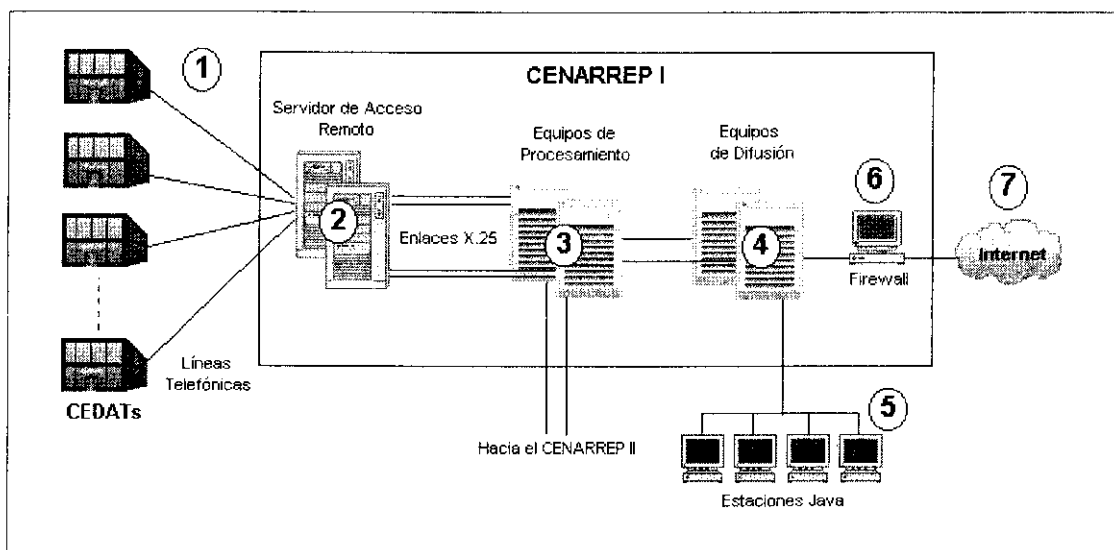


EL CENARREP: LA INTEGRACIÓN FINAL DE LOS RESULTADOS

En el **Centro Nacional de Recepción de los Resultados Electorales Preliminares (CENARREP)** se instaló el equipo de cómputo que recibió y procesó la información electoral. Las funciones de este centro consistían en la recepción de la información proveniente de los CEDAT, la autenticación de la misma, la generación de una bitácora de transmisiones y la generación de una bitácora impresa, el resguardo de la información, la validación, la contabilidad y el formateo de los datos para su difusión.

La arquitectura del sistema PREP 97 se puede resumir en el siguiente diagrama:



En este capítulo se hace referencia a los puntos 3 y 4 del diagrama. En el capítulo CEDAT se habla de los puntos 1 y 2; en el capítulo Seguridad del punto 6 y en el capítulo Difusión del punto 7.

El diseño del sistema se hizo considerando el objetivo principal de procesar y difundir oportuna e ininterrumpidamente los resultados

electorales capturados en 300 centros distritales, garantizar la seguridad, confiabilidad e integridad de la información en todo el proceso y tener la capacidad de procesarla en su totalidad en una hora utilizando el 50% de la capacidad del equipo de cómputo.

El Ing. Fernando Baz, Director de Cómputo, explica los fundamentos del diseño: "gran parte de la complejidad que involucraba el sistema de cómputo utilizado estribaba en mantener un ambiente seguro, tolerante a fallas y respetando, al mismo tiempo, los tiempos de respuesta. El único riesgo no era una caída del sistema, sino una degradación en el rendimiento de los servidores que no permitiera actualizar la información que se estaba difundiendo con la agilidad esperada.

"La arquitectura utilizada fue un compromiso entre los requerimientos de seguridad, alta disponibilidad y rapidez.

"Debido a los requerimientos de seguridad hubo que hacer un ajuste al diseño original, de tal manera que la comunicación entre los servidores de difusión y los servidores de procesamiento fuera unidireccional. Esto planteaba problemas en la forma en que se verificaría la integridad de la información transportada, así como en la rapidez con que la información sería presentada, ya que tenía que generarse una extracción completa de la base de datos, transportarla y después convertirla en el número de páginas HTML necesarias para presentar la información. Mientras que la potencia de los servidores de procesamiento estaba bien dimensionada, la de los servidores de difusión tuvo que aplicarse a su máximo, sin embargo los tiempos de respuesta pudieron lograrse", aclara el Ing. Baz.

Arquitectura de software y hardware para procesamiento (punto 3 del diagrama)

Los sistemas de procesamiento empleados en el PREP incluyeron: la recepción de la información proveniente del CEDAT, la autenticación de la información, la generación de una bitácora de transmisiones, resguardo de la información, validación de datos, contabilidad, extracción de datos y creación de archivos de texto.

Por lo que respecta al equipo de procesamiento central, el personal encargado de instrumentar el PREP en 1997 encontró que el equipo principal de cómputo utilizado en 1994 se hallaba en malas

condiciones. La computadora principal *Tandem* estaba desmantelada y ponerla en operación resultaba más costoso que adquirir nuevo equipo de mayor capacidad. Por lo tanto, se procedió a realizar una licitación para la compra del equipo de cómputo para ser instalado en los CENARREP.

Para la adquisición del equipo de cómputo se llevó a cabo la licitación pública internacional LPI-IFE-004/97, a la cual asistieron 15 proveedores, de los cuales sólo dos realizaron el proceso completo, llegando a presentar las propuestas técnica y económica necesarias para iniciar el proceso de evaluación. Las dos empresas que presentaron una propuesta fueron Ameridata Gobal de México, S.A. de C.V. y Multix, S.A. de C.V., resultando ganadora esta última. Del dictamen técnico del equipo de procesamiento y difusión se concluyó que se tenían dos propuestas muy similares, diferentes sólo en el tipo de impresoras. Multix ofrecía impresoras de alto volumen y AmeriData ofrecía las que se establecían en las bases. Ambos utilizarían manejador de datos *Oracle* permitiendo que, si un equipo falla, el otro siguiera funcionando.

A partir de la evaluación técnica de las propuestas se concluyó que ambas fueron satisfactorias. En estas propuestas se incluyó el plan de trabajo, la currícula de los participantes, sus puestos y compromisos de cada uno, además de que se definía a un líder de proyecto. No había una propuesta que fuese superior técnicamente a la otra, la única diferencia estaba en la velocidad de las impresoras, donde Multix ofrecía una mejor opción. El equipo de técnicos de ambas empresas resultaba igualmente capaz.

Las características que debían tener los equipos de cómputo para el procesamiento central (encargado de mantener la base de datos de los votos, la comunicación con el segundo centro y enviar la información al centro de difusión) debían ser las siguientes:

- Sistema de alta disponibilidad que permitiese que tanto el equipo como los programas pudiesen recuperarse en un tiempo mínimo, asegurando la continuidad del servicio.
- Procesadores *RISC** con arquitectura de 32 bits como mínimo, memoria cache interna.
- Sistema operativo *UNIX* que garantizara la integridad de los datos, que contuviera un *kernel* robusto, con mecanismos de diagnóstico,

*RISC: acrónimo para el inglés Reduced Instruction Set Computer.

corrección y aislamiento de fallas de hardware y software que impidieran que una falla en los componentes del sistema afectara a las aplicaciones y al propio sistema operativo; características que deberían ser transparentes a las aplicaciones.

- Sistema operativo con capacidad de implantar múltiples niveles de seguridad (*Multi Level Security*) para que no existiese un administrador único del equipo de cómputo y que la administración no fuese compartida, de manera que distintos usuarios recibieran distintos niveles de seguridad.
- Herramientas gráficas para analizar el rendimiento del sistema y sistemas de archivos, permitiendo sincronizar el equipo de cómputo a través de ellas.
- Mecanismos que indicaran si el sistema de procesamiento permanecía activo para, en caso de falla, suspender el servicio en el centro de difusión.
- Capacidad mínima de memoria de 256 MB.
- Almacenamiento mínimo en disco de 20 GB, en dispositivos internos o externos tolerantes a fallas y con posibilidad de ser reemplazados sin necesidad de apagar el equipo; el arreglo de discos debía garantizar que la información continuase a disposición a pesar de la falla de alguno de los discos.
- Componentes vitales (fuente de poder, ventiladores, procesadores, discos externos, interfaces de red y seriales para X.25) redundantes.
- Debía incluir software de monitoreo automático para detección anticipada de fallas de hardware y su aislamiento.
- El equipo debía soportar la recepción de datos desde 360 módem simultáneamente a través de circuitos X.25 de 64 kbits/seg y soportar una carga de 7200 TCP.
- Redundancia en interfaces de red.
- Debía contar con una consola de operación gráfica.
- Sistemas inteligentes que impidiesen que las aplicaciones se interrumpiesen en caso de falla en el hardware.
- Que no se requiriese de medio ambiente controlado.
- Sistemas abiertos, es decir, que existiese la posibilidad de compartir información con equipos de diferente arquitectura de cómputo a través de aplicaciones cliente/servidor en ambientes *TCP/IP*, *Ethernet UTP*.
- Integración de bases de datos relacionales.

- Que no se requiriese de la intervención de un operador para continuar funcionando al presentarse fallas del sistema, entendiéndose este como el hardware, sistema operativo y software de aplicación.
- Unidades de *CD-ROM* para instalación de sistema operativo y cinta con capacidad de 5 GB mínima para respaldo de la información.
- Unidad para grabar en *CD-ROM* para que en éste se almacenase, en forma automática, al final del proceso, la siguiente información:
 - ♦ bases de datos
 - ♦ bitácoras del sistema
 - ♦ bitácoras de las aplicaciones.

Además, esta solución debía cumplir con los objetivos de alta disponibilidad e integridad de la información por lo que se decidió tener dos centros de procesamiento exactamente iguales, cada uno de ellos capaz de soportar toda la carga si fuera necesario. El software y herramientas empleadas y su papel dentro de la solución completa, pueden resumirse en lo siguiente:

- *ORACLE*: es el *RDBMS* que se escogió para garantizar el almacenamiento de la información e integridad referencial.
- *TUXEDO*: es el monitor de transacciones escogido para garantizar que los datos fuesen almacenados en el *RDBMS*, balanceo de cargas entre los equipos, replicación entre los dos centros de cómputo, responsable de llevar todas las "reglas del negocio" es decir, incluye los servicios de autenticación, validación, aplicación de reglas para aceptar o rechazar un registro, replicación, etc.
- *DES/MD5*: fueron los estándares utilizados para generar un "pasaporte electrónico" para el transporte de la información desde el *CEDAT* hasta el centro de cómputo.
- Lenguaje de programación C: en este se basó todo el desarrollo de los sistemas de difusión, generación de imágenes dinámicas, entre otros.
- Lenguaje de programación *shell*: si bien los sistemas de difusión fueron programados en C para asegurar un alto desempeño, el control del flujo de información, así como los tiempos de ejecución, fueron programados en este lenguaje.

Al respecto, el Ing. Edgar Valencia Figueroa, Subdirector de Sistemas, comenta: "si bien es cierto que el software solicitado cumplía cabalmente con las especificaciones establecidas para obtener un

mejor desempeño al momento de ejecución, la programación de cada uno de ellos no fue sencilla; esto se debió a los tiempos a los cuales estaban sujetos y a los cambios que sobre la marcha se tenían que realizar. Estos cambios fueron realizados debido a que desde un principio no se contaba con las especificaciones y restricciones que el tipo de elección a contabilizar demandaba, además de los problemas técnicos típicos en una implantación de sistemas de misión crítica"

Para recibir en el CENARREP el paquete de datos provenientes de los CEDAT se desarrolló un programa que, dependiendo del tipo de elección, del dato y de la operación a realizar, mediante un *monitor de transacciones*, que tenía la función de llevar la lógica del sistema, se almacenaba la información en las tablas correspondientes. Los principales funciones del monitor de transacciones eran:

- Autenticidad de datos.
- Validación de datos.
- Registro de entrada y *log* de transmisiones.
- Registro de inconsistencias.
- Almacenamiento de votos.
- Alta de terminales de captura y terminales controladoras.
- *Logout*.
- Correcciones de registros de datos.
- Replicación de datos a *site* alterno.

Las inconsistencias

Era posible que la información de algunas casillas electorales presentase algún tipo de inconsistencia, ya sea porque hubiese habido un error en la compilación del Acta de Escrutinio y Cómputo en la casilla electoral o porque hubiese habido un error en la captura. En cualquier caso, era necesario prever esta contingencia y decidir qué medidas adoptar.

Se podían presentar distintos tipos de errores o inconsistencias y se requería definir un conjunto de normas para clasificar la información y darle el tratamiento adecuado. A este respecto –al ser consultada la cuestión con los Consejeros Electorales– se hizo el señalamiento de que, siendo el PREP un sistema rápido y seguro, no era conveniente incluir en el sistema un proceso de apelación, ya que ello significaría querer suplantar el cómputo distrital que daría inicio

el miércoles siguiente al día de la elección. Por otro lado, se observó que debía evitarse que el personal de captura se tardara mucho tiempo en verificar si la información de cada acta cumplía con los requerimientos de consistencia porque entonces se convertirían en morosos.

Se requería de un conjunto de reglas muy sencillas que permitieran esta clasificación. Sobre la base de la experiencia obtenida durante el proceso de 1994 en cuanto al registro y clasificación de este tipo de información, esta vez se dedicó un sistema exclusivamente para la detección de inconsistencias. Dentro del sistema RDBMS se tenían tablas cuya única función era almacenar este tipo de problemas. Asimismo, no todos los tipos de inconsistencia que se detectaban ameritaban que el registro de datos fuese rechazado.

A continuación se presenta una lista del tipo de inconsistencias posibles utilizada en el PREP97:

- *No existe el número de serie de la terminal controladora en el catálogo de controladoras.* Cabe mencionar que toda aquella información que era conocida de antemano, era puesta en catálogos de consulta; de esta forma se evitaba tener inconsistencias en la información ya almacenada y tener información duplicada. Esta forma de validar los datos fue utilizada tanto para las terminales de captura remota (TCR) y sus controladoras, así como en los listados nominales y casillas ubicadas a lo largo del país.
- *El MD5 transmitido es diferente al MD5 calculado en el proceso de inicialización de la controladora.* Para el proceso del transporte de la información desde el CEDAT hasta el CENARREP, se implantó un mecanismo de "pasaporte electrónico", es decir, un *digest* MD5 de 64 bits del DES3 del registro transmitido.
- *El MD5 transmitido es diferente al MD5 calculado en el proceso de inicialización de terminales de captura.*
- *El número de serie físico de la controladora ya existe en catálogo.* Al inicializar la controladora, se envía una llave que es diferente a la almacenada. El proceso de inicialización de las terminales de captura y controladoras es un proceso muy importante, ya que involucra la carga de llaves que sirven para el cifrado de los datos una vez que se inicia con la captura de las actas. Este error se refiere al hecho de que una controladora ya fue inicializada y tiene una llave asignada.
- *El número de serie físico de la controladora indica que ya esta usada.*
- *El status de sesión de la controladora indica que está apagada.* Dentro

del conjunto de operaciones válidas para una terminal, se encuentra la de *logoff* secuencia de fin de sesión. Esto es almacenado en tablas dentro de la base de datos y si existe un intento de envío de datos de una terminal apagada, se genera este tipo de error.

- *El MD5 inverso del registro de entrada de datos es diferente al MD5 calculado.*
- *El ID de la terminal no existe en el catálogo de terminales.* El diseño del sistema contempla la utilización de catálogos con información almacenada previamente, como por ejemplo el número de serie de todas las terminales utilizadas, listados nominales, lista de casillas, etc. De tal forma que nunca se puede dar el caso de falsificar alguna terminal o computar más votos de los que hay en lista nominal o volver a capturar una casilla que ya ha sido procesada (a menos de que sea una corrección).
- *El ID de la controladora del registro de entrada no existe en el catálogo de las controladoras.*
- *El ID de la terminal no corresponde al estado especificado.* Es decir, no puede ser que una terminal esté transmitiendo desde un estado cualquiera; debe estar en uno especificado previamente.
- *La sección precisada en el registro de entrada no corresponde al distrito especificado.*
- *El estado precisado en el registro de entrada no existe en el catálogo de los estados.*
- *El distrito precisado en el registro de entrada no corresponde al estado especificado.*
- *El tipo de casilla precisada no existe en el catálogo de tipos de casilla.*
- *El registro de entrada para modificación de datos, no se ha capturado previamente.* Se puede dar el caso de que se envíe una corrección de datos siendo que no hay datos que corregir. Para estos casos, se tiene este tipo de error, pero la información no es desechada, sino que es procesada normalmente.
- *El número de ciudadanos que votaron es diferente al número de boletas extraídas.*
- *El número de boletas extraídas es mayor al número de ciudadanos inscritos en la lista nominal.*
- *La suma de los votos por partido más los votos de candidatos no registrados más los votos nulos, es mayor al número de ciudadanos inscritos en la lista nominal.*

- *La suma de los votos por partido más los votos de candidatos no registrados más los votos nulos, es diferente al número de ciudadanos que votaron.*
- *La suma de los votos por partido más los votos de candidatos no registrados más los votos nulos, es diferente al número de boletas extraídas.*
- *Los datos del registro de entrada pertenecen a una acta capturada previamente y el registro no es para actualización.*
- *Entidad Federativa con #* Aquellos casos en que el acta presentara tachaduras, enmendaduras, letras no legibles o simplemente faltaba un dato, el programa de captura de actas permitía la incorporación de un carácter #, lo cual significaba la ausencia del dato.
- *Distrito Electoral con #*
- *Sección Electoral con #*
- *Casilla con #*
- *Tipo Casilla con #*
- *Tipo Votación con #*
- *Boletas Sobrantes con #*
- *Boletas Extraídas con #*
- *Numero Votos Ciudadanos con #*
- *Votos PAN con #*
- *Votos PRI con #*
- *Votos PFCRN con #*
- *Votos PRD con #*
- *Votos PT con #*
- *Votos PPS con #*
- *Votos PVEM con #*
- *Votos PDM con #*
- *Votos No Registrados con #*
- *Votos Nulos con #*
- *Suma de los votos es mayor a 766*
- *Las Boletas llegaron en 0*
- *El tipo de casilla no es válido.*
- *El número de ciudadanos que votaron es mayor a los que hay en lista nominal.*
- *No se puede obtener la llave de la controladora.* Para poder enviar la información cifrada (DES3) se tiene que tener una distribución de llaves a cada terminal controladora y de captura.

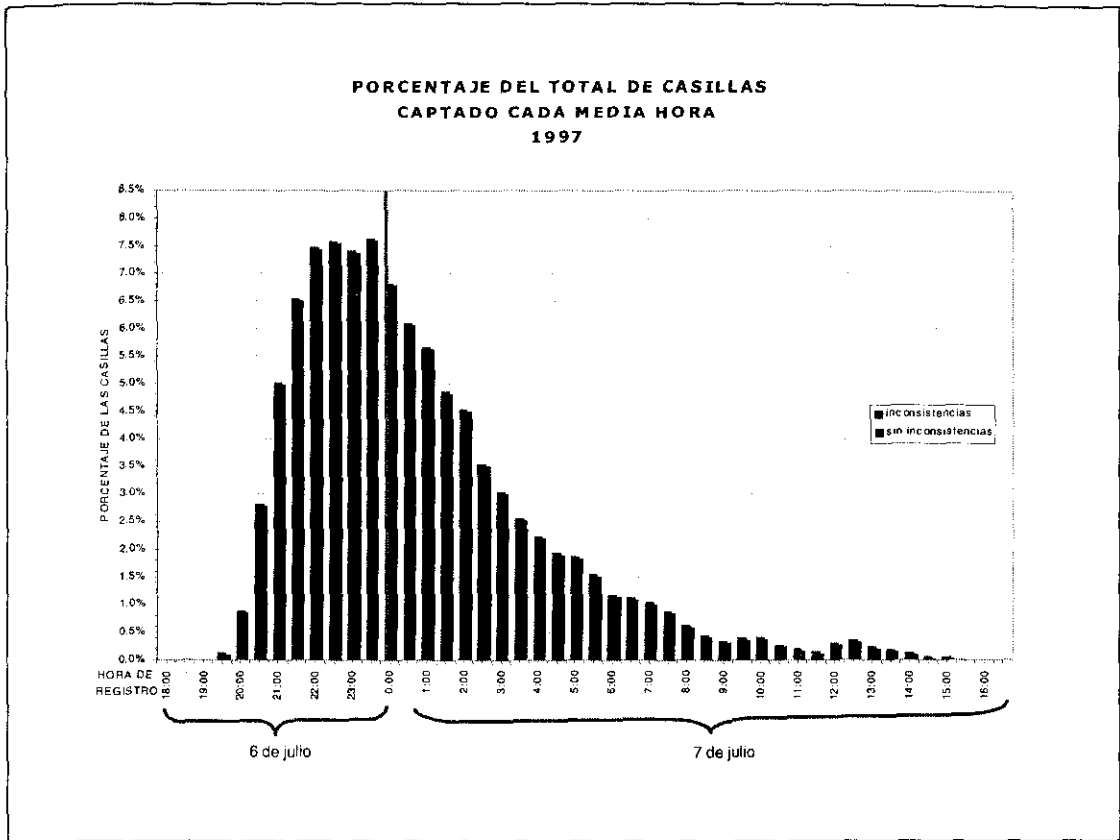
- *No se pudo obtener la secuencia base.* Para obtener una llave a asignar a las terminales de captura y controladoras, se envía un *offset* a partir del cual se obtiene una secuencia base que sirve como llave para estos dispositivos.
- *No se pudo cargar la llave del capturista.*
- *No se pudo cargar la llave del supervisor.*
- *El número de serie para obtener el índice de la secuencia nueva no es válido.*
- *Ya está en funcionamiento la TCR.* Es decir, cuando se tienen varios intentos por iniciar una terminal de captura siendo que ésta ya ha sido inicializada previamente. Este error se da cuando por ejemplo se trata de inicializar una TCR sin embargo nunca recibe una respuesta del *host*, dado que su petición ya ha sido procesada y aceptada.
- *Las llaves para inicializar la TCR no son iguales a las que se tienen en la tabla de llaves_tcr.*
- *Registro duplicado.*
- *No se encuentra la casilla en el catálogo.*

La solución antes expuesta fue el resultado del análisis hecho por el PREP y fue conformada también con todas las recomendaciones hechas por asesores externos, asesores en seguridad y partidos políticos.

Se partió de la premisa de que el PREP era un sistema de información rápido y seguro y, por lo tanto, no se le podía pedir al personal de captura que tomase decisiones respecto a la forma de interpretar la información inconsistente. La única información que se registró en la base de datos fue aquella de la cuál se tenía absoluta certeza respecto a su veracidad. La información que presentaba algún tipo de inconsistencia no se incluyó.

En total, se recibió la información de 20,351 actas inconsistentes –algunas de las cuales por duplicidad, lo que aumenta relativamente su tamaño– que representaban 9.88% del total de actas recibidas.

En la gráfica anterior se puede apreciar, en términos porcentuales, cómo se fueron recibiendo las actas a lo largo de las 20 horas que el PREP estuvo operando. En total se capturaron 203,107 actas, de las 205,924 que se debieron de haber elaborado y que representaban 98.6% del total. En la gráfica a continuación se puede apreciar la evolución de la captura y difusión de la información, en términos porcentuales, conforme fue pasando el tiempo.

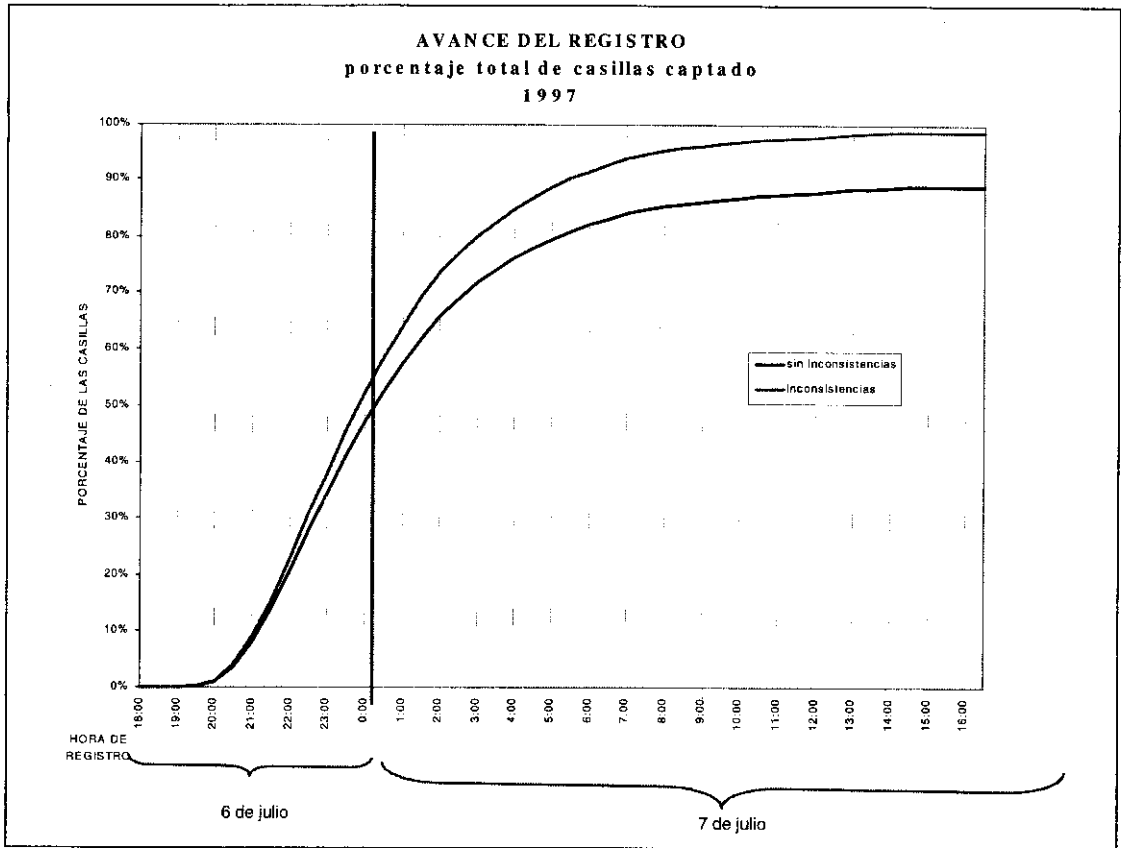


Arquitectura de software y hardware para difusión (puntos 4 y 5 del diagrama)

El Centro de Difusión del PREP (CEDIREP) tenía la función de recibir la información del centro de procesamiento central y procesarla para su difusión hacia el módulo de consulta y hacia Internet. Para la difusión de los resultados preliminares se contemplaron diferentes sistemas que funcionaron en diferentes ámbitos. Estos sistemas se emplearon para las consultas de los ciudadanos por Internet, para las consultas locales en la red local que se instaló en el IFE, así como para la visualización de información en pantallas gigantes y la impresión de reportes cada cierto tiempo.

La solución propuesta para los sistemas de difusión involucraba lo siguiente:

- Extracción y contabilidad de datos para los procesos de difusión. Para realizar los procesos de difusión, era necesario realizar una extracción de los datos almacenados en el equipo de procesamiento.



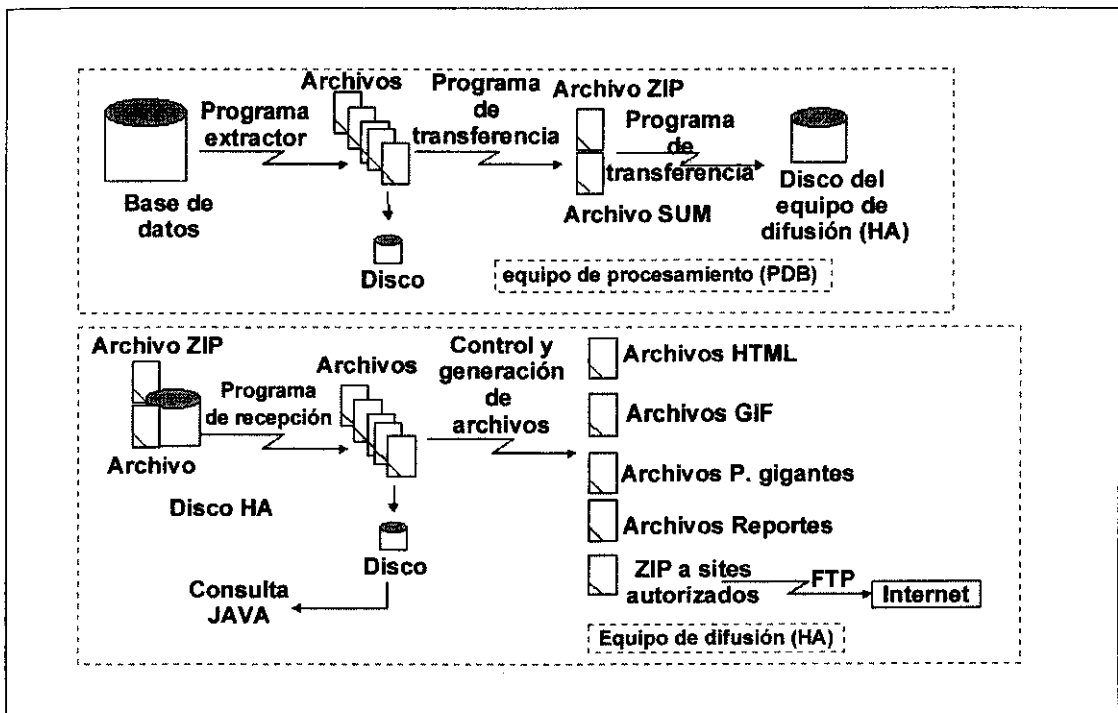
De esta forma, se creaban muchos archivos texto que contenían la información necesaria para alimentar al sistema de consulta local en *Java* y el sistema de consulta en Internet.

- Transporte de la información al centro de difusión. Una vez que la información había sido extraída, era necesario enviarla al equipo de difusión. Básicamente se transmitía un *ZIP* que contenía más de 1000 archivos y un *checksum*.
- Extracción de la información en el equipo de difusión (HA). Una vez en el equipo de difusión, se descomprimía para que el sistema de consulta en *Java* tuviera nuevos datos que visualizar. Además, estos archivos servían como entrada al sistema de difusión Internet.
- Programas de recepción del paquete de datos, generación de páginas *HTML*, reportes y *templates* para la visualización de datos.
- Programas de replicación de la información a sitios autorizados.
- Sistema de difusión. El sistema de difusión comprende la generación de los *HTML*, gráficas dinámicas, *templates* para la visualización de datos en la carpa, generación de reportes y replicación de la información a sitios autorizados. Esto se llevaba a cabo mediante la

ejecución de diferentes subsistemas escritos en C. El control en la ejecución era mantenido por una serie de *scripts*.

Una vez generados todos los elementos necesarios para la difusión, se generaban las series de archivos necesarios para la replicación a los sites autorizados. Cada uno de ellos requería información diferente y con diferente grado de profundidad, por lo que se requería de un proceso previo de selección de la información, compactarla y enviarla.

A continuación se presenta un esquema general de los procesos de difusión a partir de que un acta válida está almacenada en la base de datos:



El sistema de extracción de datos y transporte de la información.

Las características técnicas del sistema de difusión eran las mismas que las del sistema de procesamiento central, además de las siguientes:

- El equipo debía ser capaz de soportar la siguiente carga:
 - ♦ Servir 100 páginas de Web por segundo.
 - ♦ 120 transacciones de replicación de bases de datos por segundo.
 - ♦ Generar 10 archivos por segundo.
- Debían incluirse mecanismos de autenticación entre nodos, tanto a nivel de equipo como a nivel de información;

- Debía incorporarse una unidad para grabar en *CD-ROM* para que en este se almacenase, en forma automática, al final del proceso, la siguiente información:
 - ♦ bases de datos
 - ♦ bitácoras del sistema
 - ♦ bitácoras de las aplicaciones

Para la difusión se emplearon dos equipos, cada uno de ellos con cuatro procesadores *RISC* con arquitectura de 64 bits y velocidad de 250 MHz. De hecho, estos equipos (HA) eran idénticos a los utilizados en el procesamiento (*PDB*), pero realizando otras funciones.

El proceso de extracción de la información, compactación, transporte, descompactación y checksum, y generación de toda la información a difundir era un gran reto; esto debido a que, por un lado, se tenía la extracción y generación de muchísimos archivos, los cuales tenían que ser compactados para su transporte y, por otro lado, la restricción en el tiempo de difusión, debido a los lapsos de corte de la información. Cada 5 minutos había que procesar ese volumen de información, generar páginas HTML, las gráficas respectivas de cada página, los reportes que se imprimían y generar las páginas sin gráficas con datos tabulares de cada tipo de elección para su fácil manejo en hojas de cálculo, así como efectuar el transporte de las mismas. Se hicieron grandes esfuerzos para lograr que todo ese volumen de información se generara en menos de 5 minutos con resultados muy satisfactorios. Es por ello que el desarrollo de estos sistemas se realizó en lenguaje C, dado su gran desempeño en estos equipos.

Los equipos para la consulta de los datos

El módulo de consulta consistía en un conjunto de máquinas donde el público, principalmente periodistas, podía observar el avance del proceso electoral; ubicado en la carpa que el IFE instaló en el estacionamiento. Las características que debían cumplirse en este módulo eran las siguientes:

- Que no requiriesen administración.
- Con capacidad para ejecutar visualizadores de *Web* con *Applets* de *Java* y aplicaciones *Java* de carácter general.
- Que no tuviesen unidad de disco flexible ni cualquier medio, a excepción del teclado, por el cual pudiesen recibir información.

- Que utilizaran procesadores *RISC* a 100 MHz como mínimo.
- Posibilidad de trabajar en ambientes de red *Ethernet* a 10 Mbits/seg o 100 Mbits/seg. con interfaz *UTP*.
- Sin dispositivos de almacenamiento propios, por lo que debían inicializar a partir de un sistema externo, el cual debía cumplir con las siguientes características:
 - ♦ ser un sistema *UNIX*
 - ♦ contener espacio en disco y memoria suficientes para que el desempeño de las máquinas de difusión que dependiesen de éste fuese el óptimo
 - ♦ consola gráfica
 - ♦ operar en ambientes de red *Ethernet 100baseT* con *TCP/IP* a *100baseTx*
- Sistema operativo que garantizase la integridad de los datos y contuviese un *kernel* robusto.
- *Netscape Enterprise Server*: servidor *www* utilizado para los esquemas de difusión para el *site* de consulta en la red interna del IFE, así como el transporte de los *applets* para el sistema de difusión.
- Lenguaje de programación *JAVA*: en este se basó toda la programación del sistema de consulta de la red interna del IFE.

Los sistemas de difusión

Para el proceso de difusión y siguiendo la filosofía propuesta, se extraía de la base de datos una serie de archivos necesarios para la generación de las páginas *HTML* de Internet, del sistema de consulta local mediante las *JavaStations*, para el sistema generador de reportes y para el sistema de pantallas gigantes ubicado en la sala de prensa.

En total se generaban 3,747 archivos de texto, que contenían la información antes expuesta y eran la entrada para los sistemas de difusión en *Java* y *HTML*, además de contener información para las series de tiempo contra votos y avance de casillas, reportes de texto (formateado después a *HTML*), la base de datos en texto y las inconsistencias.

El control en la generación de dichos programas era mantenido por dos *scripts* escritos en *bourne shell*, los cuales, dentro de un *crontab*, eran los responsables de ejecutar, compactar y transmitir los archivos generados del equipo de procesamiento (*PDB*) al equipo de difusión (*HA*). Esto se realizaba con el apoyo de las utilerías *ZIP* y *ftp* de *UNIX*.

Junto con esto, se realizaron dos programas para la asignación de curules para la elección de senadores y diputados federales. Estos programas, dada una entrada de la votación nacional emitida y total y de la asignación de diputados por mayoría relativa en cada distrito, generaba la probable composición de la cámara respectiva. Cada uno de estos programas aplicaba un algoritmo diferente especificado en el COFIPE.

Para la difusión se desarrollaron varios sistemas. Cada uno de estos realizaba una acción específica:

- Recepción, generación y control de flujo de archivos.
- Generación de páginas *HTML*.
 - ♦ sistemas de generación de gráficas dinámicas
- Generación de reportes *HTML*.
- Generación de pantallas para difusión en carpa.
 - ♦ sistemas de generación de gráficas dinámicas
- Control de transporte de información a *sites* autorizados.

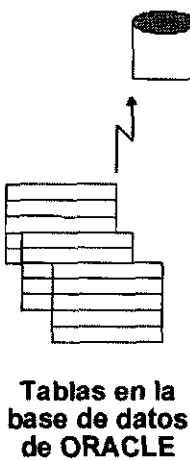
La difusión se hacía de la siguiente forma: el programa encargado de recepción y control en la generación y transporte de archivos se encontraba siempre corriendo. En el momento en que detectaba la presencia de los archivos necesarios para arrancar los procesos de difusión, los copiaba a un subdirectorío de trabajo y corría los procesos necesarios para el transporte de la información a *sites* autorizados. Al término de estas acciones, esperaba nuevamente la presencia de nuevos archivos para así iniciar otro ciclo.

El control de los procesos de generación de los elementos necesarios para la difusión, era mantenido por diferentes programas escritos en *bourne shell*, los cuales ejecutaban programas escritos en *C* para la generación de imágenes, archivos *HTML* y reportes de texto.

El sistema de difusión a través de páginas *HTML* mostraba exactamente la misma información que el sistema desarrollado en *JAVA* para la consulta en la red local del IFE. Presentaba las mismas pantallas con la misma funcionalidad.

Sistema de transporte de la aplicación a *sites* autorizados

Terminados los procesos de generación de archivos y reportes necesarios, se tenía que transportar cierta información a diferentes



Programas de extracción de datos (PDB):

copia.sh	Programa de control - Ejecuta crea_txt.sh
crea_txt.sh	Script de control de programas de extracción - Ejecuta Genera txt - Actualiza contador .txt - Ejecuta Generador, programa de extracción de archivos para reportes HTML
contador.txt	Este archivo guarda un número consecutivo de la serie de tiempo a generar, así por ejemplo si contiene un 1 genera la serie de tiempo de las 20:00 hrs, si es 2 de las 20:30 hrs, y así sucesivamente
trae_contenido.html	Este archivo contiene los comandos FTP necesarios para saber si existen archivos previos para así no sobre-escribirlos al momento de la transmisión.
pon_archivos.html	Archivos que contiene los comandos FTP necesarios para el transporte de la información del PDB al HA

sites externos al IFE. Por razones de infraestructura y de política misma de los sitios autorizados, no todos ellos requirieron de la información completa. La UNAM y Compuserve contaron con toda la información generada. Esto era así en parte debido a las características de los enlaces de estas instituciones, ya que el volumen de información a transmitir era muy grande. Además de que no toda la información era requerida por los sites espejo pues algunos de ellos se dedicaban a tomar esta información como base para sus propios reportes de avance.

Dada esta característica, el programa responsable de llevar a cabo dichas acciones se dividía en dos partes: una encargada de asegurar que el sitio al cual se transmitía la información estuviese activo y otra encargada propiamente del transporte de la información.

Para asegurar que el sitio al cual se transportaba la información estuviera activo, se debía ejecutar el comando ping. Si éste era exitoso se procedía al transporte de la información. Si este no regresaba un *status* exitoso, abortaba la transmisión y continuaba con el siguiente sitio autorizado.

El control de claves de acceso, *passwords*, direcciones IP del equipo e información a transportar, era especificado en un archivo llamado *lista_mirroring*, el cual contenía todos estos parámetros separados por `:`.

A continuación se presenta un diagrama donde se muestran los programas utilizados para la parte de extracción y difusión de la información.

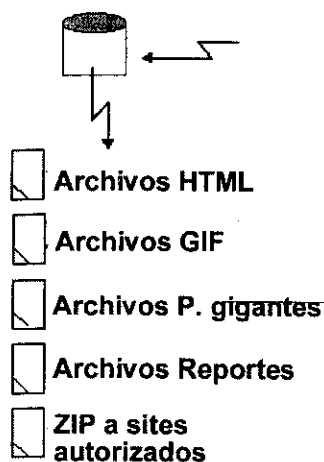
Se hizo otro programa denominado *copia_sin.sh*, el cual era ejecutado cada 5 minutos por un *crontab* (al igual que los anteriores). La diferencia entre ellos radicaba en que el programa *copia.sh* realizaba la extracción de varias series de datos (archivos con hora de extracción y totales de votos por partido), los cuales eran necesarios para gráficas de avance contra tiempo en tanto que el programa *copia_sin.sh* no generaba estos archivos ya que estas series solo se generaban cada media hora.

Esto se muestra en el diagrama de la página siguiente:

La difusión de la información se controlaba por medio de varios *scripts* en *bourne shell* y programas en C. Una vez que el paquete de datos (ZIP de archivos de texto) llegaba al HA, el programa *Genera_HTML.sh* se encargaba de descomprimirlo en los directorios indicados para que la aplicación *JAVA* pudiera leerlos y visualizar la información. Posteriormente, este programa hacía llamadas a otros *scripts* para la generación de *HTML* (Internet), *templates* para las pantallas gigantes, gráficas dinámicas, reportes *HTML* y difusión a sites externos. Asimismo, hacía la copia de las series de tiempo y archivos para los partidos políticos (inconsistencias y votos contabilizados hasta el momento). La idea detrás de todos estos programas era la de dividir todas estas funciones en programas más pequeños y especializados, en vez de dejar el control a un programa central, el cual por sus propias características habría sido difícil de mantener; de igual forma, la carga estaba dividida en varios programas, por lo que el equipo no se saturaba.

La diferencia entre los programas *Genera_Gigantes.sh*, *Genera_Medianas_Vo.sh* y *Genera_Medianas_Av.sh* es la siguiente: en la carpa instalada el día de las elecciones se utilizaron dos tipos de pantallas gigantes, dos de ellas medían aproximadamente 4.25m por 3.15 m. mientras que 30 pantallas medían 2.44 m por 1.80 m. La información presentada en estas pantallas era diferente:

Esto se muestra en el diagrama siguiente:



Programa de extracción de datos (PBD):

levanta.sh	Programa de control Responsable de verificar que el proceso de generación de archivos este activo. Si por alguna razón el proceso no se encuentra habilitado, lo ejecuta nuevamente
Genera_HTML.sh	Programa responsable de la generación de archivos HTML, generación de imágenes dinámicas, reportes HTML y de iniciar los procesos de transporte de la información a sitios autorizados. Este programa solo realiza el control de dicha generación a través de la invocación a otros programas (ver documentación)
genera.sh	Script responsable de la generación de páginas HTML. Este llama a los programas C necesarios para tal efecto.
Genera_Gigantes.sh	Script responsable de la generación de la información a visualizarse en pantallas gigantes (totales por elección, avances y votos).
Genera_Mediana_Vo .sh Genera_Mediana_Av .sh	Script responsable de la generación de la información para las pantallas gigantes debido a la gran carga que representa dicha generación, los programas fueron divididos en votos y avance respectivamente. Hace llamadas a programa C.
GeneraR.sh	Script responsable de la generación de reportes HTML. Hace llamadas a programas C.
Mirror.sh	Programa de control de las transmisiones de archivos a sites autorizados. Manda ejecutar a ftpea.sh

en las pantallas de 4.25 m por 2.15 m (gigantes) se presentaba sólo la información de totales por tipo de elección (nivel nacional y por circunscripción), además de la conformación de la cámara; mientras que en las pantallas de 2.44 x 1.80 m (medianas) se presentaba el detalle de la información distrito por distrito, tanto en avance y votos, para cada tipo de elección.

El programa `Mirror.sh` se apoyaba en dos archivos: `ftpea.sh` y `lista_mirror`. El programa `Mirror.sh`, sólo servía como un preámbulo para la transmisión de archivos, esto era necesario para llevar un control de cada una de las transacciones en el sentido de que, por cada una de ellas se tenía que dar el nombre de la máquina a conectar, username y password, directorio de inicio y archivos a transportar. Toda esta información se encontraba almacenada en `lista_mirror`.

Al final, pese a las muchas restricciones de tiempo, falta de información oportuna (debido principalmente a que administrativamente los tiempos de respuesta eran muy diferentes a lo que demandaba el proyecto) y modificaciones planteadas, el equipo

de técnicos a cargo de la programación del sistema de difusión demostró ser muy capaz y eficaz en la solución de estos problemas. Además, quedó demostrado que el uso de lenguaje C para este tipo de aplicaciones es lo mejor debido a su gran desempeño en la generación de miles de archivos e imágenes en tiempos cortos.

La infraestructura física de los centros de cómputo

El Ing. Francisco Becerril Caballero, quien estuvo a cargo de la operación de los dos Centros Nacionales de Recepción de Resultados Electorales Preliminares (CENARREP), explica:

“Dos aspectos importantes había que resolver en los CENARREP: la instalación y la seguridad del equipo. La instalación debía cuidarse desde el momento en que el equipo iba a ser recibido por el Instituto; debía revisarse que estuviera completo, empezar a convocar a las personas para que vinieran a hacer la instalación, cuidar las condiciones del lugar donde se iba a instalar, conseguir el lugar para la instalación del segundo centro. Había que cuidar todas las condiciones ambientales --la humedad, la temperatura y la corriente eléctrica-- para que el equipo funcionara adecuadamente.

“El CENARREP se instaló en el sótano. La infraestructura y el lugar ya estaban preparados para recibir el equipo de cómputo. Fue una labor muy ardua acondicionar el lugar. Trabajamos en colaboración con el Ing. René Miranda y fue así que se pudo concluir a tiempo el acondicionamiento porque, en realidad, estaba preparado para la tecnología de 1994; había condiciones que se tenían que mejorar al 200% para las nuevas tecnologías.

“Se hicieron algunas modificaciones adicionales por seguridad y por condiciones que se habían establecido. Esto retrasó un poco la instalación del equipo. Se hizo un espacio para los programadores, una especie de vitrina para el equipo de cómputo central y se dividió lo que sería el poder de cómputo en dos secciones: la que iba a recibir la información y procesarla y la que iba a hacer la difusión de la información.

“Mientras se hacía el acondicionamiento en el IFE Tlalpan, se buscaban alternativas para poner el CENARREP 2. Teníamos poco tiempo porque el proceso de la licitación era un poco largo y, una vez

que se supo quién era el ganador, transcurrió otro tiempo en que solicitaron las máquinas a Estados Unidos y éstas llegaron al país. Se buscó un lugar en la Ciudad de México que no requiriera mucho acondicionamiento. Se evaluaron varias alternativas, sobre todo en lugares que fueron pensados para oficinas, que ya tenían piso falso o tenían infraestructura de telecomunicaciones y, de todos ellos, la mejor opción fue el World Trade Center, por las instalaciones, por el lugar donde se encontraba, porque el edificio está pensado para telecomunicaciones. Las modificaciones y adecuaciones que se tenían que hacer para funcionar como un segundo centro de recepción eran menores. Cuando llegaron los equipos ya estaban casi listos los lugares.”

La seguridad de las instalaciones

Respecto a los equipos para la seguridad física de las instalaciones, el Ing. Becerril explica: “la seguridad se contempló en dos aspectos: seguridad de informática, que es evitar que una persona entre por la red y pueda causar algún daño y seguridad física del equipo. Para alternativas de seguridad del lugar se hizo una investigación con tres empresas. La decisión se tomó por la que mejores condiciones y menor tiempo de instalación ofreció.”

El Ing. Fernando Baz añade: “muchos aspectos de seguridad en la infraestructura de cómputo y comunicaciones del PREP fueron basados en la seguridad física; por ello las redes de difusión y procesamiento estaban físicamente separados, la premisa era no permitir que ningún cliente, excepto el servidor de difusión pudiera comunicarse con los servidores de procesamiento, y aún así, el que iniciaba la comunicación era el servidor de procesamiento.

“Además, nadie podía conectarse directamente al servidor de difusión, más que las estaciones *Java* de la carpa para periodistas, que son dispositivos seguros que no podían ser infectados con virus. El resto de las consultas se canalizó hacia un servidor espejo local en las mismas instalaciones del PREP.”

En la evaluación se consideraron los siguientes aspectos:

- Central de Alarmas
- Control de Acceso
- Circuito Cerrado de Televisión

- Sistema de Detección de Incendios
- Tiempo de Integración de la Solución
- Procedencia del Equipo
- Calidad del Servicio

Los procesos de licitación representaron uno de los aspectos más importantes del Programa puesto que el tiempo que se requiere en dichos procesos y las especificaciones técnicas que se describen en las bases son determinantes en gran medida del éxito o fracaso del proyecto. A este propósito opina el Ing. Becerril: “La dinámica que llevaba el proyecto del PREP era mucho más alta que lo que administrativamente se podía hacer. Las licitaciones eran muy largas, el equipo de seguridad se pudo haber adquirido con al menos dos o tres meses de anticipación y no se pudo hacer por cuestiones administrativas. Digamos que la mecánica no se ajustaba a la dinámica del proyecto.”

Lista de Software y Manuales

Software	CD	Manuales	Cajas
Oracle 7.3 Server Ver 7.3.2.3 Patch Xsun Parallel Server	4		
Oracle 7.3 Parallel Server Option Ver 7.3.22 P/PDB 1.1	4		
Oracle 7 server Ver 7.3.3	3		
Oracle Client Software Ver 7.3.2.2	2		
Oracle Online Documentation	3		
Enterprise Manager	1		
Programmer 2000	1		
Tuxedo Development			2
Tuxedo V 6.2 RunTime	3		
Tuxedo HA Cluster PDB	2		
Sun Link X.25	2		
PDB 1.2 UE3000	2		
BEA Jolt Cluster Ver 1.01, Tuxedo Internet	2		
Netscape Enterprise Server			2
Life Wire			2
Netscape Navigator Gold 2.0			1
SunScreen EFS	6		
Solstice HA 1.2 Enterprise 2	6		

Software	CD	Manuales	Cajas
Sun Net Manager	1		
Sunsoft WorkShop para C (compilador)	4		
Solaris 2.x	10		
Netra J Server			2
Java Workshop 1.0.1			5
Netra i, patches, utilerías			2
InterScan VirusWall			2
Volume Manager	3		
Oracle Enterprise Manager para NT y Window 95 Ver 1.2			2
Oracle Enterprise Manager Manager para NT y Window 95 1.3.5			1
Sparc Storage Array			4
Ultra Enterprise PDB 1.2	2		
Sun Network Terminal Server	1		
Solaris 2.5.1 Server Sparc Plataform Edition			10
Ultra Enterprise Cluster PDB		3	
Sun Terminal Concentrator General Reference		3	
Anexx Communication Server User'Guide		2	
Fibre Chanel Sbus Card Installation Manual		8	
Fibre Chanel Optical Module Instalation Manual		2	
Fibre Chanel Sbus Card Product Note		2	
Anexx Server Instalation		3	
Manuales Oracle			2
Ultra Enterprise 3000 system		4	
Microphone	1 pieza		
Software de control de acceso	1 disco		
Adobe Photo Shop 3.0			1
Montage 1.4b			1
Software Trough Picture			1
Sun Fast Ethernet Adapter	4		
Discos Compactos nuevos	3		