$$

Donde  $\mu$  es igual a la tasa de servicio esperada o promedio.

De acuerdo con Moskowitz y Wright [i], con esta información se pueden deducir algunas estadísticas útiles para evaluar el modelo de colas. Por ejemplo, si establecemos una unidad de tiempo específica y conocemos, para esa unidad, la tasa media de llegadas de clientes ( $\lambda$ ) y la tasa media de servicio ( $\mu$ ) podemos compararlas y obtener así un factor de utilización del sistema  $U$ :

$$U = \frac{\lambda}{\mu} \quad (\text{factor de utilización})$$

Analizando este factor de utilización vemos que si la tasa de llegadas es mayor o igual que la tasa de servicio ( $\lambda \geq \mu$ ), es decir  $U > 1$ , se esperaría que el sistema estuviera sobrecargado la mayor parte del tiempo y pronto se tendrían que agregar servidores. Por lo cual se requiere siempre que  $\lambda < \mu$ . Por ejemplo, si la tasa de llegadas al sistema es de 25 a la semana y la tasa de servicio es de 50 en el mismo período ( $\lambda = 30$  y  $\mu = 50$ ), entonces  $U = \lambda / \mu = 30 / 50 = 0.6$ , se esperaría que el servidor estuviera ocupado el 60% del tiempo.

Se puede definir también  $P_n$  = la probabilidad de que haya  $n$  clientes en el sistema (en la cola y siendo atendidos). De donde  $P_0$  = la probabilidad de que un cliente que llega sea atendido de inmediato. Entonces:

$$P_0 = 1 - U = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$$

Por lo que, con los datos del ejemplo anterior,  $P_0 = 0.4$ , que equivale a que un cliente que llega es atendido de inmediato el 40% del tiempo.

Se puede obtener también:

$$P_n = P_{n-1} \cdot U \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

$$P_n = P_0 \cdot U^n$$

$$P_n = (1 - U) \cdot U^n$$

$$P_n = \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right) \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n$$

Otras estadísticas importantes que pueden ser deducidas son:

$E(N)$  = número esperado promedio de clientes en el sistema (en cola de espera y recibiendo servicio):

$$E(N) = \frac{U}{1 - U} = \frac{\lambda / \mu}{1 - \lambda / \mu} = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

$E(L)$  = número esperado promedio de clientes en la cola (sin incluir los clientes recibiendo servicio):

$$E(L) = \frac{\lambda^2}{\mu (\mu - \lambda)}$$

$E(W)$  = tiempo esperado promedio en la cola para clientes que llegan al sistema:

$$E(W) = \frac{\lambda}{\mu (\mu - \lambda)}$$

$E(T)$  = tiempo esperado promedio total, que quien llega, pasa en el sistema:

$$E(T) = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

## **5.2 APLICACIÓN DEL MODELO DE COLAS.**

En esta sección, el modelo de colas de Poisson de un solo servidor será aplicado al problema de la atención de fallas de los cajeros automáticos de BancoX.

### **5.2.1 CONSIDERACIONES.**

Para aplicar el modelo de colas al problema tratado en este trabajo, en primer lugar se harán las siguientes consideraciones.

De acuerdo con lo expresado en la sección 4.1.1, para el fin de la atención de las fallas, BancoX tiene sus cajeros agrupados en nodos, siendo cada nodo independiente de los demás. Esto implica que los cajeros de un nodo únicamente son atendidos por las áreas de mantenimiento de ese nodo y que las áreas de mantenimiento de un nodo sólo atienden los cajeros de ese nodo.

A pesar de que cada nodo tiene características que lo distinguen de los demás en cuanto a la recurrencia de las fallas y la atención de las mismas, se ha observado que, en períodos largos de tiempo, el comportamiento tiende a ser muy similar en todos los nodos. Por esta razón y para simplificar el estudio, se utilizará un sólo nodo como modelo: el nodo Cacao.

### **5.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROBLEMA DE LOS CAJEROS DE ACUERDO CON EL MODELO DE COLAS.**

De acuerdo con las consideraciones anteriores y las definiciones presentadas en la sección 5.1.1, en el problema de atención a las fallas de cajeros electrónicos:

En principio, las estaciones de servicio o servidores son todas las áreas que dan mantenimiento a los cajeros. Sin embargo, en la sección 4.1.2 se explicó la existencia de cuatro tipos de áreas de mantenimiento correctivo de las fallas de los ATMs, cada una con especialidades diferentes. Se dijo también que el área de mantenimiento básico brinda el acceso de seguridad para efectuar cualquier tipo de reparación. Por tanto, esta área participa siempre en el mantenimiento.

Además, en cada nodo existen muchas personas o grupos de personas que pueden brindar este mantenimiento. Para la mayoría de los cajeros instalados dentro de las sucursales, el personal de la sucursal es el responsable de este servicio, aún en horas o días inhábiles para los que se establecen roles de guardia mediante contacto telefónico. Para el resto de los cajeros, BancoX contrata este servicio con una o varias de las compañías que ofrecen protección bancaria (Panamericano, Cometra, Tameme). Estas compañías cuentan con varios grupos de mantenimiento por nodo.

En general, BancoX sabe que el mantenimiento básico no representa un problema de congestión o sobrecarga. En este modelo no se considerará servidor al área de mantenimiento básico.

Por otro lado, cada una de las otras tres áreas de mantenimiento generalmente cuentan con sólo un grupo de trabajo por turno y por nodo ya que su tarea es mucho más especializada. Entonces, se considerarán tres servidores por nodo: las áreas de mantenimiento interno del cajero, de comunicaciones y de suministros eléctricos.

Con esto, se podría pensar que se tiene un modelo de cola simple con tres servidores pero, a diferencia, por ejemplo, de una sucursal bancaria en donde cada cajero de ventanilla puede realizar las mismas operaciones que cualquier otro, cada servidor efectúa funciones diferentes que cualquiera de los otros dos.

En la práctica, cuando un cajero requiere de atención por dos o tres áreas, la reparación se efectúa en forma secuencial. Por ejemplo, si una descarga eléctrica daña el regulador de corriente, el equipo de comunicaciones y el propio cajero, primero el área de suministros reestablece el suministro eléctrico (las otras dos áreas lo requieren para efectuar sus reparaciones). A continuación, el área de comunicaciones repara sus equipos y garantiza la comunicación con la computadora central y, finalmente, el área de mantenimiento interno compone el cajero.

Así, lo que se tiene son tres sistemas independientes (en cuanto al modelo) de cola simple con un solo servidor: un sistema del área de mantenimiento de comunicaciones, otro del área de mantenimiento interno del cajero y un último de mantenimiento de suministros.

Los clientes son todos los cajeros del nodo Cacao que sufren una falla que requiere atención por una o más de las tres áreas mencionadas.

Del registro de fallas efectuado durante el año 2002 en el nodo Cacao se obtuvo la siguiente información:

- El nodo cuenta con 1014 cajeros automáticos de los cuales 377 sufrieron al menos una falla durante el año. De estos 377, 301 sufrieron 1 falla, 66 sufrieron 2 fallas, 9 sufrieron 3 fallas y 1 sufrió 4 fallas.
- Se efectuaron 464 registros de fallas de las cuales:
  - 156 requirieron la atención de una área de mantenimiento y se repartieron por áreas de la siguiente manera:
    - 53 del área de comunicaciones.
    - 66 del área de mantenimiento interno del cajero.
    - 37 del área de suministros.
  - 186 necesitaron la participación de dos áreas de mantenimiento que se dividieron así:
    - 74 de las áreas de comunicaciones y de mantenimiento interno del cajero.
    - 50 de las áreas de comunicaciones y de suministros.
    - 62 de las áreas de mantenimiento interno y de suministros.
  - 122 tuvieron que solicitar apoyo de las tres áreas.
- Considerándolas individuales e independientes, se tuvo un gran total de 894 fallas ( $156 + 186 * 2 + 122 * 3$ ).
- El total de fallas (894) se repartió de la siguiente manera:
  - 299 necesitaron apoyo del área de comunicaciones.
  - 324 fueron atendidas por el área de mantenimiento interno.
  - 271 las atendió el área de suministros.

- Los tiempos promedio que tardaron en arreglar las fallas cada área fueron:
  - 19.695 horas para el área de comunicaciones.
  - 18.594 horas para el área de mantenimiento interno.
  - 20.676 horas para el área de suministros.

Considerando como unidad de tiempo una semana calendario (52 semanas en el año) y que las fallas y su atención se distribuyen uniformemente en todas las semanas del año, de esta información se obtiene:

- Para el sistema formado por el área de comunicaciones;
  - La tasa semanal de llegadas promedio es 5.75
  - La tasa semanal de servicio promedio es 8.53
- Para el sistema formado por el área de mantenimiento interno del cajero:
  - La tasa semanal de llegadas promedio es 6.23
  - La tasa semanal de servicio promedio es 9.04
- Para el sistema formado por el área de suministros:
  - La tasa semanal de llegadas promedio es 5.21
  - La tasa semanal de servicio promedio es 8.13

### **5.2.3 ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE COLAS PARA EL PROBLEMA DE LOS CAJEROS AUTOMÁTICOS.**

Como ya se mencionó, se cuenta con tres sistemas: el de mantenimiento de suministros, el de mantenimiento de comunicaciones y el de mantenimiento interno del cajero. Para simplificar, se hará referencia a ellos como SisteS, SisteC y SisteI, respectivamente.

Cada uno de éstos se puede considerar como un modelo de colas de Poisson con un sólo servidor. Si consideramos como unidad de tiempo una semana calendario (de

lunes a domingo, 168 horas) tenemos los siguientes valores de las diferentes estadísticas mencionadas en la sección 5.1.2.1:

Para SisteC:

- Tasa de llegadas  $\lambda = 5.75$  por semana.
- Tasa de servicio  $\mu = 8.53$  equipos atendidos por semana.
- El factor de utilización es  $U = 0.67$ , es decir, el sistema estará ocupado el 67% del tiempo.
- La probabilidad de que un equipo que requiera servicio en este sistema lo reciba de inmediato es  $P_0 = 1 - U = 1 - 0.67 = 0.33$ .
- El número esperado promedio de clientes en el sistema (en cola de espera y recibiendo servicio) es  $E(N) = \lambda / (\mu - \lambda) = 5.75 / (8.53 - 5.75) = 5.75 / 2.78 = 2.07$ .
- El número esperado promedio de clientes en la cola (sin incluir los clientes recibiendo servicio) es  $E(L) = \lambda^2 / \mu (\mu - \lambda) = 5.75^2 / 8.53 (8.53 - 5.75) = 33.0625 / 23.7134 = 1.39$ .
- El tiempo esperado promedio en la cola para clientes que llegan al sistema es  $E(W) = \lambda / \mu (\mu - \lambda) = 5.75 / 8.53 (8.53 - 5.75) = 5.75 / 23.7134 = 0.24$  (de semana, que equivale a 40.32 horas).
- El tiempo esperado promedio total que quien llega pasa en el sistema es  $E(T) = 1 / \mu - \lambda = 1 / 8.53 - 5.75 = 1 / 2.78 = 0.36$  (de semana, que equivale a 60.48 horas).

Para SisteI:

- Tasa de llegadas  $\lambda = 6.23$  por semana.
- Tasa de servicio  $\mu = 9.04$  equipos atendidos por semana.
- El factor de utilización es  $U = 0.69$ , es decir, el sistema estará ocupado el 69% del tiempo.

- La probabilidad de que un equipo que requiera servicio en este sistema lo reciba de inmediato es  $P_0 = 1 - U = 1 - 0.69 = 0.31$ .
- El número esperado promedio de clientes en el sistema (en cola de espera y recibiendo servicio) es  $E(N) = \lambda / (\mu - \lambda) = 6.23 / (9.04 - 6.23) = 6.23 / 2.81 = 2.22$ .
- El número esperado promedio de clientes en la cola (sin incluir los clientes recibiendo servicio) es  $E(L) = \lambda^2 / \mu (\mu - \lambda) = 6.23^2 / 9.04 (9.04 - 6.23) = 38.8129 / 25.4024 = 1.53$ .
- El tiempo esperado promedio en la cola para clientes que llegan al sistema es  $E(W) = \lambda / \mu (\mu - \lambda) = 6.23 / 9.04 (9.04 - 6.23) = 6.23 / 25.4024 = 0.25$  (de semana, que equivale a 42 horas).
- El tiempo esperado promedio total que quien llega pasa en el sistema es  $E(T) = 1 / \mu - \lambda = 1 / 9.04 - 6.23 = 1 / 2.81 = 0.36$  (de semana, que equivale a 60.48 horas).

Para SisteS:

- Tasa de llegadas  $\lambda = 5.21$  por semana.
- Tasa de servicio  $\mu = 8.13$  equipos atendidos por semana.
- El factor de utilización es  $U = 0.64$ , es decir, el sistema estará ocupado el 64% del tiempo.
- La probabilidad de que un equipo que requiera servicio en este sistema lo reciba de inmediato es  $P_0 = 1 - U = 1 - 0.64 = 0.36$ .
- El número esperado promedio de clientes en el sistema (en cola de espera y recibiendo servicio) es  $E(N) = \lambda / (\mu - \lambda) = 5.21 / (8.13 - 5.21) = 5.21 / 2.92 = 1.78$ .
- El número esperado promedio de clientes en la cola (sin incluir los clientes recibiendo servicio) es  $E(L) = \lambda^2 / \mu (\mu - \lambda) = 5.21^2 / 8.13 (8.13 - 5.21) = 27.1441 / 23.7396 = 1.14$ .

- El tiempo esperado promedio en la cola para clientes que llegan al sistema es  $E(W) = \lambda / \mu (\mu - \lambda) = 5.21 / 8.13 (8.13 - 5.21) = 5.21 / 23.7396 = 0.22$  (de semana, que equivale a 36.96 horas).
- El tiempo esperado promedio total que quien llega pasa en el sistema es  $E(T) = 1 / \mu - \lambda = 1 / 8.13 - 5.21 = 1 / 2.92 = 0.34$  (de semana, que equivale a 57.12 horas).

Considerando únicamente ventanas de servicio de 24 horas diarias los 7 días de la semana, tenemos 168 horas por semana y, en 52 semanas, un total de 8736 horas de disponibilidad. De acuerdo con lo establecido en la sección 3.1 (página 12), BancoX ha calculado que, para no impactar su imagen de servicio, todos sus cajeros deben estar disponibles en un mínimo del 96.5% del tiempo de la ventana. Con los datos de tiempo esperado promedio gastado en el sistema ( $E(T)$ ) para cada uno, podemos ver si, un cajero que falla puede aspirar a cumplir las metas establecidas:

Falla que requieren de los sistemas:	E(T)	Horas en la semana	Porcentaje de disponibilidad en la semana	Horas en el año	Porcentaje de disponibilidad en el año
De comunicaciones (C) :	60.48	168	64.00%	8736	99.31%
De mantenimiento interno (I) :	60.48	168	64.00%	8736	99.31%
De suministros (S) :	57.12	168	66.00%	8736	99.35%
De C + I :	120.96	168	28.00%	8736	98.62%
De C + S :	117.60	168	30.00%	8736	98.65%
De I + S :	117.60	168	30.00%	8736	98.65%
De los tres (C + I + S) :	178.08	168	0.00%	8736	97.96%

Figura 5.2. Disponibilidad semanal y anual de cajeros con una falla.

De este cuadro podemos ver que cualquier falla que sufra un cajero lo va a dejar fuera de la meta en la semana. Incluso, si sufre una falla que requiera de las tres áreas de mantenimiento para ser corregida, necesitará más del tiempo total de la semana para ser reparado. Por otro lado, si sólo sufre una falla al año, tiene buenas posibilidades de alcanzar la meta anual. A continuación se presenta un cuadro que describe que pasaría con dos o tres fallas por año:

Falla que requieren de los sistemas:	E(T)	Horas en el año	Porcentaje de disponibilidad con 2 fallas al año	Porcentaje de disponibilidad con 3 fallas al año
De comunicaciones (C) :	60.48	8736	98.62%	97.92%
De mantenimiento interno (I) :	60.48	8736	98.62%	97.92%
De suministros (S) :	57.12	8736	98.69%	98.04%
De C + I :	120.96	8736	97.23%	95.85%
De C + S :	117.60	8736	97.31%	95.96%
De I + S :	117.60	8736	97.31%	95.96%
De los tres (C + I + S) :	178.08	8736	95.92%	93.88%

Figura 5.3. Disponibilidad de cajeros con 2 o 3 fallas en el año.

Aunque no se consideraron todas las combinaciones posibles, se puede observar qué pasaría con algún cajero que sufriera dos o tres fallas en el año que requirieran de las mismas áreas de mantenimiento para su atención. En el caso de 2 fallas, sólo las que requirieran la participación de las tres áreas no alcanzarían la meta anual. Para los equipos que sufran 3 fallas, únicamente las atendidas por una sola área lograrían la meta anual.

Si como lo ha expresado en varias ocasiones, BancoX desea incrementar la meta de disponibilidad al 99% del tiempo, es claro que requiere de una estrategia distinta que le permita alcanzarla.

### **5.3 USO DE SIMULACIÓN EN EL MODELO DE ATENCIÓN DE FALLAS DE CAJEROS.**

Mediante el análisis de colas y utilizando el modelo de colas de Poisson con un solo servidor, se pueden obtener resultados para elaborar estrategias que permitan mejorar la calidad del servicio de atención de las fallas de los cajeros de BancoX.

Sin embargo, para poder utilizar este modelo se ha supuesto que cada una de las tres áreas de mantenimiento respete las características de un modelo de colas de Poisson con un solo servidor. De hecho, no se puede asegurar que los clientes requieren servicio de una de las áreas de mantenimiento en forma independiente de las otras áreas.

Por el contrario, se sabe que muchas de las fallas que sufren los cajeros provocan otros problemas que requieren de la intervención de otra de las áreas. Tal es el caso de las averías en los sistemas de suministro eléctrico que, generalmente, causan problemas que requieren la participación de dos o tres áreas de mantenimiento.

En otros casos, existe un gran número de cajeros que están instalados por grupos, como en algunas sucursales donde existen hasta 6 u 8 ATMs. Estos equipos utilizan alguna infraestructura común como el equipo de comunicación o los suministros eléctricos. Cuando se presenta una avería en el modem (equipo de comunicación) que sirve a estos cajeros, todos ellos fallan en forma casi simultánea.

Otra de las herramientas que se puede utilizar para obtener resultados cuando no se cuenta con un modelo adaptable, o cuando las fórmulas involucradas se vuelven muy complejas para ser utilizadas, es el proceso de simulación (originalmente conocido como Simulación Monte Carlo).

Se decidió utilizar el enfoque de simulación ya que éste nos permite aprovechar la información histórica sin recurrir los supuestos matemáticos requeridos para adaptar el modelo de colas de Poisson

### **5.3.1 CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SIMULACIÓN.**

Existen dos requisitos básicos para utilizar la simulación:

- Un modelo que represente las características esenciales del sistema.
- Un mecanismo para simular el modelo.

El modelo debe incluir una o más distribuciones de probabilidad que describan las variables estocásticas que se están estudiando. A diferencia del análisis de colas, no es necesario que las distribuciones de probabilidad se comporten como alguna de las más conocidas y se pueden utilizar distribuciones empíricas. Además, el proceso de simulación permite también cambiar el enfoque de la información que se desea obtener para evaluar una situación real o futura. Por ejemplo, se puede enfocar el modelo a los tiempos de espera de los clientes o a medir la saturación de los servidores.

El mecanismo es un generador de números aleatorios. En sus orígenes, se idearon un gran número de herramientas como mecanismo generador, desde lanzamiento de dados o monedas hasta el uso de tablas elaboradas para ese fin. Actualmente el mecanismo más utilizado es el generador de números aleatorios de algún paquete o lenguaje de computadora.

### **5.3.2 SIMULACIÓN DEL MODELO DE ATENCIÓN A FALLAS DE CAJEROS USANDO DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD EMPÍRICAS.**

Mediante el análisis de colas y usando un modelo de colas de Poisson de un solo servidor se obtuvo información acerca de los porcentajes de disponibilidad de los cajeros. Los resultados obtenidos mediante el análisis están enfocados a valorar si los servidores con que se cuenta pueden o no satisfacer las metas de disponibilidad de los cajeros.

Por otro lado, la gerencia de BancoX tiene la preocupación de si cada una de las áreas de mantenimiento puede atender todas las fallas que recibe en cada período

determinado de un día. Usando un proceso de simulación se puede medir la capacidad de cada una de las áreas de mantenimiento para atender la demanda diaria.

Como ya se mencionó, el nodo Cacao cuenta en la actualidad con tres áreas de mantenimiento para dar atención a las diferentes fallas que presentan los cajeros: el área de mantenimiento de comunicaciones, el área de mantenimiento interno del cajero y el área de mantenimiento de suministros eléctricos y de aire acondicionado.

Cada una de estas áreas cuenta con personal para la corrección de las fallas durante las 24 horas del día los 365 días del año. Ninguna cuenta, sin embargo, con personal suficiente para atender dos o más fallas simultáneas. Por tanto, el modelo de atención es secuencial, es decir, cada área de mantenimiento atiende una solicitud hasta su conclusión antes de poder atender la siguiente.

Del registro de fallas del nodo Cacao hecho en el 2002 se obtiene la siguiente información sobre el número de clientes que demandan servicio por día para cada área de mantenimiento (datos observados en 365 días):

Datos observados en 365 días  
Para SisteC

Demanda por día	Número de días	Frecuencia relativa
0	166	0.455
1	124	0.340
2	55	0.151
3	18	0.049
5	1	0.003
6	1	0.003
Total	365	1.001

Datos observados en 365 días  
Para SisteI

Demanda por día	Número de días	Frecuencia relativa
0	156	0.427
1	118	0.323
2	71	0.195
3	16	0.044
4	4	0.011
Total	365	1.000

Datos observados en 365 días  
Para SisteS

Demanda por día	Número de días	Frecuencia relativa
0	174	0.477
1	130	0.356
2	46	0.126
3	12	0.033
4	2	0.005
5	1	0.003
Total	365	0.999

Figura 5.4. Frecuencia relativa de demanda por día para los tres sistemas.

Sea  $D_i$  (para  $i = 1, 2, 3$ ) el número de fallas diarias que requieren atención de las áreas: para  $i = 1$ , de mantenimiento de comunicaciones; para  $i = 2$ , de mantenimiento interno del cajero y para  $i = 3$ , de mantenimiento de suministros eléctricos.

Tenemos entonces, para SisteC:

$$P ( D_1 = 0 ) = 0.455$$

$$P ( D_1 = 1 ) = 0.340$$

...

$$P ( D_1 = 6 ) = 0.003$$

Para SisteI:

$$P ( D_2 = 0 ) = 0.427$$

$$P ( D_2 = 1 ) = 0.323$$

...

$$P ( D_2 = 4 ) = 0.011$$

Para SisteS:

$$P ( D_3 = 0 ) = 0.477$$

$$P ( D_3 = 1 ) = 0.356$$

...

$$P ( D_3 = 5 ) = 0.003$$

Con esto se puede obtener la demanda esperada  $E(D)$  diaria para cada área de mantenimiento con la fórmula:

$$E(D_i) = \sum_n d_{in} \cdot P ( D_i = d_{in} ) \quad i = 1, 2, 3$$

Donde las  $d_i$  son los posibles valores de  $D_i$

Aplicando la fórmula para cada área de mantenimiento se obtiene:

$$\text{Para SisteC: } E(D_1) = 0.819$$

$$\text{Para SisteI : } E(D_2) = 0.888$$

Para SisteS:  $E(D_3) = 0.742$

Si los tiempos promedio de atención son:

Para SisteC: 19.695 horas

Para SisteI: 18.594 horas

Para SisteS: 20.676 horas

El tiempo que estará ocupada cada área de mantenimiento, en un día de 24 horas, es:

SisteC: 16.13 horas al día.

SisteI: 16.51 horas al día.

SisteS: 15.34 horas al día.

En principio, las tres áreas de mantenimiento son capaces de atender la demanda.

Con respecto a los tiempos de atención por las áreas de mantenimiento, BancoX encargó un análisis estadístico del registro de fallas que concluyó que, en las tres áreas, el 80% de las fallas requirieron menos del tiempo promedio para su atención mientras que el 20% requirió más. Además, el tiempo de servicio (atención de fallas) se distribuye de manera uniforme entre dos valores (mínimo y máximo) en ambos casos.

El detalle de esta información está en el siguiente cuadro:

Área	total de fallas			fallas en el 80% bajo			fallas en el 20% alto					
	núm.	tiempo de atención		núm.	tiempo de atención		núm.	tiempo de atención				
		mín.	máx. prom.		mín.	máx. prom.		mín.	máx. prom.			
SisteC	299	9.866	58.688	19.695	239	9.866	19.640	14.795	60	20.961	58.688	39.213
SisteI	324	9.271	55.199	18.594	259	9.271	18.490	13.842	65	18.986	55.199	37.526
SisteS	271	10.355	60.186	20.676	216	10.355	20.587	15.489	55	20.677	60.186	41.011

Figura 5.5. Cuadro de tiempos de atención (en horas) por área de mantenimiento

Con esta información, utilizando el generador de números aleatorios de un paquete de hoja de cálculo, se puede simular el modelo de atención de cada una de las áreas

de mantenimiento. Como el paquete genera siempre un número aleatorio entre 0 y 1, para simular la demanda diaria en cada área de mantenimiento se considera:

Para SisteC			Para SisteI			Para SisteS		
número generado		demanda	número generado		demanda	número generado		demanda
≥	<		≥	<		≥	<	
0.000	0.455	0	0.000	0.427	0	0.000	0.477	0
0.455	0.795	1	0.427	0.751	1	0.477	0.833	1
0.795	0.945	2	0.751	0.945	2	0.833	0.959	2
0.945	0.995	3	0.945	0.989	3	0.959	0.992	3
0.995	0.997	5	0.989	1.000	4	0.992	0.997	4
0.997	1.000	6				0.997	1.000	5

Figura 5.6. Demanda por día de acuerdo con el número aleatorio generado.

Para simular el tiempo de atención se usa el *cuadro de tiempos de atención por área de mantenimiento* anterior y se generan dos números aleatorios por cliente. Si el primero está entre 0.0 y 0.8 se usa la parte de *fallas en el 80% bajo* en caso contrario se usa la parte de *fallas en el 20% alto*. El segundo número aleatorio generado se multiplica por la diferencia de los tiempos de atención máximo y mínimo y se le suma el tiempo de atención mínimo correspondientes a la parte de la tabla seleccionada mediante el primer número aleatorio y del área de mantenimiento de que se trate.

Por ejemplo, para SisteS:

Primer número aleatorio: 0.54 (corresponde al 80% bajo)

Tiempos de atención en el 80% bajo: mín. 10.355, máx. 20.587

Segundo número aleatorio: 0.957

Tiempo de atención:  $0.957 * (20.587 - 10.355) + 10.355 = 20.147$  (horas).

Con esta información, con un generador de números aleatorios, se elaboraron tablas de simulación para cada una de las áreas de mantenimiento que consideran un período 100 días. Las próximas cuatro páginas presentan la tabla correspondiente al área de mantenimiento de comunicaciones. Las tablas de las otras dos áreas se incluyen en un anexo.

## SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE COMUNICACIONES

horas hábiles del servidor en el día: 24.00

déficit o sobrante promedio: 2.42

déficit máximo: -49.50

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			5 ° cliente del día			6 ° cliente del día			acumulado de ahos para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios	para para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
1	0.192	0																0.00	24.00
2	0.596	1	0.17	0.048	10.33													10.33	13.67
3	0.829	2	0.60	0.753	17.22	0.66	0.253	12.34										29.57	-5.57
4	0.546	1	0.06	0.972	19.36													24.93	-0.93
5	0.988	3	0.47	0.595	15.68	0.50	0.789	17.58	0.45	0.815	17.83							52.01	-28.01
6	0.338	0																28.01	-4.01
7	0.120	0																4.01	19.99
8	0.787	1	0.96	0.360	34.55													34.55	-10.55
9	0.572	1	0.31	0.337	13.16													23.71	0.29
10	0.654	1	0.11	0.883	18.49													18.49	5.51
11	0.359	0																0.00	24.00
12	0.600	1	0.14	0.820	17.88													17.88	6.12
13	0.284	0																0.00	24.00
14	0.117	0																0.00	24.00
15	0.415	0																0.00	24.00
16	0.308	0																0.00	24.00
17	0.761	1	0.49	0.570	15.43													15.43	8.57
18	0.260	0																0.00	24.00
19	0.340	0																0.00	24.00
20	0.089	0																0.00	24.00
21	0.771	1	0.06	0.225	12.07													12.07	11.93
22	0.757	1	0.32	0.086	10.71													10.71	13.29
23	0.294	0																0.00	24.00
24	0.055	0																0.00	24.00
25	0.900	2	0.54	0.736	17.06	0.20	0.063	10.48										27.55	-3.55
26	0.504	1	0.47	0.786	17.55													21.10	2.90
27	0.611	1	0.41	0.824	17.92													17.92	6.08
28	0.799	2	0.50	0.024	10.10	0.51	0.878	18.44										28.54	-4.54
29	0.547	1	0.54	0.255	12.36													16.90	7.10

## SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE COMUNICACIONES

horas hábiles del servidor en el día: 24.00

déficit o sobrante promedio: 2.42

déficit máximo: -49.50

69

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			5 ° cliente del día			6 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta		
30	0.469	1	0.62	0.918	18.84												18.84	5.16	
31	0.901	2	0.01	0.315	12.95	0.99	0.018	21.62									34.57	-10.57	
32	0.426	0															10.57	13.43	
33	0.528	1	0.80	0.549	15.23												15.23	8.77	
34	0.030	0															0.00	24.00	
35	0.206	0															0.00	24.00	
36	0.153	0															0.00	24.00	
37	0.636	1	0.52	0.186	11.68												11.68	12.32	
38	0.582	1	0.76	0.971	19.35												19.35	4.65	
39	0.916	2	0.24	0.203	11.85	0.11	0.818	17.86									29.71	-5.71	
40	0.455	1	0.74	0.303	12.83												18.54	5.46	
41	0.388	0															0.00	24.00	
42	0.120	0															0.00	24.00	
43	0.525	1	0.56	0.113	10.97												10.97	13.03	
44	0.941	2	0.64	0.929	18.95	0.18	0.184	11.66									30.61	-6.61	
45	0.319	0															6.61	17.39	
46	0.911	2	0.23	0.134	11.18	0.69	0.321	13.01									24.19	-0.19	
47	0.918	2	0.51	0.351	13.29	0.52	0.498	14.73									28.21	-4.21	
48	0.825	2	0.97	0.040	22.46	0.44	0.473	14.49									41.16	-17.16	
49	0.851	2	0.45	0.672	16.43	0.59	0.260	12.41									46.00	-22.00	
50	0.842	2	0.50	0.999	19.63	0.54	0.528	15.03									56.67	-32.67	
51	0.445	0															32.67	-8.67	
52	0.705	1	0.97	0.427	37.08												45.75	-21.75	
53	0.548	1	0.63	0.981	19.45												41.20	-17.20	
54	0.135	0															17.20	6.80	
55	0.978	3	0.67	0.760	17.30	0.69	0.313	12.93	0.06	0.918	18.84						49.06	-25.06	
56	0.284	0															25.06	-1.06	
57	0.077	0															1.06	22.94	
58	0.150	0															0.00	24.00	

## SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE COMUNICACIONES

horas hábiles del servidor en el día: 24.00

déficit o sobrante promedio: 2.42

déficit máximo: -49.50

día	número aleatorio para demanda	demanda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			5 ° cliente del día			6 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
59	0.263	0															0.00	24.00	
60	0.675	1	0.99	0.648	45.42												45.42	-21.42	
61	0.078	0															21.42	2.58	
62	0.516	1	0.33	0.791	17.60												17.60	6.40	
63	0.309	0															0.00	24.00	
64	0.167	0															0.00	24.00	
65	0.792	1	0.81	0.463	38.45												38.45	-14.45	
66	0.243	0															14.45	9.55	
67	0.910	2	0.34	0.595	15.69	0.30	0.445	14.22									29.90	-5.90	
68	0.640	1	0.49	0.429	14.05												19.96	4.04	
69	0.117	0															0.00	24.00	
70	0.201	0															0.00	24.00	
71	0.550	1	0.13	0.729	17.00												17.00	7.00	
72	0.686	1	0.54	0.984	19.48												19.48	4.52	
73	0.488	1	0.34	0.789	17.58												17.58	6.42	
74	0.097	0															0.00	24.00	
75	0.677	1	0.98	0.389	35.64												35.64	-11.64	
76	0.149	0															11.64	12.36	
77	0.326	0															0.00	24.00	
78	0.878	2	0.81	0.762	49.71	0.46	0.558	15.32									65.02	-41.02	
79	0.277	0															41.02	-17.02	
80	0.752	1	0.52	0.527	15.01												32.04	-8.04	
81	0.799	2	0.85	0.571	42.49	0.72	0.068	10.53									61.06	-37.06	
82	0.871	2	0.11	0.213	11.95	0.76	0.698	16.69									65.70	-41.70	
83	0.810	2	0.05	0.006	9.93	0.94	0.024	21.87									73.50	-49.50	
84	0.122	0															49.50	-25.50	
85	0.615	1	0.52	0.902	18.69												44.19	-20.19	
86	0.024	0															20.19	3.81	
87	0.748	1	0.08	0.692	16.63												16.63	7.37	

## SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE COMUNICACIONES

horas hábiles del servidor en el día: 24.00

déficit o sobrante promedio: 2.42

déficit máximo: -49.50

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			5 ° cliente del día			6 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
88	0.895	2	0.90	0.569	42.42	0.44	0.233	12.14									54.56	-30.56	
89	0.697	1	0.80	0.716	16.87												47.42	-23.42	
90	0.139	0															23.42	0.58	
91	0.469	1	0.48	0.125	11.09												11.09	12.91	
92	0.772	1	0.13	0.557	15.31												15.31	8.69	
93	0.890	2	0.97	0.926	55.90	0.37	0.207	11.89									67.79	-43.79	
94	0.306	0															43.79	-19.79	
95	0.219	0															19.79	4.21	
96	0.810	2	0.07	0.526	15.01	0.52	0.489	14.64									29.65	-5.65	
97	0.814	2	0.47	0.827	17.94	0.76	0.594	15.67									39.26	-15.26	
98	0.685	1	0.70	0.721	16.91												32.18	-8.18	
99	0.321	0															8.18	15.82	
100	0.366	0															0.00	24.00	

De la tabla anterior se puede observar que, a pesar de que en ocasiones el área de mantenimiento de comunicaciones no puede atender la demanda dentro del mismo día, logra recuperarse y puede satisfacer la demanda los siguientes días.

Así, esta área de mantenimiento tuvo, en promedio, un sobrante diario de 2.42 horas y su déficit máximo llegó a -49.50 horas en un día. El período más largo que permaneció en déficit fue de 8 días en dos ocasiones (del día 46 al 53 y del 78 al 85).

De las tablas incluidas en el anexo se puede observar que el área de mantenimiento interno del cajero tuvo un período de 9 días continuos de déficit (del día 24 al 32) con un déficit máximo de -70.10 horas en un día. En promedio, tuvo un sobrante de 2.16 horas diarias.

Por su parte, el área de mantenimiento de suministros eléctricos alcanzó un déficit máximo de -62.44 horas con un promedio de 4.00 horas sobrantes en los 100 días simulados. El período máximo en déficit fue de 5 días en 3 ocasiones (del día 49 al 53, del día 59 al 63 y del día 90 al 94).

Con estos resultados, la gerencia de BancoX pensó que podía ahorrar gastos de mantenimiento reduciendo el tiempo que cada área de mantenimiento del nodo Cacao presta servicio. Dado que los resultados muestran que el tiempo que cada área está ocupada es:

SisteC: 16.13 horas al día.

SisteI: 16.51 horas al día.

SisteS: 15.34 horas al día.

La gerencia de BancoX solicitó una nueva simulación del modelo recortando los tiempos de servicio de cada área a 16.00 horas diarias. Para efectuar la comparación con la simulación anterior, se incluye en las siguientes cuatro páginas la nueva simulación para el área de mantenimiento de comunicaciones. Las tablas de la nueva simulación para las otras dos áreas de mantenimiento se incluyen en un anexo.

**SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE COMUNICACIONES**

horas hábiles del servidor en el día: 16.00

déficit o sobrante promedio: -37.12

déficit máximo: -177.72

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			5 ° cliente del día			6 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta		
1	0.526	1	0.68	0.884	18.51													18.51	-2.51
2	0.812	2	0.41	0.720	16.90	0.38	0.314	12.93										32.34	-16.34
3	0.293	0																16.34	-0.34
4	0.131	0																0.34	15.66
5	0.650	1	0.17	0.885	18.51													18.51	-2.51
6	0.901	2	0.16	0.074	10.59	0.91	0.375	35.11										48.21	-32.21
7	0.480	1	0.17	0.843	18.11													50.31	-34.31
8	0.183	0																34.31	-18.31
9	0.884	2	0.19	0.067	10.52	0.84	0.246	30.23										59.07	-43.07
10	0.187	0																43.07	-27.07
11	0.597	1	0.42	0.866	18.33													45.41	-29.41
12	0.033	0																29.41	-13.41
13	0.042	0																13.41	2.59
14	0.503	1	0.95	0.047	22.74													22.74	-6.74
15	0.016	0																6.74	9.26
16	0.912	2	0.00	0.831	17.99	0.88	0.204	28.64										46.63	-30.63
17	0.656	1	0.80	0.902	18.69													49.32	-33.32
18	0.359	0																33.32	-17.32
19	0.510	1	0.35	0.297	12.77													30.09	-14.09
20	0.004	0																14.09	1.91
21	0.539	1	0.98	0.556	41.94													41.94	-25.94
22	0.459	1	0.29	0.307	12.87													38.81	-22.81
23	0.111	0																22.81	-6.81
24	0.972	3	0.32	0.042	10.28	0.30	0.029	10.15	0.54	0.984	19.49							46.73	-30.73
25	0.362	0																30.73	-14.73
26	0.633	1	0.74	0.791	17.60													32.32	-16.32
27	0.692	1	0.95	0.816	51.75													68.08	-52.08
28	0.124	0																52.08	-36.08
29	0.116	0																36.08	-20.08

73

## SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE COMUNICACIONES

horas hábiles del servidor en el día: 16.00

déficit o sobrante promedio: -37.12

déficit máximo: -177.72

día	número aleatorio para demanda	demanda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			5 ° cliente del día			6 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)	
			número aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla			
30	0.622	1	0.62	0.181	11.64													31.72	-15.72	
31	0.020	0																	15.72	0.28
32	0.427	0																	0.00	16.00
33	0.482	1	0.93	0.186	27.99														27.99	-11.99
34	0.662	1	0.83	0.270	31.14														43.13	-27.13
35	0.484	1	0.38	0.218	12.00														39.13	-23.13
36	0.911	2	0.79	0.625	15.98	0.36	0.884	18.51											57.62	-41.62
37	0.385	0																	41.62	-25.62
38	0.497	1	0.26	0.144	11.28														36.89	-20.89
39	0.440	0																	20.89	-4.89
40	0.920	2	0.70	0.853	18.20	0.13	0.214	11.95											35.05	-19.05
41	0.314	0																	19.05	-3.05
42	0.445	0																	3.05	12.95
43	0.832	2	0.01	0.012	9.98	0.99	0.176	27.59											37.57	-21.57
44	0.603	1	0.18	0.314	12.94														34.51	-18.51
45	0.060	0																	18.51	-2.51
46	0.414	0																	2.51	13.49
47	0.333	0																	0.00	16.00
48	0.570	1	0.59	0.922	18.88														18.88	-2.88
49	0.407	0																	2.88	13.12
50	0.397	0																	0.00	16.00
51	0.228	0																	0.00	16.00
52	0.201	0																	0.00	16.00
53	0.734	1	0.05	0.662	16.34														16.34	-0.34
54	0.571	1	0.99	0.887	54.44														54.78	-38.78
55	0.421	0																	38.78	-22.78
56	0.423	0																	22.78	-6.78
57	0.406	0																	6.78	9.22
58	0.277	0																	0.00	16.00

**SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE COMUNICACIONES**

horas hábiles del servidor en el día: 16.00

déficit o sobrante promedio: -37.12

déficit máximo: -177.72

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			5 ° cliente del día			6 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
59	0.626	1	0.58	0.436	14.12												14.12	1.88	
60	0.866	2	0.47	0.882	18.49	0.55	0.958	19.23									37.72	-21.72	
61	0.356	0															21.72	-5.72	
62	0.283	0															5.72	10.28	
63	0.626	1	0.50	0.326	13.05												13.05	2.95	
64	0.700	1	0.04	0.036	10.22												10.22	5.78	
65	0.207	0															0.00	16.00	
66	0.584	1	0.75	0.612	15.85												15.85	0.15	
67	0.663	1	0.07	0.033	10.19												10.19	5.81	
68	0.102	0															0.00	16.00	
69	0.126	0															0.00	16.00	
70	0.903	2	0.32	0.057	10.43	0.09	0.839	18.07									28.49	-12.49	
71	0.155	0															12.49	3.51	
72	0.349	0															0.00	16.00	
73	0.971	3	0.66	0.656	16.28	0.23	0.586	15.59	0.19	0.844	18.11						49.99	-33.99	
74	0.437	0															33.99	-17.99	
75	0.031	0															17.99	-1.99	
76	0.897	2	1.00	0.566	42.31	0.59	0.173	11.56									55.85	-39.85	
77	0.763	1	0.84	0.747	49.15												89.00	-73.00	
78	0.368	0															73.00	-57.00	
79	0.870	2	0.70	0.464	14.40	0.90	0.586	43.06									114.46	-98.46	
80	0.290	0															98.46	-82.46	
81	0.852	2	0.30	0.690	16.61	0.17	0.288	12.68									111.75	-95.75	
82	0.423	0															95.75	-79.75	
83	0.847	2	0.10	0.338	13.17	0.67	0.998	19.62									112.53	-96.53	
84	0.616	1	0.70	0.450	14.26												110.79	-94.79	
85	0.698	1	0.38	0.708	16.79												111.58	-95.58	
86	0.786	1	0.27	0.789	17.57												113.15	-97.15	
87	0.942	2	0.26	0.577	15.50	0.22	0.341	13.20									125.85	-109.85	

### SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE COMUNICACIONES

horas hábiles del servidor en el día: 16.00

déficit o sobrante promedio: -37.12

déficit máximo: -177.72

día	número aleatorio para demanda	demanda	1° cliente del día			2° cliente del día			3° cliente del día			5° cliente del día			6° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			número aleatorio	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorio	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorio	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorio	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorio	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
88	0.814	2	1.00	0.779	50.35	0.78	0.972	19.37										179.58	-163.58
89	0.832	2	0.19	0.840	18.08	0.55	0.225	12.06										193.72	-177.72
90	0.431	0																177.72	-161.72
91	0.834	2	0.26	0.370	13.48	0.23	0.551	15.25										190.45	-174.45
92	0.580	1	0.61	0.877	18.44													192.89	-176.89
93	0.522	1	0.79	0.013	9.99													186.88	-170.88
94	0.441	0																170.88	-154.88
95	0.585	1	0.69	0.778	17.47													172.35	-156.35
96	0.345	0																156.35	-140.35
97	0.583	1	0.17	0.852	18.19													158.55	-142.55
98	0.416	0																142.55	-126.55
99	0.791	1	0.48	0.334	13.13													139.67	-123.67
100	0.870	2	0.74	0.706	16.76	0.54	0.868	18.35										158.79	-142.79

Los datos de esta nueva simulación no presentan un panorama optimista para la atención de las fallas en caso de que BancoX decidiera recortar los tiempos de atención de 24 a 16 horas diarias.

En el promedio de 100 días, el área de mantenimiento de comunicaciones mostró un déficit de -37.12 horas, alcanzando los períodos de déficit hasta 28 días. Incluso, en los últimos 30 días, la tendencia es mantener un faltante de horas que parece oscilar pero no disminuir.

De las tablas incluidas en los anexos, se observa que la situación es similar para las otras dos áreas, con promedios de déficit de - 22.18 para el área de mantenimiento interno y de -33.65 para el área de mantenimiento de suministros. En estos casos, también se observa que los últimos 30 días del período de 100 se mantienen déficits importantes que no parecen disminuir.

Con esta información, no se recomienda a BancoX que disminuya en esa cantidad los tiempos de atención en ninguna de las tres áreas de mantenimiento.

Pueden realizarse diversas simulaciones, considerando diferente duración de los tiempos de atención en el día, obteniendo así información que coadyuve a una toma de decisiones adecuada.

## **6. CONCLUSIONES.**

Incluir flujos informales de información en el diseño de la base de datos de un sistema de seguimiento a fallas de sus cajeros automáticos, le permitirá a una institución bancaria, BancoX, obtener datos que, anteriormente, sólo podía conocer, parcialmente, mediante complicados procesos tales como localizar vía telefónica al técnico que arregló una descompostura.

La información recolectada en esa base de datos le sirve a BancoX para, mediante el uso de una herramienta sencilla y económica como es la simulación, plantear diferentes estrategias de mantenimiento para atender las fallas de los ATMs.

Dada la experiencia que la mayoría de las personas tenemos al usar los cajeros automáticos, no es seguro, sin embargo, que instituciones reales quieran aprovechar este tipo de herramientas para mejorar sus servicios.

Con lo anterior podemos comentar que la pasión por la automatización ha llevado a la sociedad en general a una especie de embriaguez en la que se piensa que sólo las máquinas pueden hacer bien las cosas y, en muchos casos, se ha perdido de vista el factor humano.

Los responsables de este abuso sobre la automatización somos todos los involucrados, pero creo que los profesionales de la computación hemos tenido una competencia mayor en el problema. Me parece que la situación es similar a si los enfermos exigieran a los médicos más y más medicina y éstos la recetaran sin ningún control.

La situación es tanto más grave que, si se les pregunta, la mayoría de usuarios y profesionales de la computación asegurarán que esto es bueno y debemos seguir por el mismo camino.

Sin embargo, todos hemos ya sufrido las consecuencias de la ausencia del factor humano, en algunos casos sin darnos cuenta: piénsese tan sólo en las reacciones que hemos tenido al utilizar un sistema de audio respuesta telefónico automatizado para

efectuar operaciones bancarias, consultar dudas de nuestro recibo telefónico, comprar un boleto para asistir a algún evento y, en general, al utilizar un sistema de este tipo.

El caso estudiado y presentado en este trabajo es un ejemplo claro de una situación en la que se ha dejado de lado algunos flujos informales de información, directamente manejados por las personas involucradas, y que ha traído como consecuencia la pérdida de la visión de un problema potencial grave para el banco en cuestión.

No quiero decir con esto que hay que revertir el proceso de automatización y volver a la era manual completamente. Sólo afirmo (siguiendo a Wayne S. Boutell [b] ) que, siempre que se vaya a desarrollar un sistema automatizado, se deben tomar en cuenta la mayor cantidad posible de flujos informales de información.

## ANEXOS.

### A. EJEMPLOS DE LAS TABLAS DE LA BASE DE DATOS.

A continuación se presenta un ejemplo de la información contenida por las tablas de la base de datos. Los ejemplos no pretenden ser exhaustivos.

#### A.1 TABLA CAJEROS.

num_cajero	tipo_cajero	nom_cajero	nodo
A072	E1	SUC EMPR TUYEF	DUR
A139	F4	EMPRESA JENUB	1SE
A455	C2	CTO COM FAYEE	PUE
A564	S0	SEVEN ELEVEN IZTAPALAPA	1SE
A592	C3	CTO COM OABAI	QRO
A600	G3	GAS LILAU	PAZ
A722	S3	GIGANTE SATELITE 2	1NO
A778	A1	SUC. ATASTA VHSA. 2	VSA
A841	S3	SUPER SIYAG	LEO
A982	S2	SUPER DOYON	TEP
B165	E3	SUC EMPR NOJAK	MAZ
B181	S0	SUPER GAOAF	ACA
B352	S1	SUPER LOLUA	TLA
B480	F3	EMPRESA EIJOF	HER
B502	E1	SUC EMPR JEBIW	DUR
B665	C0	PLAZA DORADA MTY. 4	MTY
C015	G1	GAS VEVOA	TLA
C335	C1	CTO COM BURER	PAZ
C541	G1	GAS IEYEI	1SE
C596	C4	GALERIAS COAPA 3	1SO
C639	E4	SUC. PEMEX CANGREJERA 1	COA
D287	E3	SUC EMPR DOZON	PAZ
D368	S0	SUPER JOEIB	TIJ
D618	E3	SUC EMPR REUIJ	PUE
D637	A4	SUC. MERCADO PUEBLA 3	PUE
D654	E2	SUC EMPR MIQAO	DUR
D720	G3	GAS. GLORIETA TUXTLA 1	TXT
D761	E1	VOLKSWAGEN PUE. 3	PUE
D763	F2	EMPRESA VIYAG	OAX
D944	F1	EMPRESA QEWOS	MER

E336	F1	EMPRESA KOFEL	GDX
E638	F0	CEMEX MACUSPANA 1	VSA
E719	G3	GAS CIMUX	TEP
F343	A4	SUCURSAL KENEU	COA
F597	A3	SUC. INSURGENTES (023) 2	ISO
F721	S3	BOD. ARR. LOM. ESTRELLA 1	ISO
F876	F2	EMPRESA VOCIW	PUE
F977	F3	EMPRESA TEUOS	HER
G456	S3	SUPER CEHOB	CHI
G723	F4	SEDYERSA GUAD. 1	GDL
G779	C4	PZA. CRYSTAL MERIDA 1	MER
H440	A1	SUCURSAL LAZUK	ZAC
H451	03	SUCURSAL TEUUZ	VER
H573	C4	CTO COM CORIS	CAM
H760	F1	TERMINAL REFR. PEMEX 2	COA
I247	E4	SUC EMPR AUIUC	COA
I350	C3	CTO COM BUVEH	AGS
I402	A1	SUCURSAL ZEPEI	1SE
I791	F4	EMPRESA PUBOC	ZAC
I944	F1	EMPRESA CIUAJ	ACA
J005	E2	SUC EMPR AAFOX	TAM
J167	G2	GAS WIJEZ	MTY
J274	S1	SUPER LASUT	PAC
J432	F0	EMPRESA CABIK	ACA
J929	F1	EMPRESA NIYEU	CUE
K265	A4	SUCURSAL KEKUP	ISO
K290	F0	EMPRESA TEHIA	CAN
K385	C3	CTO COM DAIUB	TIJ
K593	03	SUCURSAL CILUR	LEO
L218	G1	GAS MOIEJ	OAX
L715	S1	SUPER XONOM	CAM
M209	F2	EMPRESA OUXUU	1SE
M290	E2	SUC EMPR JUOEE	TEP
M423	E4	SUC EMPR KAVIK	GDX
M862	G1	GAS CUBUD	PUE
N007	C0	CTO COM QOOEH	DUR
N492	C0	CTO COM WOOAF	TLA
N532	E1	SUC EMPR LAVEV	TOL
N651	F4	EMPRESA EAJIY	PAZ
N889	F2	EMPRESA CAOXY	ISO
O224	G1	GAS BUAOR	TIJ

O796	G1	GAS KUKEL	1SE
P252	A4	SUCURSAL UICOQ	1SE
P459	G2	GAS MOSAX	DUR
P676	E1	SUC EMPR OAUIS	MTY
P682	S3	SUPER CAGAB	ZAC
P850	C0	CTO COM WAMOI	CHI
R134	A1	SUCURSAL ZAAOV	HER
R638	S3	SUPER GARID	MTY
R694	F2	EMPRESA QEFII	1NO
R892	S1	SUPER UOQUT	TEP
R941	03	SUCURSAL RAPAO	ACA
S416	E2	SUC EMPR UUUUA	COL
S449	G1	GAS JUXOW	AGS
S453	G1	GAS JOFER	VSA
S767	F4	EMPRESA MAAOB	1NO
S916	G1	GAS TETIK	VER
T085	S1	SUPER PAXEH	HER
T318	C2	CTO COM OUROG	TIJ
U428	C2	CTO COM JOAIK	OAX
U475	E1	SUC EMPR MAWEE	PAC
U499	G1	GAS BABES	ZAC
U502	C1	CTO COM HOBUI	1SE
U602	A1	SUCURSAL RILAQ	TOL
V608	G1	GAS VOSEP	1SO
V626	A4	SUCURSAL JITIM	CUE
V658	G2	GAS ZOUOM	OAX
V718	A2	SUCURSAL AUTIY	MTY
V761	E1	SUC EMPR NUNUO	VSA
W296	E2	SUC EMPR TACIA	LEO
W476	C0	CTO COM UUKES	CHI
W612	E2	SUC EMPR WEQEO	VER
W827	S1	SUPER LEDOS	TOL
W869	S2	SUPER WUCOK	TEP
X240	F2	EMPRESA VAJEV	GRO
X324	S1	SUPER UIMAW	VER
X364	G1	GAS XAUH	COL
X520	S0	SUPER IUREF	VSA
X643	C2	CTO COM HAROK	CAN
X653	C2	CTO COM TIBIQ	GDL
Y186	C3	CTO COM BECEP	TEP
Y223	C3	CTO COM MEDUM	PAZ

Y866	G3	GAS KUXIX	VSA
Y987	S1	SUPER YUNUP	TOL
Z443	S2	SUPER HEAOJ	MER
Z894	C0	CTO COM AIPIR	OAX

## A.2 TABLA NODOS.

nodo	nom_nodo
000	NODO GENERICO
1NO	METRO MEX NOROESTE
1SE	METRO MEX SURESTE
1SO	METRO MEX SUROESTE
ACA	ACAPULCO GRO
AGS	AGUASCALIENTES AGS
CAM	CAMPECHE CAM
CAN	CANCUN QR
COA	COATZACOALCOS VER
COL	COLIMA COL
CUE	CUERNAVACA MOR
CHI	CHIHUAHUA CHIH
DUR	DURANGO DUR
GDL	GUADALAJARA URBANO JAL
GDX	GUADALAJARA OTROS JAL
HER	HERMOSILLO SON
LEO	LEON GTO
MAZ	MAZATLAN SIN
MER	MERIDA YUC
MOR	MORELIA MICH
MTX	MONTERREY OTROS NL
MTY	MONTERREY URBANO NL
OAX	OAXACA OAX
PAC	PACHUCA HGO
PAZ	LA PAZ BCS
PUE	PUEBLA PUE
QRO	QUERETARO QRO
SAL	SALTILLO COAH
SLP	SAN LUIS POTOSI SLP
TAM	TAMPICO TAMPS
TEP	TEPIC NAY
TIJ	TIJUANA BC

TLA	TLAXCALA TLAX
TOL	TOLUCA MEX
TXT	TUXTLA GUTIERREZ CHIS
VER	VERACRUZ VER
VSA	VILLAHERMOSA TAB
ZAC	ZACATECAS ZAC

### A.3 TABLA TIPOS.

Dado que esta tabla tiene 50 atributos, es imposible incluirla aqui con todos ellos en un solo renglón por lo que se utilizan 6 renglones para representar cada uno.

tipo_cajero	nom_tipo	vhin	vhfn	vhis	vhfs	vhid	vhfd	vhie	vhfe
		vpin	vpfn	vpis	vpfs	vpid	vpfd	vpie	vpfe
		vbin	vbnfn	vbis	vbfs	vbid	vbfd	vbie	vbfe
		viin	vifn	viis	vifs	viid	vifd	vie	vife
		vcin	vcfn	vcis	vcfs	vcid	vcfd	vcie	vcfe
		vsin	vsfn	vsis	vsfs	vsid	vsfd	vsie	vsfe
00	BASICO TIPO 0 (24 HS)	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00
		07:00	21:00	07:00	24:00	00:00	19:00	07:00	24:00
		08:00	20:00	09:00	19:00	10:00	18:00	08:00	20:00
		07:00	21:00	08:00	21:00	09:00	15:00	07:00	21:00
		07:00	20:00	07:00	21:00	08:00	17:00	07:00	21:00
		08:00	20:00	08:00	20:00	07:00	17:00	07:00	20:00
03	BASICO TIPO 3	06:00	24:00	00:00	24:00	00:00	21:30	00:00	24:00
		07:30	21:30	08:30	23:00	09:00	21:30	08:30	23:00
		08:00	21:00	08:00	20:30	08:00	15:00	08:00	21:00
		08:30	20:30	08:30	20:30	09:30	14:00	08:30	20:30
		08:30	20:00	08:30	15:00	08:30	15:00	08:30	20:00
		09:00	19:00	09:00	14:00	09:00	14:00	09:00	19:00
04	BASICO TIPO 4	08:00	20:00	08:00	19:00	10:00	20:00	08:00	23:00
		08:00	20:00	09:00	17:00	10:00	19:00	10:00	23:00
		07:00	20:00	08:00	20:00	09:00	19:00	07:00	20:00
		10:00	19:00	10:00	17:00	00:00	00:00	08:00	20:00
		09:00	19:00	10:00	20:00	10:00	14:00	09:00	20:00
		09:00	19:00	10:00	18:00	10:00	15:00	09:00	20:00
A1	SUCURSAL TIPO 1	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00
		07:00	21:00	07:00	24:00	00:00	19:00	07:00	24:00
		07:00	21:00	07:00	24:00	00:00	19:00	07:00	24:00
		07:00	21:00	08:00	21:00	09:00	15:00	07:00	21:00

		07:00	20:00	07:00	21:00	08:00	17:00	07:00	21:00
		08:00	20:00	08:00	20:00	07:00	17:00	07:00	20:00
A3	SUCURSAL TIPO 3	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00
		08:00	20:00	10:00	24:00	00:00	17:00	08:00	24:00
		08:00	20:00	10:00	24:00	00:00	17:00	08:00	24:00
		08:00	20:00	08:00	20:00	10:00	15:00	08:00	20:00
		08:00	20:00	10:00	21:00	08:00	15:00	08:00	21:00
		08:00	20:00	09:00	19:00	07:00	17:00	08:00	20:00
A4	SUCURSAL TIPO 4	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00
		10:00	19:00	10:00	23:00	11:00	17:00	09:00	23:00
		10:00	19:00	10:00	23:00	11:00	17:00	09:00	23:00
		10:00	19:00	10:00	17:00	00:00	00:00	08:00	20:00
		09:00	19:00	10:00	20:00	10:00	14:00	09:00	20:00
		09:00	19:00	10:00	18:00	10:00	15:00	09:00	20:00
C0	CTO COM TIPO 0 (24 HS)	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00
		10:00	19:00	10:00	23:00	11:00	17:00	09:00	23:00
		07:00	20:00	08:00	20:00	09:00	19:00	07:00	20:00
		08:00	20:00	08:00	20:00	10:00	15:00	08:00	20:00
		08:00	20:00	10:00	21:00	08:00	15:00	08:00	21:00
		08:00	20:00	08:00	20:00	07:00	17:00	07:00	20:00
C4	CTO COM TIPO 4	11:00	20:00	10:00	21:30	10:00	20:00	09:00	23:00
		11:00	20:00	10:00	21:30	10:00	20:00	09:00	23:00
		08:00	20:00	09:00	19:00	10:00	18:00	08:00	20:00
		10:00	19:00	10:00	17:00	00:00	00:00	08:00	20:00
		09:00	19:00	10:00	20:00	10:00	14:00	09:00	20:00
		09:00	19:00	10:00	18:00	10:00	15:00	09:00	20:00
E1	SUC EMPRESA TIPO 1	07:00	21:00	07:00	17:00	00:00	00:00	07:00	21:00
		07:00	21:00	07:00	17:00	00:00	00:00	07:00	21:00
		08:00	19:00	10:00	18:00	10:00	18:00	08:00	19:00
		07:00	21:00	08:00	21:00	09:00	15:00	07:00	21:00
		07:00	20:00	07:00	21:00	08:00	17:00	07:00	21:00
		08:00	20:00	09:00	19:00	07:00	17:00	08:00	20:00
E4	SUC EMPRESA TIPO 4	09:00	20:00	09:00	15:00	00:00	00:00	07:00	21:00
		09:00	20:00	09:00	15:00	00:00	00:00	07:00	21:00
		08:00	20:00	09:00	19:00	10:00	18:00	08:00	20:00
		10:00	19:00	10:00	17:00	00:00	00:00	08:00	20:00
		09:00	19:00	10:00	20:00	10:00	14:00	09:00	20:00
		08:00	20:00	09:00	19:00	07:00	17:00	08:00	20:00
F0	FABRICA TIPO 0 (24HS)	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00
		07:00	21:00	07:00	17:00	00:00	00:00	07:00	21:00
		08:00	19:00	10:00	18:00	10:00	18:00	08:00	19:00

		07:00	21:00	08:00	21:00	09:00	15:00	07:00	21:00
		08:00	20:00	10:00	21:00	08:00	15:00	08:00	21:00
		09:00	19:00	10:00	18:00	10:00	15:00	09:00	20:00
F1	FABRICA TIPO 1	07:00	21:00	07:00	19:00	07:00	19:00	07:00	21:00
		07:00	21:00	07:00	19:00	07:00	19:00	07:00	21:00
		07:00	20:00	08:00	20:00	09:00	19:00	07:00	20:00
		08:00	20:00	08:00	20:00	10:00	15:00	08:00	20:00
		07:00	20:00	07:00	21:00	08:00	17:00	07:00	21:00
		08:00	20:00	08:00	20:00	07:00	17:00	07:00	20:00
F4	FABRICA TIPO 4	08:00	20:00	08:00	20:00	08:00	20:00	07:00	21:00
		08:00	20:00	08:00	20:00	08:00	20:00	07:00	21:00
		08:00	19:00	10:00	18:00	10:00	18:00	08:00	19:00
		10:00	19:00	10:00	17:00	00:00	00:00	08:00	20:00
		08:00	20:00	10:00	21:00	08:00	15:00	08:00	21:00
		09:00	19:00	10:00	18:00	10:00	15:00	09:00	20:00
G3	GASOLINERA TIPO 3	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00
		10:00	19:00	10:00	23:00	11:00	17:00	09:00	23:00
		08:00	20:00	09:00	19:00	10:00	18:00	08:00	20:00
		08:00	20:00	08:00	20:00	10:00	15:00	08:00	20:00
		07:00	20:00	07:00	21:00	08:00	17:00	07:00	21:00
		08:00	20:00	09:00	19:00	07:00	17:00	08:00	20:00
S0	SUPER TIPO 1 (24 HS)	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00	00:00	24:00
		08:00	20:00	10:00	24:00	00:00	17:00	08:00	24:00
		07:00	20:00	08:00	20:00	09:00	19:00	07:00	20:00
		10:00	19:00	10:00	17:00	00:00	00:00	08:00	20:00
		09:00	19:00	10:00	20:00	10:00	14:00	09:00	20:00
		08:00	20:00	08:00	20:00	07:00	17:00	07:00	20:00
S3	SUPER TIPO 3	08:00	21:00	08:00	21:00	08:00	20:00	08:00	23:00
		10:00	19:00	10:00	21:00	08:00	20:00	09:00	23:00
		08:00	19:00	10:00	18:00	10:00	18:00	08:00	19:00
		07:00	21:00	08:00	21:00	09:00	15:00	07:00	21:00
		08:00	20:00	10:00	21:00	08:00	15:00	08:00	21:00
		09:00	19:00	10:00	18:00	10:00	15:00	09:00	20:00

**A.4 TABLA DIAS.**

fecha	tipo_cajero	kfecha
20020101	00	0
20020101	03	0
20020101	04	0
20020101	A1	0
20020101	A3	0
20020101	A4	0
20020101	C0	0
20020101	C4	0
20020101	E1	0
20020101	E4	0
20020101	F0	0
20020101	F1	0
20020101	F4	0
20020101	G3	0
20020101	S0	0
20020101	S3	0
20020114	00	1
20020114	F1	1
20020114	G3	1
20020115	03	1
20020115	A1	1
20020115	A4	1
20020115	C0	1
20020115	C4	1
20020115	E1	1
20020115	E4	1
20020115	F0	1
20020115	F4	1
20020115	S0	1
20020115	S3	1
20020116	04	1
20020116	A3	1
20020130	00	1
20020130	F1	1

20020130	G3	1
20020130	O4	1
20020130	A3	1
20020131	O3	1
20020131	A1	1
20020131	A4	1
20020131	C0	1
20020131	C4	1
20020131	E1	1
20020131	E4	1
20020131	F0	1
20020131	F4	1
20020131	S0	1
20020131	S3	1

## A.5 TABLA DE DISPONIBILIDAD TEÓRICA.

### A.5.1 TABLA DE EJEMPLO: 2002.

tipo_cajero	fecha_fin	sem	sem_hab	sem_pre	sem_bas	sem_int	sem_com	sem_sum	acu_hab	acu_pre	acu_bas	acu_int	acu_com	acu_sum
03	20020113	1	135.50	097.00	084.50	076.50	070.50	060.00	0135.50	0097.00	0084.50	0076.50	0070.50	0060.00
03	20020120	2	141.50	097.50	084.50	076.50	070.50	060.00	0277.00	0194.50	0169.00	0153.00	0141.00	0120.00
03	20020127	3	135.50	097.00	084.50	076.50	070.50	060.00	0412.50	0291.50	0253.50	0229.50	0211.50	0180.00
03	20020203	4	141.50	097.50	084.50	076.50	070.50	060.00	0554.00	0389.00	0338.00	0306.00	0282.00	0240.00
03	20020210	5	139.00	095.50	078.50	069.00	065.50	055.00	0693.00	0484.50	0416.50	0375.00	0347.50	0295.00
03	20020217	6	141.50	097.50	084.50	076.50	070.50	060.00	0834.50	0582.00	0501.00	0451.50	0418.00	0355.00
03	20020224	7	135.50	097.00	084.50	076.50	070.50	060.00	0970.00	0679.00	0585.50	0528.00	0488.50	0415.00
03	20020303	8	141.50	097.50	084.50	076.50	070.50	060.00	1111.50	0776.50	0670.00	0604.50	0559.00	0475.00
03	20020310	9	135.50	097.00	084.50	076.50	070.50	060.00	1247.00	0873.50	0754.50	0681.00	0629.50	0535.00
03	20020317	10	141.50	097.50	084.50	076.50	070.50	060.00	1389.50	0971.00	0839.00	0757.50	0700.00	0595.00
03	20020324	11	139.00	095.50	078.50	069.00	065.50	055.00	1527.50	1066.50	0917.50	0826.50	0765.50	0650.00
03	20020331	12	148.50	094.50	072.50	081.50	060.50	050.00	1676.00	1161.00	0990.00	0888.00	0826.00	0700.00
03	20020407	13	135.50	097.00	084.50	076.50	070.50	060.00	1811.50	1258.00	1074.50	0964.50	0896.50	0760.00
03	20020414	14	135.50	097.00	084.50	076.50	070.50	060.00	1947.00	1355.00	1159.00	1041.00	0967.00	0820.00
03	20020421	15	141.50	097.50	084.50	076.50	070.50	060.00	2089.50	1452.50	1243.50	1117.50	1037.50	0880.00
03	20020428	16	135.50	097.00	084.50	076.50	070.50	060.00	2224.00	1549.50	1328.00	1194.00	1108.00	0940.00
03	20020505	17	145.00	096.00	078.50	069.00	065.50	055.00	2369.00	1645.50	1406.50	1263.00	1173.50	0995.00
03	20020512	18	135.50	097.00	084.50	076.50	070.50	060.00	2504.50	1742.50	1491.00	1339.50	1244.00	1055.00
03	20020519	19	141.50	097.50	084.50	076.50	070.50	060.00	2646.00	1840.00	1575.50	1416.00	1314.50	1115.00
03	20020526	20	135.50	097.00	084.50	076.50	070.50	060.00	2781.50	1937.00	1660.00	1492.50	1385.00	1175.00
03	20020602	21	141.50	097.50	084.50	076.50	070.50	060.00	2923.00	2034.50	1744.50	1569.00	1455.50	1235.00
03	20020609	22	135.50	097.00	084.50	076.50	070.50	060.00	3058.50	2131.50	1829.00	1645.50	1526.00	1295.00
03	20020616	23	141.50	097.50	084.50	076.50	070.50	060.00	3200.00	2229.00	1913.50	1722.00	1596.50	1355.00

03	20020623	24	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	3335 50	2326 00	1998 00	1798 50	1667 00	1415 00
03	20020630	25	141 50	097 50	084 50	078 50	070 50	060 00	3477 00	2423 50	2082 50	1875 00	1737 50	1475 00
03	20020707	26	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	3812 50	2520 50	2187 00	1951 50	1808 00	1535 00
03	20020714	27	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	3748 00	2617 50	2251 50	2028 00	1878 50	1595 00
03	20020721	28	141 50	097 50	084 50	076 50	070 50	060 00	3989 50	2715 00	2336 00	2104 50	1949 00	1655 00
03	20020728	29	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	4025 00	2812 00	2420 50	2181 00	2019 50	1715 00
03	20020804	30	141 50	097 50	084 50	076 50	070 50	060 00	4168 50	2909 50	2505 00	2257 50	2090 00	1775 00
03	20020811	31	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	4302 00	3008 50	2589 50	2334 00	2160 50	1835 00
03	20020818	32	141 50	097 50	084 50	076 50	070 50	060 00	4443 50	3104 00	2674 00	2410 50	2231 00	1895 00
03	20020825	33	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	4579 00	3201 00	2758 50	2487 00	2301 50	1955 00
03	20020901	34	141 50	097 50	084 50	076 50	070 50	060 00	4720 50	3298 50	2843 00	2563 50	2372 00	2015 00
03	20020908	35	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	4856 00	3395 50	2927 50	2640 00	2442 50	2075 00
03	20020915	36	141 50	097 50	084 50	076 50	070 50	060 00	4997 50	3493 00	3012 00	2716 50	2513 00	2135 00
03	20020922	37	139 00	095 50	078 50	069 00	065 50	055 00	5136 50	3588 50	3090 50	2785 50	2578 50	2190 00
03	20020929	38	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	5272 00	3685 50	3175 00	2862 00	2649 00	2250 00
03	20021008	39	141 50	097 50	084 50	076 50	070 50	060 00	5413 50	3783 00	3259 50	2938 50	2719 50	2310 00
03	20021013	40	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	5549 00	3880 00	3344 00	3015 00	2790 00	2370 00
03	20021020	41	141 50	097 50	084 50	076 50	070 50	060 00	5690 50	3977 50	3428 50	3091 50	2860 50	2430 00
03	20021027	42	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	5826 00	4074 50	3513 00	3168 00	2931 00	2490 00
03	20021103	43	139 00	095 50	079 00	069 00	070 50	060 00	5965 00	4170 00	3592 00	3237 00	3001 50	2550 00
03	20021110	44	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	6100 50	4267 00	3676 50	3313 50	3072 00	2610 00
03	20021117	45	141 50	097 50	084 50	076 50	070 50	060 00	6242 00	4364 50	3761 00	3390 00	3142 50	2670 00
03	20021124	46	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	6377 50	4461 50	3845 50	3466 50	3213 00	2730 00
03	20021201	47	141 50	097 50	084 50	076 50	070 50	060 00	6519 00	4559 00	3930 00	3543 00	3283 50	2790 00
03	20021208	48	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	6654 50	4656 00	4014 50	3619 50	3354 00	2850 00
03	20021215	49	145 00	096 00	078 50	069 00	065 50	055 00	6799 50	4752 00	4093 00	3688 50	3419 50	2905 00
03	20021222	50	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	6935 00	4849 00	4177 50	3765 00	3490 00	2965 00
03	20021229	51	135 50	097 00	084 50	076 50	070 50	060 00	7070 50	4946 00	4262 00	3841 50	3560 50	3025 00
03	20030105	52	145 00	096 00	078 50	069 00	065 50	055 00	7215 50	5042 00	4340 50	3910 50	3626 00	3080 00

## A.6 TABLA DE FALLAS.

Esta tabla es la que se utilizó para elaborar el capítulo 5 de este trabajo. A pesar de que los num\_cajero incluidos aquí también están en el ejemplo de la tabla de cajeros y pertenecen a varios nodos, para el desarrollo del capítulo 5 se supone que todos los cajeros pertenecen a un nodo imaginario Cacao.

En este ejemplo no aparecen fallas que involucren únicamente la atención del área de mantenimiento básico por las razones expuestas en el capítulo 5. Sin embargo, el diseño de la tabla no impide que se puedan registrar ese tipo de fallas.

No se incluyeron valores en el atributo de comentarios (por cuestiones de espacio).

num_falla	num_cajero	Inic	fin	tfalla1	tfalla2	tfalla3	com_falla
01-52-001	X653	2002-01-01 04:32	2002-01-03 23:44	SYG	CS1		
01-52-002	S453	2002-01-01 11:09	2002-01-05 20:13	SVW	CWV	IY6	
01-52-003	H634	2002-01-02 00:35	2002-01-02 13:58	S6Y			
01-52-004	P571	2002-01-02 03:19	2002-01-05 15:00	CBG	SBZ	IC5	
01-52-005	L771	2002-01-03 08:32	2002-01-05 17:08	C48	SR5	IPA	
01-52-006	S614	2002-01-03 18:58	2002-01-04 08:14	C5G			
01-52-007	D637	2002-01-05 02:30	2002-01-05 21:01	SFH			
01-52-008	S455	2002-01-05 06:34	2002-01-06 12:55	S6Y	I91		
01-52-009	P514	2002-01-05 08:07	2002-01-10 07:00	CI5	IX2	SFD	
01-52-010	A600	2002-01-06 01:44	2002-01-08 03:47	IUV	S57	CJZ	
01-52-011	J167	2002-01-06 03:49	2002-01-06 16:49	SXN			
01-52-012	Z927	2002-01-06 04:18	2002-01-06 16:45	BSA	IN4		
01-52-013	X189	2002-01-06 18:31	2002-01-08 01:01	BIJ	IUV	CJZ	
01-52-014	X250	2002-01-06 21:08	2002-01-08 18:05	IDN	SXN	CS1	
02-01-001	U872	2002-01-07 19:13	2002-01-08 13:29	CQ7			
02-01-002	Q924	2002-01-09 13:04	2002-01-10 12:56	BI5	IR3	CE8	
02-01-004	M209	2002-01-09 21:28	2002-01-10 21:34	I3P	C5G		
02-01-005	W893	2002-01-10 07:18	2002-01-10 18:17	I6J			
02-01-007	Z352	2002-01-10 14:58	2002-01-12 13:45	BSP	SXV		
02-01-009	P392	2002-01-11 09:58	2002-01-12 19:31	IV6			
02-01-010	E340	2002-01-11 14:17	2002-01-13 01:05	IF1			
02-01-012	P682	2002-01-13 04:01	2002-01-14 00:31	BKF	SR5		
02-01-013	J274	2002-01-13 05:06	2002-01-15 02:45	I4N	CJF	SFD	
02-02-001	B165	2002-01-15 04:39	2002-01-17 23:17	IF1	SAA		
02-02-002	F985	2002-01-17 22:12	2002-01-19 10:25	CNI	IZ5		
02-02-003	S260	2002-01-18 01:44	2002-01-20 12:52	SA3	CNI		
02-02-004	K593	2002-01-18 17:26	2002-01-20 12:45	SYG	C3F	I1W	
02-02-005	B480	2002-01-19 02:51	2002-01-21 04:25	CM3	S1U	IRT	
02-02-006	P378	2002-01-20 12:13	2002-01-22 09:23	C48	SSR	IDN	
02-02-007	B085	2002-01-20 18:10	2002-01-21 07:34	I8J			
02-03-001	R625	2002-01-22 03:08	2002-01-23 08:21	CS1	S2G		
02-03-003	X324	2002-01-22 18:04	2002-01-25 09:26	C2Q	IC5	S2G	
02-03-004	E615	2002-01-23 11:02	2002-01-24 06:17	CI5			
02-03-005	R694	2002-01-24 06:12	2002-01-24 20:53	IV6			
02-03-006	V869	2002-01-25 20:04	2002-01-26 22:42	IF1	CU7		
02-03-007	C541	2002-01-25 20:27	2002-01-26 09:29	IPB			
02-03-008	V749	2002-01-27 03:12	2002-01-29 16:34	I59	CM3		
02-03-009	J167	2002-01-27 21:21	2002-01-30 21:48	IY6	CNI	SFD	
02-04-001	L218	2002-01-29 05:17	2002-02-01 09:06	I0A	CM7	SBZ	

02-04-002	P919	2002-01-29 09:18	2002-01-30 16:34	CVC	IDN		
02-04-003	D720	2002-01-30 04:54	2002-02-01 01:35	I83	SEE		
02-04-004	Y245	2002-01-30 07:17	2002-01-31 12:40	BSE	IUV	CJZ	
02-04-005	A592	2002-01-31 05:32	2002-02-01 00:11	CHH			
02-04-006	H760	2002-01-31 11:57	2002-02-01 19:09	SRK	C2Q		
02-05-001	T085	2002-02-04 19:08	2002-02-07 03:52	CR0	I1W		
02-05-003	M305	2002-02-06 03:53	2002-02-06 18:15	IOS			
02-05-004	O538	2002-02-07 03:46	2002-02-08 21:33	C4X	SO6	IDL	
02-05-005	L699	2002-02-07 10:59	2002-02-09 09:05	C5G	I2P	STV	
02-05-006	U380	2002-02-07 19:11	2002-02-08 14:37	SDN			
02-05-007	A923	2002-02-07 22:04	2002-02-08 16:57	CJZ			
02-05-008	R941	2002-02-08 05:18	2002-02-08 23:28	BKF	CM3		
02-05-009	V608	2002-02-08 11:57	2002-02-09 02:57	C2Q			
02-05-010	D795	2002-02-08 14:01	2002-02-09 17:18	BKF	CU7	I6J	
02-05-011	S573	2002-02-09 01:32	2002-02-09 15:39	CJF			
02-05-012	B096	2002-02-09 21:55	2002-02-14 01:44	CQ7	SEV		
02-05-013	R134	2002-02-10 01:44	2002-02-13 04:08	IC5	C2Q		
02-05-014	H240	2002-02-10 09:41	2002-02-12 05:08	IUV			
02-05-015	K593	2002-02-10 20:37	2002-02-11 06:36	IRA			
02-06-001	N784	2002-02-12 12:53	2002-02-12 23:21	IUV			
02-06-002	C681	2002-02-13 22:41	2002-02-17 01:22	IDH	CR0	SDN	
02-06-003	A627	2002-02-14 00:44	2002-02-15 03:10	IDF	CQ7		
02-06-004	I119	2002-02-14 01:05	2002-02-16 06:12	SVW	IX2	CPN	
02-06-005	I350	2002-02-14 07:29	2002-02-15 09:16	IRT	CHK		
02-06-006	G988	2002-02-15 00:03	2002-02-16 22:27	CHK	SX4	I83	
02-06-007	A600	2002-02-15 15:58	2002-02-18 19:42	CM3	IZ5	SEP	
02-06-008	P619	2002-02-15 18:09	2002-02-17 08:54	SSR	CHK	I4H	
02-06-009	B181	2002-02-16 00:54	2002-02-16 19:31	CS2			
02-06-010	G020	2002-02-16 04:52	2002-02-18 01:46	IQQ	SXN	CSI	
02-06-011	Q111	2002-02-17 04:51	2002-02-17 17:44	CJF			
02-06-012	R324	2002-02-17 08:51	2002-02-21 09:01	CJZ	IYB		
02-06-013	L715	2002-02-17 09:41	2002-02-20 02:07	CE4	SNK		
02-06-014	D046	2002-02-17 10:01	2002-02-18 03:36	SYG			
02-06-015	Y133	2002-02-17 15:00	2002-02-19 03:39	I1W	CQ7		
02-06-016	E172	2002-02-17 17:26	2002-02-19 11:56	IZ5	C2Q	SFD	
02-06-017	H941	2002-02-17 20:36	2002-02-19 13:03	SXN	CBG		
02-06-018	Q446	2002-02-17 21:20	2002-02-20 23:07	SVW	ITB		
02-07-001	A874	2002-02-19 17:17	2002-02-20 20:08	SAE	C2Q		
02-07-002	X240	2002-02-20 11:55	2002-02-21 01:54	IN4			
02-07-003	D763	2002-02-20 12:17	2002-02-21 13:23	ILC			
02-07-004	A259	2002-02-21 11:48	2002-02-22 03:31	IW7			

02-07-005	C292	2002-02-22 12:29	2002-02-23 15:43	CJF	SSR		
02-07-006	H801	2002-02-22 14:50	2002-02-23 14:48	CQ7	I83		
02-07-007	K926	2002-02-23 15:12	2002-02-24 05:11	BDE	CME		
02-07-008	B502	2002-02-24 18:55	2002-02-25 23:31	SAE	IWQ		
02-08-001	V111	2002-02-25 00:09	2002-02-26 11:48	CPN	I83		
02-08-002	F040	2002-02-25 05:34	2002-02-28 18:41	IZ5	SYG	CJZ	
02-08-003	H697	2002-02-25 18:27	2002-02-26 08:14	SEV			
02-08-004	Z631	2002-02-26 00:47	2002-02-28 07:48	C4M	SAE		
02-08-005	K803	2002-02-26 02:28	2002-03-02 18:07	IDN	S2G	CJF	
02-08-006	M789	2002-02-27 02:42	2002-02-28 13:53	CME	SFH		
02-08-007	T530	2002-02-27 08:14	2002-02-28 09:07	I6J	CIC		
02-08-008	I412	2002-02-27 15:34	2002-03-01 15:55	IFY	S57	CI5	
02-08-009	H451	2002-02-28 12:42	2002-03-02 23:37	I4N	SBZ	CBG	
02-08-010	Z631	2002-02-28 19:27	2002-03-02 02:17	CS1	S6Y		
02-09-001	H809	2002-03-04 02:36	2002-03-06 09:18	IN4	SEV		
02-09-002	B762	2002-03-04 11:08	2002-03-07 04:40	I15	SSR	CU7	
02-09-003	J584	2002-03-05 07:52	2002-03-07 08:07	I1H	CM1	SXN	
02-09-004	Y987	2002-03-07 07:18	2002-03-09 12:04	SEE	CIC		
02-09-005	C335	2002-03-08 05:51	2002-03-11 03:15	CVC	I3P	SO6	
02-09-006	M257	2002-03-08 06:13	2002-03-10 02:04	ITY	SFH	CM3	
02-09-007	I581	2002-03-08 23:09	2002-03-10 17:02	BQC	C3F	Iv6	
02-09-008	W409	2002-03-09 23:19	2002-03-12 07:20	IQQ	CHH	S7P	
02-09-009	P000	2002-03-10 11:03	2002-03-13 00:42	SFH	IF2	CEK	
02-10-001	M718	2002-03-11 04:57	2002-03-12 05:44	C6C	SEE		
02-10-002	E808	2002-03-12 09:16	2002-03-13 15:04	BAA	ILC	CRA	
02-10-003	L012	2002-03-12 17:07	2002-03-14 04:20	IRT	CM1		
02-10-005	H311	2002-03-14 01:20	2002-03-14 17:55	I2P			
02-10-006	P387	2002-03-14 10:10	2002-03-16 04:19	SNK	CE8	I91	
02-10-007	E578	2002-03-16 07:05	2002-03-18 00:49	C2Q	I1H	SVW	
02-11-001	A592	2002-03-18 18:04	2002-03-19 06:09	IDN			
02-11-002	G675	2002-03-19 04:55	2002-03-20 12:07	SGB	I2P		
02-11-003	E639	2002-03-19 06:43	2002-03-20 01:04	CU7			
02-11-004	H732	2002-03-19 07:39	2002-03-21 15:04	BIJ	CHH	SFH	
02-11-005	N532	2002-03-19 19:30	2002-03-20 15:03	B4L	CPN		
02-11-006	U502	2002-03-20 16:20	2002-03-22 16:08	I6J	CBG	SBZ	
02-11-007	N492	2002-03-20 16:59	2002-03-24 04:26	CJZ	STF	IUY	
02-11-008	H955	2002-03-20 22:12	2002-03-22 20:58	CPN	IFY	SR5	
02-11-009	W296	2002-03-21 14:11	2002-03-23 16:06	SR5	CJS	IX2	
02-11-010	I402	2002-03-21 19:57	2002-03-22 15:34	CS2			
02-11-011	H311	2002-03-21 22:47	2002-03-22 11:30	SAE			
02-11-013	S260	2002-03-23 20:57	2002-03-24 08:44	SYG			

02-11-014	P721	2002-03-24 02:43	2002-03-24 17:00	BRE	CBG		
02-11-015	B231	2002-03-24 18:09	2002-03-25 04:29	B60	CPN		
02-11-016	V111	2002-03-24 23:17	2002-03-25 14:27	CK6			
02-12-001	A923	2002-03-25 00:06	2002-03-28 06:57	I6J	CS1	STV	
02-12-002	W405	2002-03-25 00:38	2002-03-25 22:57	I83	CBG		
02-12-003	O167	2002-03-25 14:51	2002-03-27 12:37	CNI	I91		
02-12-004	G684	2002-03-26 01:40	2002-03-28 00:15	IDN	S7P		
02-12-005	W860	2002-03-27 15:45	2002-03-29 01:34	B8H	I4H	CR0	
02-12-006	C884	2002-03-27 21:50	2002-03-29 12:26	ITB	CK6	SA3	
02-12-007	S449	2002-03-27 21:50	2002-03-28 21:56	B4L	SEE	CHH	
02-12-008	W557	2002-03-28 09:21	2002-03-30 02:32	SA3	I2P	CHK	
02-12-009	X179	2002-03-28 14:48	2002-03-29 04:01	STV			
02-12-010	O224	2002-03-28 15:16	2002-03-30 00:18	IPA	C4M		
02-12-011	T056	2002-03-29 21:10	2002-03-30 23:49	BSA	C2Q	IYB	
02-12-012	J432	2002-03-30 10:05	2002-03-31 11:37	BGC	CR0		
02-12-013	R335	2002-03-30 19:46	2002-04-01 00:56	I1H	CM1		
02-13-001	U924	2002-04-01 00:01	2002-04-04 05:40	CR0	S57	I2P	
02-13-002	X643	2002-04-01 12:56	2002-04-04 00:59	I59	SEP		
02-13-003	W584	2002-04-03 17:28	2002-04-05 09:43	CM3	I4H		
02-13-004	Z894	2002-04-03 17:58	2002-04-04 18:45	C15	ITY		
02-13-005	Q911	2002-04-04 12:26	2002-04-05 09:02	IDF	C15		
02-13-006	S720	2002-04-04 13:26	2002-04-05 20:10	BQC	I>X2	S57	
02-13-007	T280	2002-04-05 06:02	2002-04-06 16:48	SEE	IDH		
02-13-008	R892	2002-04-05 12:15	2002-04-06 01:30	IUY			
02-13-009	Q828	2002-04-05 22:04	2002-04-06 11:39	S57			
02-13-010	Y026	2002-04-06 02:41	2002-04-08 21:46	SEE	C3F		
02-13-011	N007	2002-04-06 09:02	2002-04-09 06:41	S7P	IQ8		
02-13-012	I496	2002-04-07 11:21	2002-04-08 17:12	SWK	CE4		
02-14-001	X520	2002-04-08 15:43	2002-04-10 03:44	S6Y	I3P		
02-14-002	D637	2002-04-09 15:49	2002-04-10 03:52	CR0			
02-14-003	G637	2002-04-10 16:01	2002-04-11 06:30	IYB			
02-14-004	C605	2002-04-14 18:07	2002-04-16 01:09	IUY	CK6		
02-15-001	T318	2002-04-19 08:20	2002-04-20 11:34	IDH	SEE		
02-15-003	M290	2002-04-21 02:15	2002-04-23 05:33	ILC	SGA		
02-15-004	V658	2002-04-21 03:02	2002-04-22 10:20	I91	SAA		
02-15-005	W300	2002-04-21 18:40	2002-04-24 23:35	CJF	IYB	SEE	
02-15-006	R892	2002-04-21 18:46	2002-04-22 18:20	CJS			
02-16-001	P382	2002-04-22 16:55	2002-04-25 06:56	SEV	C6C		
02-16-002	U428	2002-04-22 20:01	2002-04-23 17:48	CR0	SR5		
02-16-003	X661	2002-04-24 01:20	2002-04-26 22:44	CNI	SFH		
02-16-004	Y186	2002-04-24 05:01	2002-04-26 11:43	IQQ	SVW		

02-16-005	K350	2002-04-26 19:15	2002-04-27 13:02	SEE			
02-16-006	Y114	2002-04-26 21:59	2002-04-27 15:40	BTA	IPA		
02-17-002	E104	2002-04-29 23:59	2002-05-02 04:54	IX3	S1U	CNI	
02-17-003	E596	2002-04-30 03:50	2002-05-01 14:52	SDN	I4N		
02-17-004	B101	2002-04-30 23:34	2002-05-03 18:26	CM3	IDL		
02-17-005	E381	2002-05-01 01:41	2002-05-02 13:25	IOS	SA3		
02-17-006	D287	2002-05-01 07:19	2002-05-01 20:56	CM1			
02-17-007	T367	2002-05-02 00:11	2002-05-03 02:57	SR5	CI5		
02-17-008	U354	2002-05-02 14:53	2002-05-03 20:23	IN4	CS1		
02-17-009	S573	2002-05-03 23:46	2002-05-04 09:57	CE8			
02-17-010	O565	2002-05-05 09:54	2002-05-08 18:52	IWQ	S7P	CK6	
02-17-011	W860	2002-05-05 18:20	2002-05-06 14:42	IOS			
02-17-012	H451	2002-05-05 19:47	2002-05-06 13:51	IR3			
02-18-001	V943	2002-05-06 00:17	2002-05-07 06:45	IX2			
02-18-002	O796	2002-05-06 19:17	2002-05-07 22:08	SGA	CHK		
02-18-004	E252	2002-05-07 13:59	2002-05-08 14:29	CR1			
02-18-005	W636	2002-05-07 14:29	2002-05-10 05:06	STV	CK6		
02-18-006	A048	2002-05-08 04:16	2002-05-09 14:47	SGA			
02-18-007	N544	2002-05-09 17:45	2002-05-10 22:56	IDL	SDN		
02-18-008	T811	2002-05-11 00:53	2002-05-12 07:17	SVW			
02-19-001	N790	2002-05-13 07:58	2002-05-14 10:22	SO6	IX2		
02-19-002	Y223	2002-05-13 12:56	2002-05-14 09:40	CI5	IQ8		
02-19-003	L598	2002-05-13 13:54	2002-05-14 17:09	BRE	IRA	S57	
02-19-004	S306	2002-05-14 02:54	2002-05-15 20:32	IRT	SVW	C3F	
02-19-005	U475	2002-05-17 04:12	2002-05-18 13:49	IOS	CR0		
02-19-006	D046	2002-05-17 07:03	2002-05-19 01:17	SNK	I15	CBG	
02-19-008	J539	2002-05-18 03:35	2002-05-21 11:21	IF1	CPN	S57	
02-19-009	I887	2002-05-18 04:02	2002-05-21 01:31	SWK	CE4	IY6	
02-19-010	T411	2002-05-19 01:00	2002-05-23 11:58	C5G	S7P	IWQ	
02-19-011	V626	2002-05-19 15:12	2002-05-21 21:15	CK6			
02-19-012	B652	2002-05-19 22:48	2002-05-21 07:11	C3F	IDN		
02-20-001	P371	2002-05-20 12:16	2002-05-21 00:35	I8J			
02-20-002	T811	2002-05-21 17:45	2002-05-23 14:24	S6Y			
02-20-003	M016	2002-05-22 00:42	2002-05-23 05:04	CJF	S6Y		
02-20-004	K328	2002-05-22 06:15	2002-05-24 06:38	C48	SXV		
02-20-005	Q520	2002-05-22 08:00	2002-05-22 20:37	IX2			
02-20-006	J005	2002-05-22 09:58	2002-05-26 15:55	CE4	SXV	I4N	
02-20-007	P459	2002-05-24 08:39	2002-05-28 13:12	CEK	IR3		
02-20-008	J635	2002-05-24 17:43	2002-05-26 06:11	CQ7	I1W	SHM	
02-20-009	X013	2002-05-25 02:03	2002-05-28 15:44	CPN	IN4	S2G	
02-20-010	R224	2002-05-25 09:58	2002-05-27 12:55	SR5	IPA		

02-20-011	C600	2002-05-25 21:18	2002-05-28 14:26	IN4	CK6	SDN	
02-20-013	H573	2002-05-26 15:16	2002-05-29 03:01	S7P	CK6	ITB	
02-20-014	S706	2002-05-26 21:11	2002-05-27 22:41	IY6	CQ7		
02-21-001	J562	2002-05-28 18:14	2002-05-29 11:06	IN4			
02-21-002	K619	2002-05-29 03:58	2002-05-29 17:59	IC5			
02-21-003	D654	2002-05-29 14:42	2002-05-30 00:34	CU7			
02-21-004	Q703	2002-06-01 20:35	2002-06-02 14:12	B60	SFD		
02-21-005	I026	2002-06-02 03:32	2002-06-05 21:05	CM3	IDF	SO6	
02-21-006	Q828	2002-06-02 07:31	2002-06-02 22:55	CJS			
02-22-001	X965	2002-06-04 04:44	2002-06-04 18:28	BAA	I91		
02-22-002	M423	2002-06-04 05:47	2002-06-05 10:42	CQ7	SYG		
02-22-003	R134	2002-06-04 06:18	2002-06-05 09:05	BZ9	IW7	SGA	
02-22-004	D385	2002-06-05 01:02	2002-06-06 02:35	IJ0	CVC		
02-22-005	Y815	2002-06-05 18:19	2002-06-08 21:53	ITE	CRA	SO6	
02-23-001	G036	2002-06-10 19:16	2002-06-12 03:42	BTA	IYB	SO6	
02-23-002	Q728	2002-06-12 14:04	2002-06-15 11:27	SFH	IRT		
02-23-003	F353	2002-06-14 16:41	2002-06-15 23:02	S6Y	I3P		
02-23-004	Y240	2002-06-15 02:37	2002-06-16 03:42	CME	IQ8		
02-23-005	W827	2002-06-15 08:27	2002-06-15 18:54	SAA			
02-23-006	D761	2002-06-15 16:45	2002-06-17 20:47	CR1	S40		
02-23-007	S956	2002-06-15 23:40	2002-06-17 10:28	C2Q	IY6		
02-23-008	D385	2002-06-16 23:49	2002-06-19 06:32	I59	SBZ		
02-24-001	Y542	2002-06-17 17:41	2002-06-21 10:35	IQQ	S40	CPN	
02-24-002	W092	2002-06-18 14:01	2002-06-19 22:22	S9X	CI5	IFR	
02-24-003	A627	2002-06-18 17:16	2002-06-20 19:22	CE8	SAE	IWQ	
02-24-004	D618	2002-06-19 11:28	2002-06-20 15:13	CIC	S9X		
02-24-006	I412	2002-06-21 02:03	2002-06-22 04:24	IDN	C48		
02-24-007	N286	2002-06-21 23:26	2002-06-24 06:59	CBG	I4N		
02-24-008	A841	2002-06-23 01:38	2002-06-25 16:14	SNK	IDL		
02-24-009	P630	2002-06-23 13:07	2002-06-26 18:23	IDH	C4X	SR5	
02-24-010	U451	2002-06-23 17:41	2002-06-24 18:00	BIJ	SNK	I2P	
02-25-001	M981	2002-06-24 13:18	2002-06-27 16:27	I1H	S9X		
02-25-002	K593	2002-06-25 00:01	2002-06-26 01:27	BAA	C5G	IUY	
02-25-003	T367	2002-06-26 05:58	2002-06-28 08:13	IX3	SSR	C6C	
02-25-004	Y114	2002-06-26 07:33	2002-06-27 23:00	SBZ	I8J	CE8	
02-25-005	B374	2002-06-27 08:11	2002-06-27 23:40	BGC	IPB		
02-25-006	K769	2002-06-28 14:44	2002-06-30 04:15	IDL	SAA		
02-25-008	A996	2002-06-29 06:08	2002-06-30 01:24	C2Q			
02-25-009	Q171	2002-06-29 09:41	2002-06-30 04:59	BSP	CK6		
02-26-001	V718	2002-07-01 09:53	2002-07-02 19:58	BSP	IPA	CVC	
02-26-002	R776	2002-07-02 13:26	2002-07-05 21:57	SX4	IY6	CK6	

02-26-003	E621	2002-07-05 02:51	2002-07-05 14:13	IYB		
02-26-004	C335	2002-07-05 12:08	2002-07-06 11:33	IQQ		
02-26-006	N771	2002-07-06 16:41	2002-07-07 09:01	S7P		
02-26-007	F343	2002-07-06 22:53	2002-07-08 21:27	I15	SR5	CME
02-26-008	T272	2002-07-07 06:08	2002-07-07 17:37	SGB		
02-26-009	Z443	2002-07-07 07:24	2002-07-08 15:41	CQ7	SX4	
02-26-010	J274	2002-07-07 09:02	2002-07-09 03:04	ITE		
02-26-011	S268	2002-07-07 11:46	2002-07-09 16:42	IJ0	S9X	CHH
02-26-012	L375	2002-07-07 19:18	2002-07-09 12:42	I8J	S57	
02-27-001	D287	2002-07-10 03:14	2002-07-13 10:59	I3P	STV	CU7
02-27-002	A611	2002-07-10 06:22	2002-07-10 18:04	CWV		
02-27-003	M810	2002-07-10 16:45	2002-07-12 00:44	C5G	ITB	
02-27-005	S915	2002-07-11 00:53	2002-07-12 06:13	I91	CJF	
02-27-006	R233	2002-07-11 01:15	2002-07-11 14:27	I0A		
02-27-007	J534	2002-07-11 03:09	2002-07-11 16:43	I1H		
02-27-008	S061	2002-07-11 13:15	2002-07-12 16:24	SXN	IDH	
02-27-009	V761	2002-07-12 14:25	2002-07-15 18:14	CM7	IDH	
02-27-010	A072	2002-07-12 18:35	2002-07-14 21:17	CE8	SWK	IW7
02-27-012	L288	2002-07-13 14:07	2002-07-16 00:33	IX2	C48	
02-27-013	S916	2002-07-14 01:05	2002-07-14 15:32	BPA	ITB	
02-27-014	F824	2002-07-14 19:55	2002-07-16 07:30	C5G	IWQ	
02-28-002	A778	2002-07-16 07:01	2002-07-18 01:31	S7P	I6J	CR1
02-28-005	Y465	2002-07-17 12:13	2002-07-21 09:24	SEV	IC5	C48
02-28-006	R383	2002-07-17 20:59	2002-07-18 16:54	SAA		
02-28-007	P263	2002-07-18 06:03	2002-07-19 12:39	CNI	I8J	
02-28-008	S650	2002-07-18 22:17	2002-07-20 02:54	IWI	S2G	
02-28-009	D637	2002-07-19 11:18	2002-07-20 18:40	BRE	CJZ	IX2
02-28-011	Y542	2002-07-20 04:46	2002-07-20 21:30	CSI		
02-28-012	J366	2002-07-21 11:51	2002-07-21 23:15	BI7	I1W	
02-28-013	C926	2002-07-21 17:28	2002-07-23 15:55	C2Q	IZ5	SWK
02-29-001	D763	2002-07-23 08:49	2002-07-23 21:16	IX2		
02-29-002	U602	2002-07-23 12:07	2002-07-23 23:34	BI5	IFY	
02-29-003	K926	2002-07-23 22:05	2002-07-25 01:45	IX3	CNI	
02-29-004	J432	2002-07-24 08:28	2002-07-24 19:37	IY6		
02-29-006	R817	2002-07-24 23:01	2002-07-25 08:56	IC5		
02-29-007	N492	2002-07-25 17:42	2002-07-26 20:53	I3P	S7P	
02-29-008	U475	2002-07-26 06:39	2002-07-26 18:54	IX2		
02-29-009	B328	2002-07-26 15:07	2002-07-29 02:36	SEV	IQ8	
02-29-010	G637	2002-07-27 20:56	2002-07-28 10:03	IQQ		
02-29-011	C015	2002-07-27 23:41	2002-07-28 20:05	SAA		
02-30-001	D248	2002-07-29 08:09	2002-07-31 23:06	CM3	STV	ITB

02-30-002	X001	2002-07-29 19:19	2002-08-01 10:44	S7P	CJF	IJO	
02-30-003	I247	2002-07-30 21:12	2002-08-02 19:21	I3P	SWK		
02-30-004	G634	2002-07-30 23:46	2002-08-01 18:21	I1H	CRA	SAW	
02-30-005	K290	2002-07-31 13:50	2002-08-01 21:32	IX3	CME		
02-31-001	U398	2002-08-05 07:57	2002-08-07 09:09	IFR			
02-31-002	R625	2002-08-06 15:26	2002-08-07 22:29	SWK	CJZ		
02-31-003	M862	2002-08-06 20:17	2002-08-07 07:12	IPB			
02-31-004	X364	2002-08-07 15:59	2002-08-08 08:30	BQC	IDH		
02-31-005	H690	2002-08-07 18:26	2002-08-09 13:49	C6C	SGA	I2P	
02-31-006	H837	2002-08-09 03:16	2002-08-10 01:58	CRA	IUV		
02-31-007	W092	2002-08-11 04:04	2002-08-12 22:59	SNK	ITB	CBG	
02-31-008	Q662	2002-08-11 16:09	2002-08-13 15:23	IRA	S1U	CHK	
02-32-001	S453	2002-08-13 17:09	2002-08-15 06:54	S7P	CQ7		
02-32-002	E342	2002-08-13 17:30	2002-08-14 20:40	BKF	IDL	CVC	
02-32-003	K593	2002-08-15 13:55	2002-08-16 19:48	CME	S40		
02-32-004	K385	2002-08-16 08:53	2002-08-18 10:41	SGA	CWV	IOA	
02-32-005	E381	2002-08-17 07:25	2002-08-19 04:02	IUV	SEP	CHK	
02-32-006	F188	2002-08-17 08:16	2002-08-18 12:46	IRA	SAE		
02-32-007	W612	2002-08-18 10:19	2002-08-18 20:45	BGC	IZ5		
02-33-001	V626	2002-08-19 11:12	2002-08-20 06:40	CIC			
02-33-002	A669	2002-08-20 09:17	2002-08-21 22:56	C4X	IDN	SO6	
02-33-003	B420	2002-08-20 12:49	2002-08-21 17:16	I15	CM3		
02-33-004	F040	2002-08-20 18:23	2002-08-23 02:14	I8J	C4M	SA3	
02-33-005	T603	2002-08-21 04:07	2002-08-22 13:06	C48	I91	S7P	
02-33-006	J584	2002-08-21 13:15	2002-08-22 06:05	IQQ			
02-33-007	A982	2002-08-21 15:27	2002-08-22 09:00	IFR			
02-33-008	E425	2002-08-22 05:12	2002-08-24 09:17	IR3	C4M	SDN	
02-33-009	Q761	2002-08-22 16:19	2002-08-24 11:02	C4M	I83	SNK	
02-33-010	F561	2002-08-23 11:47	2002-08-25 07:39	I1W	CU7	SWK	
02-33-011	D361	2002-08-24 01:02	2002-08-26 03:24	CT1	I3P	SVW	
02-33-012	C015	2002-08-25 08:40	2002-08-25 20:57	S40			
02-34-001	Q828	2002-08-26 01:01	2002-08-28 13:33	CJS	IJO	S40	
02-34-002	H578	2002-08-28 14:49	2002-08-29 18:12	C4X	SVX		
02-34-003	C964	2002-08-29 00:32	2002-08-30 11:48	SHM	CRA		
02-34-005	R870	2002-08-30 12:35	2002-09-02 06:09	ITE	SYG		
02-34-006	R324	2002-08-30 22:37	2002-09-01 02:51	B29	CS2	ITE	
02-34-007	S620	2002-08-31 06:42	2002-09-01 08:45	IW7	CWV		
02-34-008	S117	2002-09-01 07:04	2002-09-02 04:15	IV6			
02-35-001	L187	2002-09-02 14:19	2002-09-04 01:39	CE8	SYG		
02-35-002	J432	2002-09-02 20:39	2002-09-04 13:05	I4N	C48	SDN	
02-35-003	P079	2002-09-03 00:53	2002-09-05 03:00	S9X	I91		

02-35-004	R638	2002-09-04 08:39	2002-09-05 13:00	B8H	CS2	SNK	
02-35-005	I350	2002-09-05 09:31	2002-09-05 22:44	I15			
02-35-006	Y117	2002-09-05 17:30	2002-09-07 10:20	SVW	I0A	CME	
02-35-007	G456	2002-09-05 20:11	2002-09-07 08:33	S40	C3F		
02-35-008	F439	2002-09-06 16:27	2002-09-07 20:59	CPN			
02-35-009	P676	2002-09-07 05:00	2002-09-09 05:15	SEP	I15	CM1	
02-35-010	Y866	2002-09-08 09:49	2002-09-10 22:00	B60	STV		
02-35-011	R625	2002-09-08 15:38	2002-09-09 21:18	IFY	STV		
02-36-001	G456	2002-09-09 11:00	2002-09-11 18:59	BSE	IPA	SEE	
02-36-002	C224	2002-09-10 17:34	2002-09-11 11:59	BKF	STF		
02-36-003	N408	2002-09-11 20:39	2002-09-13 11:48	IUY	CK6	S1U	
02-36-004	Q116	2002-09-12 18:16	2002-09-14 21:36	CR1	S40	IDH	
02-36-006	H047	2002-09-13 23:40	2002-09-15 10:27	BPA	IDL	SFD	
02-36-007	T394	2002-09-15 01:19	2002-09-16 13:14	CIC			
02-36-008	R013	2002-09-15 18:33	2002-09-17 04:37	SWK	CM7		
02-37-001	C926	2002-09-17 08:32	2002-09-18 18:57	IDF	SAW		
02-37-002	I791	2002-09-17 12:32	2002-09-19 16:17	IRT	S40	CWV	
02-37-004	V739	2002-09-18 14:04	2002-09-19 18:23	IW7	CE4		
02-37-006	A139	2002-09-19 10:25	2002-09-20 22:04	CHK			
02-37-007	Y624	2002-09-19 12:27	2002-09-20 19:34	BDE	CHK	IX3	
02-37-008	T411	2002-09-20 13:27	2002-09-22 19:09	IPA	C3F	SHM	
02-37-009	A923	2002-09-20 19:35	2002-09-24 08:33	IC5	CI5	S40	
02-37-010	W869	2002-09-20 22:16	2002-09-23 13:11	CM3	STV	I91	
02-37-011	F433	2002-09-21 03:42	2002-09-21 14:02	BSE	ILC		
02-37-012	Y500	2002-09-21 21:58	2002-09-22 17:05	CWV			
02-37-013	W296	2002-09-22 09:40	2002-09-24 01:07	CSI			
02-37-014	C154	2002-09-22 11:10	2002-09-24 05:23	IUV	CE8	SXV	
02-38-001	U308	2002-09-24 01:48	2002-09-25 09:38	I91	S40		
02-38-002	K952	2002-09-24 09:08	2002-09-26 08:32	BX0	CS1	SNK	
02-38-003	L012	2002-09-25 15:55	2002-09-26 17:41	IR3	CJS		
02-38-004	J116	2002-09-25 23:37	2002-09-26 16:35	IOA			
02-38-005	V106	2002-09-27 02:41	2002-09-28 07:55	ITE			
02-38-006	E719	2002-09-28 00:14	2002-09-30 18:59	I2P	C5G	SAW	
02-38-007	B095	2002-09-28 07:04	2002-09-28 23:20	SDN			
02-38-008	P208	2002-09-28 16:03	2002-09-29 07:17	C6C			
02-38-009	A455	2002-09-28 20:45	2002-09-29 16:52	SAA			
02-38-010	X965	2002-09-28 22:18	2002-09-29 09:58	BSE	SXV		
02-38-011	T085	2002-09-29 09:17	2002-09-30 17:34	BSE	SX4	I1W	
02-38-012	K031	2002-09-29 13:42	2002-09-30 19:27	CNI	IDL		
02-39-001	D542	2002-10-01 08:08	2002-10-03 10:09	CM3			
02-39-002	E639	2002-10-03 03:03	2002-10-04 08:37	C48	STF		

02-39-003	W140	2002-10-03 14:57	2002-10-04 09:26	IDF			
02-39-004	D368	2002-10-04 05:20	2002-10-05 10:33	C2Q	SNK		
02-39-005	J929	2002-10-04 14:23	2002-10-05 07:50	BI5	SYG		
02-39-006	B396	2002-10-05 06:53	2002-10-05 18:05	SGB			
02-39-007	Z365	2002-10-06 14:18	2002-10-08 08:57	SEV			
02-40-001	W349	2002-10-09 01:24	2002-10-10 16:38	BNC	SDN		
02-40-002	G282	2002-10-09 05:12	2002-10-12 14:26	SSR	C4M	IOA	
02-40-003	E336	2002-10-10 05:32	2002-10-11 19:18	IDL	SEV	CSI	
02-40-004	H440	2002-10-12 13:53	2002-10-15 22:31	CSI	SAE	IF2	
02-40-005	K265	2002-10-12 17:47	2002-10-13 09:35	BDE	IOA		
02-40-006	R084	2002-10-13 09:33	2002-10-15 16:12	IOS	CT1		
02-40-007	E638	2002-10-13 11:26	2002-10-14 15:27	CNI			
02-41-001	F353	2002-10-15 08:34	2002-10-16 12:46	IUY	CME		
02-41-002	P252	2002-10-15 12:57	2002-10-17 08:07	SYG	IX2		
02-41-003	P079	2002-10-17 07:13	2002-10-18 02:51	B91	CM7		
02-41-004	T874	2002-10-17 19:03	2002-10-18 11:15	SFH			
02-41-005	D287	2002-10-17 20:52	2002-10-19 04:56	CSI	I2P		
02-41-006	D654	2002-10-18 13:02	2002-10-20 19:26	SR5	IW7		
02-41-007	U335	2002-10-18 18:16	2002-10-20 22:24	SVW	IV6	CR0	
02-41-008	V398	2002-10-19 00:19	2002-10-19 18:52	CM3			
02-41-009	K113	2002-10-19 10:26	2002-10-20 19:04	CI5			
02-41-010	V781	2002-10-20 19:29	2002-10-21 14:09	CM3			
02-42-001	R421	2002-10-21 07:24	2002-10-23 00:50	CQ7	SBZ	IV6	
02-42-002	D944	2002-10-23 05:13	2002-10-25 04:39	IYB			
02-42-003	P318	2002-10-23 17:55	2002-10-25 00:54	I8J	CEK	STV	
02-42-004	T394	2002-10-24 11:33	2002-10-25 16:04	I8J	S6Y		
02-42-005	T396	2002-10-24 22:57	2002-10-26 04:35	I3P	CM7		
02-42-006	P682	2002-10-26 05:49	2002-10-28 09:43	IFR	SEP		
02-42-007	S736	2002-10-26 08:49	2002-10-28 13:16	BI7	CT1		
02-42-008	F876	2002-10-27 04:55	2002-10-28 23:12	IDF	CU7	S6Y	
02-42-009	L993	2002-10-27 05:47	2002-10-29 01:51	IF2	CM7		
02-43-001	P850	2002-10-28 09:24	2002-11-01 17:05	SWK	ILC	C3F	
02-43-002	Q037	2002-10-29 22:47	2002-11-01 00:14	SFD	CVC	ITE	
02-43-003	V739	2002-10-30 13:34	2002-11-01 03:45	SR5	IWQ	CSI	
02-43-005	F090	2002-10-31 12:34	2002-10-31 23:15	CS1			
02-43-006	P371	2002-11-02 22:11	2002-11-04 21:19	IV6			
02-43-007	M005	2002-11-03 10:53	2002-11-05 11:01	SEE	CJS	ILC	
02-43-008	W690	2002-11-03 17:45	2002-11-04 23:34	IX3	SO6		
02-44-001	H440	2002-11-04 11:23	2002-11-06 08:32	IDN	CS1	STF	
02-44-002	M016	2002-11-05 01:22	2002-11-06 06:47	SGA	I91		
02-44-004	O120	2002-11-05 20:47	2002-11-07 08:09	IDL	CS1		

02-44-005	S984	2002-11-07 14:30	2002-11-08 17:37	CS1	SAW		
02-44-007	G420	2002-11-10 16:06	2002-11-11 20:53	IRT	S2G		
02-45-001	U451	2002-11-11 00:47	2002-11-13 19:20	C5G	IFY		
02-45-002	B096	2002-11-11 06:58	2002-11-14 23:20	CR1	SVX	IQ8	
02-45-003	P387	2002-11-12 15:36	2002-11-13 04:18	BSE	SEV		
02-45-004	U924	2002-11-13 18:35	2002-11-14 09:23	CK6			
02-45-005	F597	2002-11-14 06:01	2002-11-16 20:41	I4H	CSI	STF	
02-45-007	C541	2002-11-16 15:31	2002-11-17 20:59	IY6	SFH		
02-46-001	S453	2002-11-18 01:18	2002-11-19 09:53	SBZ	CBG		
02-46-002	I496	2002-11-19 10:49	2002-11-21 04:40	SVW	CS1	IOS	
02-46-003	U428	2002-11-20 22:08	2002-11-21 12:55	I3P			
02-46-004	F040	2002-11-21 00:01	2002-11-23 17:41	CHH	I59	SGA	
02-46-005	S416	2002-11-21 16:29	2002-11-22 23:55	BAA	S7P	CHH	
02-46-006	F313	2002-11-21 18:46	2002-11-25 07:27	BX0	I59	SHM	
02-46-007	I813	2002-11-22 05:25	2002-11-23 00:57	CJS			
02-46-008	M789	2002-11-22 06:15	2002-11-23 09:55	B4L	SWK		
02-46-009	J562	2002-11-23 05:01	2002-11-23 17:40	BI5	CR1		
02-46-010	K517	2002-11-23 09:16	2002-11-23 22:49	CT1			
02-46-011	M565	2002-11-23 18:44	2002-11-25 12:33	B91	S1U	CHH	
02-46-012	U499	2002-11-23 20:12	2002-11-26 21:43	SAE	I15	CNI	
02-46-013	B352	2002-11-23 23:34	2002-11-25 01:49	I91	CHH		
02-47-001	K516	2002-11-25 12:23	2002-11-26 01:09	CJF			
02-47-002	P252	2002-11-27 20:16	2002-12-01 03:34	I0A	CIC	SBZ	
02-47-003	X364	2002-11-27 23:59	2002-11-29 03:42	SBZ	I25		
02-47-004	H519	2002-11-28 07:16	2002-11-29 15:16	SAW	C2Q	I6J	
02-47-005	W869	2002-11-29 01:05	2002-11-29 19:21	ITB			
02-47-006	F190	2002-11-30 09:57	2002-12-01 10:54	SX4	IX2		
02-47-007	F977	2002-11-30 20:03	2002-12-02 08:52	CRA	SGB	IW7	
02-48-001	E194	2002-12-02 08:07	2002-12-02 19:47	BSP	ITE		
02-48-002	U872	2002-12-02 19:28	2002-12-05 06:09	CE4			
02-48-003	P661	2002-12-02 21:39	2002-12-03 14:40	IWQ			
02-48-004	X662	2002-12-07 05:09	2002-12-07 19:38	SO6			
02-48-005	F202	2002-12-07 11:45	2002-12-08 16:07	BPA	I83		
02-48-006	I498	2002-12-07 15:38	2002-12-08 16:54	C4M	IOS		
02-48-007	W110	2002-12-07 18:56	2002-12-10 03:36	CK6	S2G	I3P	
02-48-008	U970	2002-12-07 19:38	2002-12-08 19:43	STV	I3P		
02-48-009	E006	2002-12-08 09:33	2002-12-10 19:26	CSI	STV		
02-49-001	Z894	2002-12-10 15:45	2002-12-11 09:30	IQ8			
02-49-002	R722	2002-12-10 16:24	2002-12-11 04:41	IF1			
02-49-003	J287	2002-12-11 03:52	2002-12-12 17:08	CHH	IRA		
02-49-004	U746	2002-12-13 21:26	2002-12-14 14:54	S57			

02-50-001	H674	2002-12-16 06:09	2002-12-19 19:45	C48	SEP		
02-50-002	Z467	2002-12-16 06:40	2002-12-18 05:43	C2Q	SNK	159	
02-50-003	S767	2002-12-18 10:06	2002-12-20 07:54	SEE	IDF		
02-50-004	N536	2002-12-18 16:07	2002-12-20 12:14	IJO	CHH		
02-50-005	W457	2002-12-19 13:13	2002-12-20 18:03	SVW	IYB		
02-50-006	N532	2002-12-20 17:22	2002-12-21 04:48	BRE	IX2		
02-50-007	N889	2002-12-20 19:40	2002-12-23 07:38	IF2	S1U		
02-51-001	H747	2002-12-23 23:02	2002-12-24 09:14	CU7			
02-51-002	M209	2002-12-24 00:11	2002-12-24 10:41	BX0	CIC		
02-51-003	P614	2002-12-24 06:35	2002-12-25 23:02	IPB	CVC	SEE	
02-51-004	I944	2002-12-25 19:38	2002-12-27 03:38	BDE	SEE	CEK	
02-51-005	S533	2002-12-26 16:54	2002-12-29 10:40	CRA	S6Y		
02-51-006	V687	2002-12-27 01:32	2002-12-28 22:36	IQ8	SHM	CSI	
02-51-007	U451	2002-12-27 18:54	2002-12-28 05:59	BDE	I83		
02-51-008	V449	2002-12-29 04:41	2002-12-29 18:31	I6J			

#### A.7 TABLA DE TIPOS DE FALLA.

tipo_falla	desc_falla
BAA	PAPEL AUDITOR ATORADO
BDE	ATM DESCONECTADO
BP1	BASICO PRUEBA 1
BP2	BASICO PRUEBA 2
BP3	BASICO PRUEBA 3
BPA	PAPEL COMPROBANTES ATORADO
BRE	RESET MANUAL
BSA	SIN PAPEL AUDITOR
BSE	SIN EFECTIVO
BSP	SIN PAPEL COMPROBANTES
BTA	TARJETA ATORADA
CM1	MODEM QUEMADO
CM3	MODEM INTERMITENTE
CP1	COMUNICACIONES PRUEBA 1
CP2	COMUNICACIONES PRUEBA 2
CP3	COMUNICACIONES PRUEBA 3
CR1	FALLA RADIO
CS1	FALLA RECEPTOR SATELITAL
CS2	ANTENA SATELITAL
CT1	SIN LINEA TELEFONICA TELMEX
IDF	FUSIBLE DRT-24

IF1	FUENTE DE PODER QUEMADA
IF2	VARIACIONES EN FUENTE PODER
IP1	INTERNO PRUEBA 1
IP2	INTERNO PRUEBA 2
IP3	INTERNO PRUEBA 3
IPA	FALLA PROCESADOR
IPB	EXIT F EN PROCESADOR
IWQ	BANDA TRANSPORT. 23DW
SAА	SIN AIRE ACONDICIONADO
SEE	SIN ENERGIA ELECTRICA
SEP	POLARIDAD ENERGIA ELECTRICA
SEV	VARIACIONES DE VOLTAJE
SP1	SUMINISTROS PRUEBA 1
SP2	SUMINISTROS PRUEBA 2
SP3	SUMINISTROS PRUEBA 3
STF	SIN TIERRA FISICA
STV	VOLTAJE EN TIERRA FISICA

## **B. TABLAS DE LA SIMULACIÓN**

### **B.1 SIMULACIÓN CONSIDERANDO 24 HORAS DE MANTENIMIENTO.**

A continuación se incluyen las tablas de simulación para las áreas de mantenimiento interno del cajero y de suministros considerando que ambas áreas laboran 24 horas diarias.

**SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO INTERNO DE LOS CAJEROS**

horas hábiles del servidor en el día: 24.00

déficit o sobrante promedio: 2.16

déficit máximo: -70.10

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobranle o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
1	0.915	2	0.31	0.279	11.84	0.38	0.077	9.98							21.82	2.18
2	0.570	1	0.61	0.315	12.18										12.18	11.82
3	0.447	1	0.06	0.383	12.80										12.80	11.20
4	0.646	1	0.36	0.567	14.50										14.50	9.50
5	0.130	0													0.00	24.00
6	0.200	0													0.00	24.00
7	0.478	1	0.96	0.071	21.54										21.54	2.46
8	0.516	1	0.63	0.970	18.21										18.21	5.79
9	0.690	1	0.63	0.013	9.39										9.39	14.61
10	0.112	0													0.00	24.00
11	0.065	0													0.00	24.00
12	0.741	1	0.24	0.183	10.96										10.96	13.04
13	0.906	2	0.23	0.485	13.74	0.41	0.763	16.31							30.05	-6.05
14	0.361	0													6.05	17.95
15	0.132	0													0.00	24.00
16	0.512	1	0.02	0.567	14.50										14.50	9.50
17	0.438	1	0.47	0.576	14.58										14.58	9.42
18	0.930	2	0.14	0.907	17.63	0.26	0.952	18.05							35.68	-11.68
19	0.709	1	0.31	0.835	16.97										28.65	-4.65
20	0.682	1	0.79	0.317	12.20										16.84	7.16
21	0.138	0													0.00	24.00
22	0.042	0													0.00	24.00
23	0.546	1	0.69	0.227	11.36										11.36	12.64
24	0.928	2	0.52	0.529	14.15	0.06	0.548	14.32							28.47	-4.47
25	0.793	2	0.65	0.722	15.92	0.10	0.737	16.06							36.46	-12.46
26	0.448	1	0.87	0.491	36.77										49.23	-25.23
27	0.870	2	0.13	0.502	13.90	0.22	0.973	18.25							57.38	-33.38
28	0.472	1	0.72	0.224	11.34										44.72	-20.72

104

**SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO INTERNO DE LOS CAJEROS**

horas hábiles del servidor en el día: 24.00

déficit o sobrante promedio: 2.16

déficit máximo: -70.10

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			acumulado de ahoros para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
29	0.946	3	0.44	0.347	12.47	0.42	0.809	16.73	0.93	0.495	36.92				86.83	-62.83
30	0.809	2	0.61	0.047	9.70	0.93	0.071	21.57							94.10	-70.10
31	0.407	0													70.10	-46.10
32	0.023	0													46.10	-22.10
33	0.331	0													22.10	1.90
34	0.157	0													0.00	24.00
35	0.654	1	0.55	0.329	12.30										12.30	11.70
36	0.861	2	0.52	0.230	11.39	0.07	0.370	12.69							24.08	-0.08
37	0.036	0													0.08	23.92
38	0.095	0													0.00	24.00
39	0.710	1	0.97	0.604	40.87										40.87	-16.87
40	0.062	0													16.87	7.13
41	0.072	0													0.00	24.00
42	0.265	0													0.00	24.00
43	0.615	1	0.52	0.829	16.91										16.91	7.09
44	0.795	2	0.71	0.237	11.46	0.90	0.929	52.63							64.08	-40.08
45	0.578	1	0.33	0.875	17.33										57.42	-33.42
46	0.334	0													33.42	-9.42
47	0.615	1	0.39	0.103	10.22										19.63	4.37
48	0.009	0													0.00	24.00
49	0.364	0													0.00	24.00
50	0.230	0													0.00	24.00
51	0.599	1	0.71	0.103	10.22										10.22	13.78
52	0.857	2	0.11	0.144	10.60	0.35	0.772	16.39							26.98	-2.98
53	0.033	0													2.98	21.02
54	0.835	2	0.17	0.936	17.90	0.46	0.921	17.76							35.66	-11.66
55	0.930	2	0.76	0.539	14.24	0.42	0.500	13.88							39.77	-15.77
56	0.824	2	0.97	0.201	26.26	0.77	0.161	10.75							52.79	-28.79

105

**SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO INTERNO DE LOS CAJEROS**

horas hábiles del servidor en el día: 24.00

déficit o sobrante promedio: 2.16

déficit máximo: -70.10

día	número aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			acumulado de ahoros para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			números aleatorios	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	números aleatorios	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	números aleatorios	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	números aleatorios	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta		
57	0.146	0												28.79	-4.79	
58	0.224	0												4.79	19.21	
59	0.476	1	0.70	0.301	12.05									12.05	11.95	
60	0.374	0												0.00	24.00	
61	0.938	2	0.61	0.195	11.07	0.19	0.612	14.91						25.98	-1.98	
62	0.911	2	0.57	0.871	17.30	0.04	0.326	12.28						31.56	-7.56	
63	0.960	3	0.45	0.774	16.40	0.81	0.279	29.07	0.80	0.205	11.16			64.19	-40.19	
64	0.708	1	0.92	0.268	28.69									68.89	-44.89	
65	0.089	0												44.89	-20.89	
66	0.036	0												20.89	3.11	
67	0.552	1	1.00	0.743	45.90									45.90	-21.90	
68	0.060	0												21.90	2.10	
69	0.271	0												0.00	24.00	
70	0.837	2	0.78	0.642	15.19	0.80	0.214	11.25						26.44	-2.44	
71	0.178	0												2.44	21.56	
72	0.684	1	0.83	0.122	23.41									23.41	0.59	
73	0.229	0												0.00	24.00	
74	0.182	0												0.00	24.00	
75	0.593	1	0.03	0.386	12.83									12.83	11.17	
76	0.371	0												0.00	24.00	
77	0.317	0												0.00	24.00	
78	0.879	2	0.35	0.881	17.39	0.38	0.333	12.34						29.73	-5.73	
79	0.910	2	0.64	0.607	14.87	0.31	0.716	15.87						36.48	-12.48	
80	0.426	0												12.48	11.52	
81	0.154	0												0.00	24.00	
82	0.096	0												0.00	24.00	
83	0.742	1	0.48	0.874	17.33									17.33	6.67	
84	0.016	0												0.00	24.00	

**SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO INTERNO DE LOS CAJEROS**

horas hábiles del servidor en el día: 24.00

déficit o sobrante promedio: 2.16

déficit máximo: -70.10

día	número aleatorio para demanda	demanda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			número aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
85	0.133	0												0.00	24.00	
86	0.956	3	0.23	0.923	17.76	0.74	0.349	12.48	0.84	0.759	46.49			76.76	-52.76	
87	0.217	0												52.76	-28.76	
88	0.038	0												28.76	-4.76	
89	0.360	0												4.76	19.24	
90	0.508	1	0.85	0.725	45.25									45.25	-21.25	
91	0.881	2	0.36	0.029	9.54	0.49	0.628	15.06						45.85	-21.85	
92	0.137	0												21.85	2.15	
93	0.330	0												0.00	24.00	
94	0.925	2	0.15	0.246	11.53	0.67	0.412	13.07						24.60	-0.60	
95	0.634	1	0.66	0.718	15.89									16.50	7.50	
96	0.072	0												0.00	24.00	
97	0.518	1	0.18	0.802	16.66									16.66	7.34	
98	0.786	2	0.79	0.236	11.44	0.33	0.997	18.46						29.90	-5.90	
99	0.631	1	0.45	0.581	14.63									20.53	3.47	
100	0.408	0												0.00	24.00	

## SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE SUMINISTROS ELÉCTRICOS

horas hábiles del servidor en el día: 24.00

déficit o sobrante promedio: 4.00

déficit máximo: -62.44

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			5 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
1	0.063	0															0.00	24.00	
2	0.777	1	0.01	0.064	11.01												11.01	12.99	
3	0.182	0															0.00	24.00	
4	0.442	0															0.00	24.00	
5	0.693	1	0.59	0.950	20.07												20.07	3.93	
6	0.187	0															0.00	24.00	
7	0.874	2	0.56	0.369	14.13	0.54	0.288	13.30									27.43	-3.43	
8	0.398	0															3.43	20.57	
9	0.248	0															0.00	24.00	
10	0.504	1	0.42	0.732	17.85												17.85	6.15	
11	0.555	1	0.66	0.535	15.83												15.83	8.17	
12	0.061	0															0.00	24.00	
13	0.616	1	0.47	0.069	11.06												11.06	12.94	
14	0.384	0															0.00	24.00	
15	0.170	0															0.00	24.00	
16	0.702	1	0.61	0.351	13.95												13.95	10.05	
17	0.146	0															0.00	24.00	
18	0.980	3	0.06	0.471	15.18	0.42	0.696	17.48	0.72	0.326	13.69						46.35	-22.35	
19	0.060	0															22.35	1.65	
20	0.823	1	0.08	0.394	14.39												14.39	9.61	
21	0.625	1	0.06	0.187	12.26												12.26	11.74	
22	0.357	0															0.00	24.00	
23	0.419	0															0.00	24.00	
24	0.495	1	0.36	0.669	17.20												17.20	6.80	
25	0.662	1	0.33	0.045	10.82												10.82	13.18	
26	0.936	2	0.76	0.344	13.87	0.48	0.385	14.30									28.17	-4.17	
27	0.235	0															4.17	19.83	
28	0.762	1	0.49	0.580	16.29												16.29	7.71	

108

## SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE SUMINISTROS ELÉCTRICOS

horas hábiles del servidor en el día: 24.00

déficit o sobrante promedio: 4.00

déficit máximo: -62.44

día	número aleatorio para demanda	demanda	1 * cliente del día			2 * cliente del día			3 * cliente del día			4 * cliente del día			5 * cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			números aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	números aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	números aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	números aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	números aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
29	0.348	0															0.00	24.00	
30	0.511	1	0.04	0.416	14.61												14.61	9.39	
31	0.054	0															0.00	24.00	
32	0.523	1	0.78	0.318	13.61												13.61	10.39	
33	0.064	0															0.00	24.00	
34	0.244	0															0.00	24.00	
35	0.184	0															0.00	24.00	
36	0.892	2	0.95	0.237	30.04	0.46	0.780	18.34									48.38	-24.38	
37	0.013	0															24.38	-0.38	
38	0.416	0															0.38	23.62	
39	0.764	1	0.88	0.733	49.63												49.63	-25.63	
40	0.101	0															25.63	-1.63	
41	0.853	2	0.69	0.133	11.71	0.86	0.093	24.36									37.70	-13.70	
42	0.541	1	0.16	0.782	18.36												32.05	-8.05	
43	0.604	1	0.28	0.117	11.55												19.60	4.40	
44	0.911	2	0.30	0.038	10.74	0.60	0.705	17.57									28.31	-4.31	
45	0.658	1	0.83	0.366	35.13												39.43	-15.43	
46	0.808	1	0.32	0.724	17.76												33.19	-9.19	
47	0.396	0															9.19	14.81	
48	0.784	1	0.27	0.553	16.01												16.01	7.99	
49	0.857	2	0.88	0.941	57.87	0.54	0.588	16.37									74.23	-50.23	
50	0.756	1	0.50	0.731	17.83												68.07	-44.07	
51	0.825	1	0.61	0.540	15.88												59.94	-35.94	
52	0.627	1	0.58	0.748	18.01												53.95	-29.95	
53	0.195	0															29.95	-5.95	
54	0.105	0															5.95	18.05	
55	0.287	0															0.00	24.00	
56	0.580	1	0.74	0.164	12.04												12.04	11.96	

**SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE SUMINISTROS ELÉCTRICOS**

horas hábiles del servidor en el día: 24.00

déficit o sobrante promedio: 4.00

déficit máximo: -62.44

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			5 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
57	0.300	0															0.00	24.00	
58	0.356	0															0.00	24.00	
59	0.652	1	0.93	0.754	50.47												50.47	-26.47	
60	0.880	2	0.20	0.334	13.78	0.65	0.689	17.41									57.65	-33.65	
61	0.675	1	0.18	0.456	15.02												48.67	-24.67	
62	0.330	0															24.67	-0.67	
63	0.737	1	1.00	0.418	37.20												37.88	-13.88	
64	0.388	0															13.88	10.12	
65	0.137	0															0.00	24.00	
66	0.591	1	0.44	0.572	16.20												16.20	7.80	
67	0.321	0															0.00	24.00	
68	0.140	0															0.00	24.00	
69	0.116	0															0.00	24.00	
70	0.626	1	0.66	0.461	15.07												15.07	8.93	
71	0.349	0															0.00	24.00	
72	0.148	0															0.00	24.00	
73	0.412	0															0.00	24.00	
74	0.237	0															0.00	24.00	
75	0.757	1	0.19	0.703	17.55												17.55	6.45	
76	0.123	0															0.00	24.00	
77	0.502	1	0.48	0.379	14.23												14.23	9.77	
78	0.186	0															0.00	24.00	
79	0.558	1	0.87	0.347	34.40												34.40	-10.40	
80	0.932	2	0.91	0.284	31.90	0.54	0.610	16.60									58.90	-34.90	
81	0.481	1	0.04	0.323	13.66												48.56	-24.56	
82	0.589	1	0.35	0.194	12.34												36.91	-12.91	
83	0.036	0															12.91	11.09	
84	0.722	1	0.84	0.416	37.13												37.13	-13.13	

110

**SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE SUMINISTROS ELÉCTRICOS**

horas hábiles del servidor en el día: 24.00

déficit o sobrante promedio: 4.00

déficit máximo: -62.44

día	número aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			5 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)	
			números aleatorios	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	números aleatorios	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	números aleatorios	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	números aleatorios	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta	números aleatorios	para corrección de la falta	horas para corrección de la falta			
85	0.647	1	0.52	0.502	15.49													28.62	-4.62	
86	0.265	0																	4.62	19.38
87	0.722	1	0.55	0.294	13.36														13.36	10.64
88	0.705	1	0.01	0.574	16.23														16.23	7.77
89	0.640	1	0.19	0.857	19.12														19.12	4.88
90	0.848	2	0.21	0.940	19.97	0.82	0.579	43.55											63.52	-39.52
91	0.795	1	0.20	0.455	15.01														54.53	-30.53
92	0.915	2	0.38	0.010	10.45	0.76	0.607	16.56											57.55	-33.55
93	0.705	1	0.46	0.408	14.53														48.08	-24.08
94	0.142	0																	24.08	-0.08
95	0.770	1	0.42	0.849	19.04														19.12	4.88
96	0.444	0																	0.00	24.00
97	0.394	0																	0.00	24.00
98	0.031	0																	0.00	24.00
99	0.532	1	0.82	0.771	51.15														51.15	-27.15
100	0.836	2	0.27	0.462	15.08	0.97	0.596	44.21											86.44	-62.44

111

## **B.2 SIMULACIÓN CONSIDERANDO 16 HORAS DE MANTENIMIENTO.**

En las próximas páginas se presentan las tablas de simulación para las áreas de mantenimiento interno del cajero y de suministros considerando que ambas áreas trabajan 16 horas diarias.

## SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO INTERNO DE LOS CAJEROS

horas hábiles del servidor en el día: 16.00

déficit o sobrante promedio: -22.18

déficit máximo: -101.30

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			acumulado de ahorros para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
1	0.494	1	0.17	0.200	11.12									11.12	4.88	
2	0.509	1	0.84	0.789	47.54									47.54	-31.54	
3	0.103	0												31.54	-15.54	
4	0.668	1	0.04	0.629	15.07									30.61	-14.61	
5	0.670	1	0.55	0.706	15.78									30.39	-14.39	
6	0.496	1	0.70	0.619	14.98									29.37	-13.37	
7	0.912	2	0.45	0.621	15.00	0.87	0.426	34.43						62.79	-46.79	
8	0.883	2	0.55	0.635	15.12	0.19	0.685	15.59						77.50	-61.50	
9	0.818	2	0.82	0.572	39.71	0.50	0.739	16.09						117.30	-101.30	
10	0.420	0												101.30	-85.30	
11	0.211	0												85.30	-69.30	
12	0.685	1	0.72	0.706	15.78									85.08	-69.08	
13	0.605	1	0.43	0.122	10.40									79.47	-63.47	
14	0.247	0												63.47	-47.47	
15	0.323	0												47.47	-31.47	
16	0.715	1	0.03	0.787	16.52									48.00	-32.00	
17	0.496	1	0.57	0.865	17.24									49.24	-33.24	
18	0.339	0												33.24	-17.24	
19	0.043	0												17.24	-1.24	
20	0.636	1	0.07	0.500	13.88									15.12	0.88	
21	0.375	0												0.00	16.00	
22	0.207	0												0.00	16.00	
23	0.339	0												0.00	16.00	
24	0.076	0												0.00	16.00	
25	0.215	0												0.00	16.00	
26	0.655	1	0.09	0.997	18.46									18.46	-2.46	
27	0.175	0												2.46	13.54	
28	0.322	0												0.00	16.00	

**SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO INTERNO DE LOS CAJEROS**

horas hábiles del servidor en el día: 16.00

déficit o sobrante promedio: -22.18

déficit máximo: -101.30

día	número aleatorio para demanda	demanda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			acumulado de ahoros para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			números aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	números aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	números aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	números aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
29	0.935	2	0.78	0.872	17.31	0.60	0.001	9.28						26.59	-10.59	
30	0.324	0												10.59	5.41	
31	0.529	1	0.31	0.036	9.60									9.60	6.40	
32	0.298	0												0.00	16.00	
33	0.354	0												0.00	16.00	
34	0.059	0												0.00	16.00	
35	0.225	0												0.00	16.00	
36	0.007	0												0.00	16.00	
37	0.892	2	0.62	0.070	9.92	0.85	0.768	46.81						56.72	-40.72	
38	0.057	0												40.72	-24.72	
39	0.134	0												24.72	-8.72	
40	0.005	0												8.72	7.28	
41	0.300	0												0.00	16.00	
42	0.466	1	0.56	0.646	15.23									15.23	0.77	
43	0.536	1	0.35	0.738	16.07									16.07	-0.07	
44	0.985	3	0.13	0.104	10.23	0.62	0.198	11.09	0.26	0.784	16.50			37.89	-21.89	
45	0.810	2	0.14	0.138	10.55	0.41	0.764	16.32						48.76	-32.76	
46	0.370	0												32.76	-16.76	
47	0.482	1	0.11	0.161	10.76									27.51	-11.51	
48	0.499	1	0.13	0.154	10.69									22.20	-6.20	
49	0.078	0												6.20	9.80	
50	0.953	3	0.91	0.421	34.24	0.23	0.394	12.90	0.49	0.405	13.01			60.15	-44.15	
51	0.994	4	0.04	0.574	14.57	0.30	0.397	12.93	0.49	0.644	15.20	0.61	0.206	11.17	98.02	-82.02
52	0.279	0												82.02	-66.02	
53	0.267	0												66.02	-50.02	
54	0.665	1	0.75	0.755	16.23									66.25	-50.25	
55	0.104	0												50.25	-34.25	
56	0.567	1	0.31	0.913	17.68									51.94	-35.94	

114

**SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO INTERNO DE LOS CAJEROS**

horas hábiles del servidor en el día: 16.00

déficit o sobrante promedio: -22.18

déficit máximo: -101.30

día	número aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			acumulado de ahoros para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			número aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios para 80-20	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
57	0.565	1	0.38	0.413	13.08									49.01	-33.01	
58	0.620	1	0.80	0.447	35.18									68.19	-52.19	
59	0.088	0												52.19	-36.19	
60	0.123	0												36.19	-20.19	
61	0.154	0												20.19	-4.19	
62	0.425	0												4.19	11.81	
63	0.569	1	0.89	0.158	24.71									24.71	-8.71	
64	0.334	0												8.71	7.29	
65	0.519	1	0.46	0.097	10.16									10.16	5.84	
66	0.783	2	0.45	0.200	11.11	0.55	0.781	16.46						27.59	-11.59	
67	0.643	1	0.03	0.136	10.53									22.12	-6.12	
68	0.497	1	0.70	0.383	12.80									18.92	-2.92	
69	0.037	0												2.92	13.08	
70	0.055	0												0.00	16.00	
71	0.608	1	0.45	0.503	13.91									13.91	2.09	
72	0.984	3	0.19	0.187	10.99	0.81	0.971	54.17	0.06	0.959	18.12			83.27	-67.27	
73	0.840	2	0.55	0.688	15.61	0.32	0.149	10.65						93.53	-77.53	
74	0.331	0												77.53	-61.53	
75	0.117	0												61.53	-45.53	
76	0.108	0												45.53	-29.53	
77	0.490	1	0.46	0.514	14.01									43.54	-27.54	
78	0.395	0												27.54	-11.54	
79	0.669	1	0.49	0.439	13.32									24.86	-8.86	
80	0.187	0												8.86	7.14	
81	0.878	2	0.10	0.622	15.01	0.79	0.780	16.46						31.46	-15.46	
82	0.306	0												15.46	0.54	
83	0.027	0												0.00	16.00	
84	0.608	1	0.37	0.597	14.77									14.77	1.23	

**SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO INTERNO DE LOS CAJEROS**

horas hábiles del servidor en el día: 16.00

déficit o sobrante promedio: -22.18

déficit máximo: -101.30

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
85	0.793	2	0.02	0.630	15.08	0.02	0.217	11.28						26.36	-10.36	
86	0.664	1	0.31	0.233	11.42									21.78	-5.78	
87	0.344	0												5.78	10.22	
88	0.769	2	0.13	0.842	17.03	0.32	0.453	13.45						30.48	-14.48	
89	0.829	2	0.83	0.718	44.98	0.81	0.145	24.22						83.68	-67.68	
90	0.541	1	0.06	0.989	18.39									86.07	-70.07	
91	0.289	0												70.07	-54.07	
92	0.885	2	0.47	0.516	14.03	0.33	0.123	10.41						78.51	-62.51	
93	0.624	1	0.12	0.610	14.89									77.40	-61.40	
94	0.890	2	0.08	0.294	11.98	0.42	0.432	13.26						86.64	-70.64	
95	0.159	0												70.64	-54.64	
96	0.416	0												54.64	-38.64	
97	0.910	2	0.55	0.733	16.03	0.43	0.820	16.83						71.49	-55.49	
98	0.260	0												55.49	-39.49	
99	0.756	2	0.84	0.657	42.77	0.61	0.120	10.37						92.64	-76.64	
100	0.251	0												76.64	-60.64	

116

## SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE SUMINISTROS ELÉCTRICOS

horas hábiles del servidor en el día: 16.00

déficit o sobrante promedio: -33.65

déficit máximo: -132.95

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			5 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
1	0.431	0															0.00	16.00	
2	0.878	2	0.37	0.892	19.48	0.43	0.004	10.40									29.88	-13.88	
3	0.106	0															13.88	2.12	
4	0.139	0															0.00	16.00	
5	0.636	1	0.81	0.827	53.35												53.35	-37.35	
6	0.637	1	0.08	0.421	14.67												52.02	-36.02	
7	0.096	0															36.02	-20.02	
8	0.523	1	0.16	0.877	19.32												39.34	-23.34	
9	0.631	1	0.23	0.381	14.25												37.59	-21.59	
10	0.210	0															21.59	-5.59	
11	0.355	0															5.59	10.41	
12	0.413	0															0.00	16.00	
13	0.286	0															0.00	16.00	
14	0.654	1	0.63	0.105	11.43												11.43	4.57	
15	0.454	0															0.00	16.00	
16	0.081	0															0.00	16.00	
17	0.679	1	0.87	0.951	58.25												58.25	-42.25	
18	0.274	0															42.25	-26.25	
19	0.769	1	0.55	0.033	10.69												36.94	-20.94	
20	0.719	1	0.48	0.972	20.30												41.24	-25.24	
21	0.248	0															25.24	-9.24	
22	0.456	0															9.24	6.76	
23	0.135	0															0.00	16.00	
24	0.524	1	0.46	0.441	14.87												14.87	1.13	
25	0.401	0															0.00	16.00	
26	0.796	1	0.24	0.036	10.72												10.72	5.28	
27	0.956	2	0.23	0.563	16.11	0.67	0.091	11.29									27.40	-11.40	
28	0.903	2	0.85	0.138	26.12	0.15	0.448	14.94									52.46	-36.46	

## SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE SUMINISTROS ELÉCTRICOS

horas hábiles del servidor en el día: 16.00

déficit o sobrante promedio: -33.65

déficit máximo: -132.95

día	núm. aleatorio para demanda	de-manda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			5 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	núms. aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
29	0.158	0																36.46	-20.46
30	0.128	0																20.46	-4.46
31	0.922	2	0.09	0.627	16.77	0.70	0.936	19.93										41.16	-25.16
32	0.789	1	0.80	0.456	15.02													40.18	-24.18
33	0.404	0																24.18	-8.18
34	0.101	0																8.18	7.82
35	0.006	0																0.00	16.00
36	0.012	0																0.00	16.00
37	0.510	1	0.83	0.747	50.17													50.17	-34.17
38	0.648	1	0.65	0.446	14.92													49.10	-33.10
39	0.748	1	0.58	0.536	15.84													48.94	-32.94
40	0.664	1	0.65	0.728	17.81													50.74	-34.74
41	0.348	0																34.74	-18.74
42	0.483	1	0.14	0.317	13.60													32.34	-16.34
43	0.142	0																16.34	-0.34
44	0.290	0																0.34	15.66
45	0.097	0																0.00	16.00
46	0.936	2	0.95	0.044	22.41	0.73	0.653	17.04										39.44	-23.44
47	0.089	0																23.44	-7.44
48	0.068	0																7.44	8.56
49	0.440	0																0.00	16.00
50	0.634	1	0.03	0.430	14.76													14.76	1.24
51	0.261	0																0.00	16.00
52	0.290	0																0.00	16.00
53	0.979	3	0.56	0.412	14.57	0.01	0.022	10.58	0.76	0.914	19.70							44.85	-28.85
54	0.947	2	0.40	0.786	18.39	0.75	0.597	16.46										63.71	-47.71
55	0.941	2	0.64	0.180	12.20	0.43	0.786	18.39										78.30	-62.30
56	0.253	0																62.30	-46.30

## SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE SUMINISTROS ELÉCTRICOS

horas hábiles del servidor en el día: 16.00

déficit o sobrante promedio: -33.65

déficit máximo: -132.95

día	número aleatorio para demanda	demanda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			5 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			números aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	números aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	números aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	números aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	números aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
57	0.644	1	0.93	0.647	46.23												92.53	-76.53	
58	0.099	0																76.53	-60.53
59	0.432	0																60.53	-44.53
60	0.083	0																44.53	-28.53
61	0.289	0																28.53	-12.53
62	0.234	0																12.53	3.47
63	0.360	0																0.00	16.00
64	0.343	0																0.00	16.00
65	0.726	1	0.31	0.569	16.18													16.18	-0.18
66	0.837	2	0.55	0.698	17.49	0.85	0.743	50.02										67.69	-51.69
67	0.209	0																51.69	-35.69
68	0.715	1	0.74	0.581	16.30													51.99	-35.99
69	0.699	1	0.57	0.077	11.15													47.14	-31.14
70	0.107	0																31.14	-15.14
71	0.799	1	0.04	0.619	16.69													31.83	-15.83
72	0.724	1	0.07	0.327	13.70													29.53	-13.53
73	0.501	1	0.78	0.540	15.88													29.41	-13.41
74	0.179	0																13.41	2.59
75	0.371	0																0.00	16.00
76	0.938	2	0.22	0.609	16.59	0.92	0.381	35.73										52.32	-36.32
77	0.874	2	0.98	0.418	37.19	0.76	0.753	18.06										91.57	-75.57
78	0.179	0																75.57	-59.57
79	0.010	0																59.57	-43.57
80	0.125	0																43.57	-27.57
81	0.893	2	0.87	0.932	57.51	0.66	0.573	16.22										101.30	-85.30
82	0.987	3	0.47	0.635	16.85	0.84	0.034	22.03	0.66	0.814	18.69							142.87	-126.87
83	0.200	0																126.87	-110.87
84	0.481	1	0.68	0.211	12.52													123.39	-107.39

**SIMULACIÓN DE LA DEMANDA POR DÍA PARA EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE SUMINISTROS ELÉCTRICOS**

horas hábiles del servidor en el día: 16.00

déficit o sobrante promedio: -33.65

déficit máximo: -132.95

día	número aleatorio para demanda	demanda	1 ° cliente del día			2 ° cliente del día			3 ° cliente del día			4 ° cliente del día			5 ° cliente del día			acumulado de horas para corrección en el día	sobrante o déficit en el día (horas)
			número aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla	número aleatorios	para corrección de la falla	horas para corrección de la falla		
85	0.494	1	0.31	0.951	20.08												127.47	-111.47	
86	0.784	1	0.12	0.296	13.39												124.86	-108.86	
87	0.801	1	0.97	0.483	39.75												148.61	-132.61	
88	0.105	0															132.61	-116.61	
89	0.207	0															116.61	-100.61	
90	0.355	0															100.61	-84.61	
91	0.607	1	0.82	0.653	46.47												131.08	-115.08	
92	0.118	0															115.08	-99.08	
93	0.560	1	1.00	0.608	44.71												143.79	-127.79	
94	0.617	1	0.57	0.661	17.12												144.91	-128.91	
95	0.636	1	0.16	0.947	20.04												148.95	-132.95	
96	0.252	0															132.95	-116.95	
97	0.668	1	0.55	0.339	13.82												130.77	-114.77	
98	0.729	1	0.20	0.976	20.34												135.12	-119.12	
99	0.315	0															119.12	-103.12	
100	0.381	0															103.12	-87.12	

120

## C. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA AUTOMATIZADO

De acuerdo con la situación actual del hardware y software para redes, ya detectado a principio de los años 1990s cuando se podía leer: "El reciente progreso en el terreno del hardware y software para conexión de redes está acelerando el impulso hacia sistemas más pequeños y más poderosos y flexibles" [J], y con las necesidades de la aplicación, el sistema propuesto en este trabajo debe tener las siguientes características:

- Debe poder ejecutarse íntegramente en una computadora personal.
- Estará diseñado para ejecutarse en una computadora personal pero deberá contar con funciones que le permitan a un área central concentrar información, vía conexión en red, de varias computadoras que tengan el sistema.
- Con objeto de evitar el gasto exagerado de papel, el sistema generará todos sus reportes a archivos que se puedan consultar en pantalla. Sólo generará reportes a papel a petición explícita del usuario.
- Los archivos de reportes generados se mantendrán almacenados en la computadora que los generó por un periodo de cinco días naturales, después serán borrados automáticamente.
- Se podrán generar reportes de cualquier fecha anterior, sin embargo, el sistema no puede saber si no existe información de fallas para determinadas fechas porque no hubo fallas o porque no se cargó la información de las fallas existentes. Será responsabilidad del operador o usuario del sistema determinar cada caso.
- Cada *NODO* de agrupamiento de cajeros debe contar con una versión completa del sistema en donde dé seguimiento a los cajeros asignados a ese nodo.
- Cada nodo generará cada martes, a cierta hora predeterminada, los reportes de disponibilidad de la semana anterior (disponibilidad de los equipos por la semana anterior y hasta la semana anterior).
- El área central de BancoX responsable del seguimiento a las fallas de cajeros, ejecutará cada martes, a cierta hora fijada (después de la generación de reportes de

los nodos), la función de concentración de los reportes de cada nodo con los que generará un reporte general.

Con un sistema automatizado que tenga estas características, BancoX podrá empezar a incluir flujos de información informales que le permitan establecer estrategias más adecuadas para lograr, y superar, las metas de disponibilidad de cajeros automáticos establecidas.

## **D. EJEMPLO DEL SEUDOCÓDIGO PARA LA PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA.**

A continuación se presenta un ejemplo del seudo código que se puede utilizar para programar el sistema.

### **D.1 FUNCIONES DE ALTAS, BAJAS Y CAMBIOS.**

El esquema general de estas funciones es:

- El usuario selecciona la función de mantenimiento de tablas.
- El usuario selecciona la tabla a dar mantenimiento.
- Mientras no se teclee clave de fin de función:
  - El sistema presenta caja de captura para el atributo llave primaria de la tabla o clave de fin de función (por ejemplo, utilizando la tecla F3).
  - El usuario teclea el dato.
  - Si no se tecleó clave de fin de función:
    - El sistema valida sintaxis básica del atributo de acuerdo con tipo (alfanumérico, numérico, etc.) y longitud.
    - El sistema busca en la tabla el dato tecleado.
    - Si el dato no existe en la tabla:
      - Realiza función de alta (solicitando y validando, uno por uno, los atributos de la tupla).
    - En caso contrario (el dato sí existe en la tabla):
      - El sistema despliega el resto de los atributos de la tupla.
      - El sistema se posiciona en el primer atributo no-llave primaria de la tabla y solicita la función a efectuar: fin de la función, con alguna tecla especial; baja de la tupla, con otra tecla especial o cambio, tecleando simplemente el nuevo dato.
      - El usuario teclea el dato.
      - Si se oprimió la tecla de baja de la tupla:

- Verifica si la tupla está referenciada en alguna otra tabla de la base de datos. De ser así impide la baja.
- Borra la tupla de la tabla.
- En caso contrario (no se oprimió tecla de baja de tupla):
  - Si no se oprimió la tecla de fin de función:
    - Permite cambiar, uno por uno y validando, los atributos de la tupla. En este caso, alguna tecla especial, por ejemplo tabulador, permite omitir el atributo (dejarlo sin cambios) y pasar al siguiente.
    - Fin de condición: no se oprimió tecla de fin de función.
  - Fin de condición: se oprimió la tecla de baja de tupla.
    - Fin de condición: el dato no existe en la tabla.
  - Fin de condición: no se tecleó clave de fin de función.
- Fin del ciclo: mientras no se teclee clave de fin de función.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

### **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA.**

- (1) Edward Yourdon. "Modern Structured Analysis". Yourdon Press. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. 1989.
- (2) C.J. Dale. "Introducción a los Sistemas de Bases de Datos". Versión Española de Jaime Malpica (Universidad Nacional de Colombia). SITESA. México. 1986.
- (3) Jiawer Han y Micheline Kamber. "Data Mining: Concepts and Techniques". Simon Fraser University. Morgan Kaufman Publishers. Academic Press. 2001.
- (4) Adoración de Miguel Castaño Et. Al. "Diseño de Bases de Datos Relacionales". Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V. México. 2000.
- (5) Jean Loupe Baer. "Computer Systems Architecture". Computer Science Press. Rockville Maryland. 1980.

### **BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA.**

- [a] "Diccionario de Informática". Traducción del Oxford University Press "Dictionary of Computing". Traducción de Blanca de Mendizábal Allende. Ediciones Díaz de Santos. 1993.
- [b] Wayne S. Boutell. "Computer Oriented Bussiness Systems". University of California, Berkeley. Prentice Hall, Inc. Englewood, Ney Jersey. 1973
- [c] Dennis W. Richardson. "Electric Money: Evolution of an Electronic Fund Transfer". The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. 1970.
- [d] Ramón C. Barquín. "Computation in Latin America. An annotated bibliography and other sources of information". Anexo a "Reunión de Análisis del Formato MARC para la Transferencia de Información Bibliográfica en América Latina". México, D.F. del 4 al 6 de octubre de 1976. OEA-CONACYT.

[e] Página de INTERNET de Diebold Corporation: [www.diebold.com](http://www.diebold.com). Consultada en marzo de 2001. Las fotografías de los cajeros en este trabajo también se obtuvieron de esta fuente.

[f] Alfredo Montiel Rentería (Teleindustrias Ericsson). "Software de Control Remoto". Simposium Tendencias de la Computación en la Década de los 90. Centro Nacional de Cálculo. Instituto Politécnico Nacional.

[g] Autor no mencionado. "A look back at Codd's original papers and how the relational model has evolved over time in today's leading database systems". Artículo tomado de internet en diciembre de 2002. Ahí se menciona que los dos primeros artículos de Edgard F. Codd relativos al modelo relacional fueron "Derivability, Redundancy, and Consistency of Relations Stored in Large Data Banks" (*IBM Research Report RJ599*, August 19, 1969) y "A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks" (*CACM 13*, June 1970). La dirección de donde se tomó el dato es:

[www.aisintl.com/case/library/Date\\_Birth%20of%20the%20Relational%20Model-2.html](http://www.aisintl.com/case/library/Date_Birth%20of%20the%20Relational%20Model-2.html)

[h] Adoración de Miguel Castaño y Mario Gerardo Pattini Velthuis. "Concepción y Diseño de Bases de Datos. Del Modelo E-R al Modelo Relacional". Addison Wesley Iberoamericana. 1993.

[i] Herbert Moskowitz y Gordon P Wright. "Investigación de Operaciones". Krannert Graduate School of Mangement and School of Mangement. Purdue University. West Lafayette, Indiana. 1979. Traducción de Carlos A. Franco G.

[j] Arturo Borja T. "Los Cambios Tecnológicos en la Computación". Documentos de Trabajo. Centro de Investigación y Docencia Económicas. México. 1992.