

7-2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA

(1) Composición del software

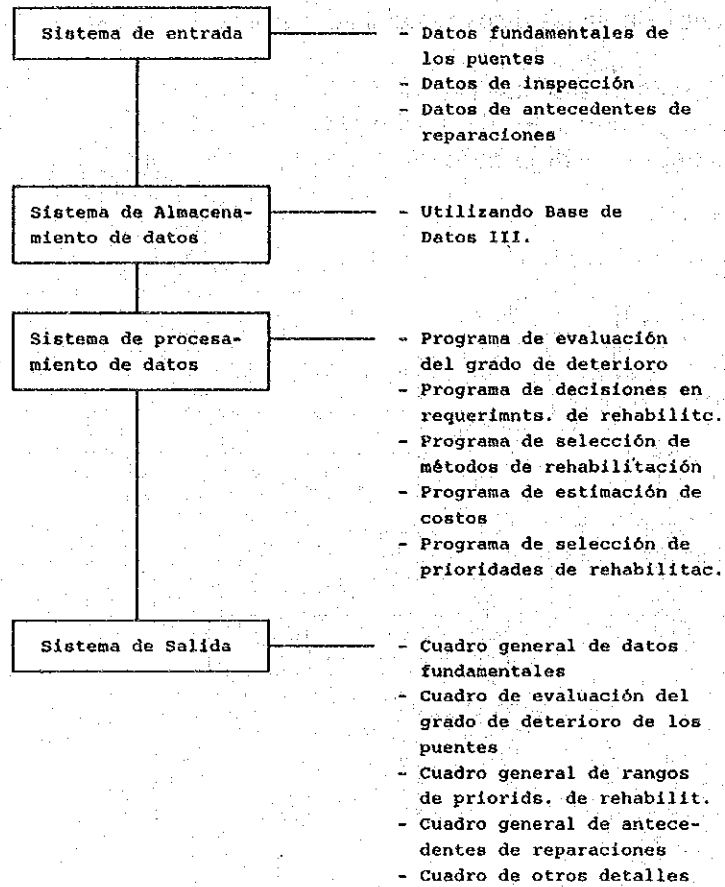


Figura 7-2 : COMPOSICIÓN DEL SOFTWARE

(2) Composición del Hardware

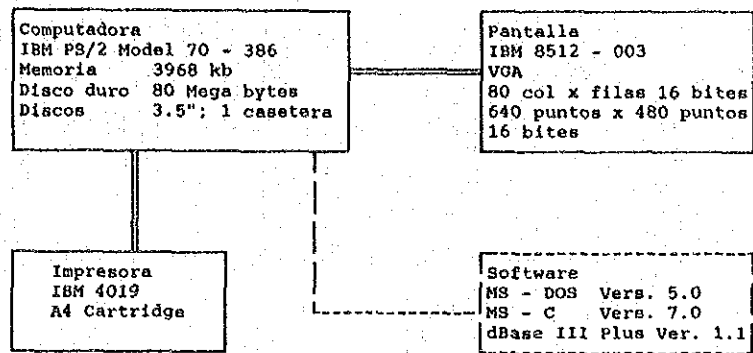


Figura 7-3: COMPOSICIÓN DEL HARDWARE

Si representamos la estructura del "sistema software" del procesamiento del sistema de administración de rehabilitaciones mediante un diagrama de bloques, obtendremos el diagrama que se muestra en la Figura 7-4.

7-3 FUNCIONES BÁSICAS DEL SISTEMA

Las funciones básicas de éste sistema se dividen en funciones de la "Base de datos" y funciones del procesamiento de cálculo de datos.

7-3-1 FUNCIONES RELACIONADAS CON LA BASE DE DATOS

Las funciones relacionadas con la base de datos se pueden clasificar en: funciones de renovación del registro de datos, funciones de almacenamiento y conservación de datos, y funciones de referencia de salida de datos. A continuación se hace una breve explicación de éstas.

(1) Funciones de renovación de registros de datos

Las funciones de renovación de registros de datos son las siguientes:

1. Renovación del registro de datos fundamentales de los puentes.
2. Renovación del registro de datos de inspección del estudio preliminar.
3. Renovación del registro de datos de inspección del estudio especializado.
4. Renovación del registro de datos de antecedentes de rehabilitación.
5. Renovación del registro de datos correspondientes a parámetros destinados a la administración del sistema.

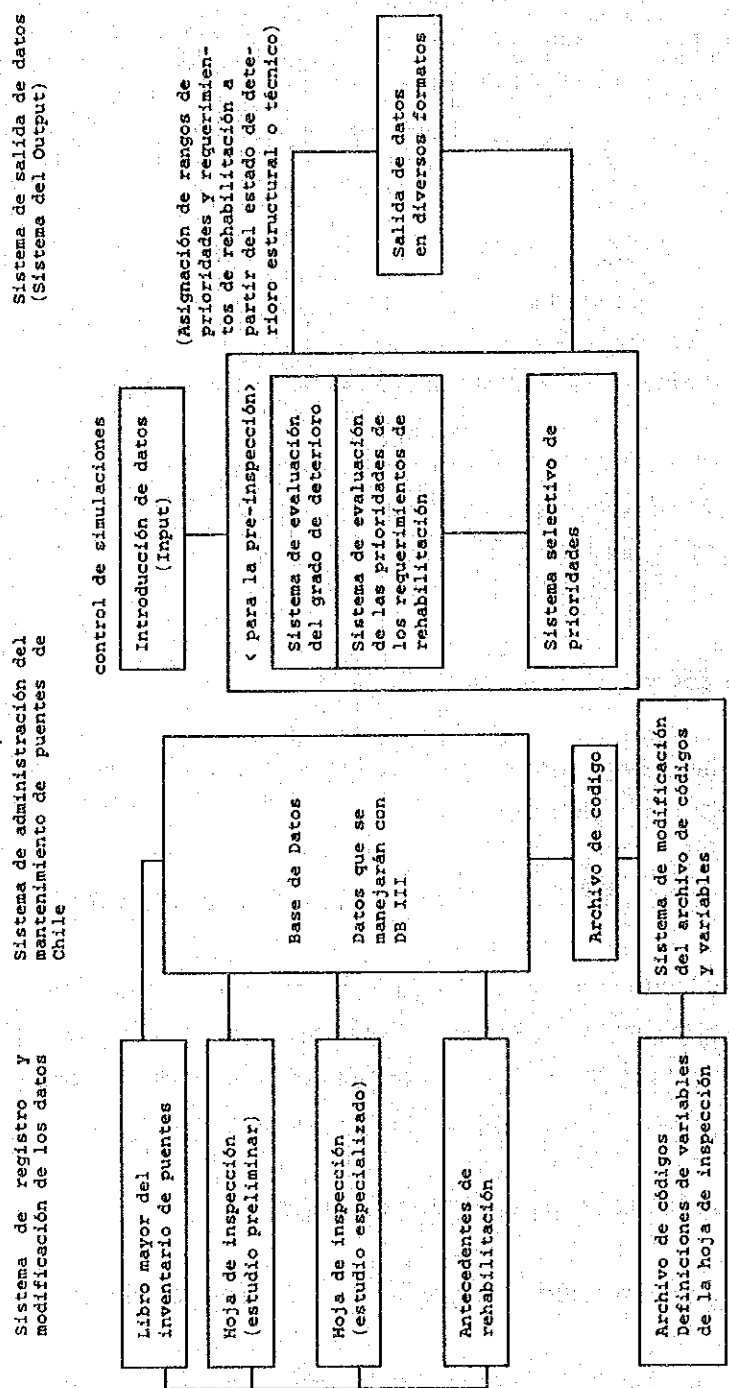


Figura 7-4: DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESAMIENTO EN EL "SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE MANTENIMIENTO DE PUENTES"

(2) Funciones de almacenamiento y conservación de datos

Las funciones de almacenamiento y conservación de datos se ejecutan utilizando el software Data Base III-PLUS/V.3,5. Esto se hace utilizando la pantalla de renovación de datos y la de salida, por medio del Data Base III y un software inter-fase que sirva de acceso a las mismas.

Las funciones de almacenamiento y conservación de datos está compuesta por las siguientes funciones:

1. Almacenamiento y conservación de datos por medio de una "Base de datos interrelacionados"
2. Almacenamiento y conservación de datos por medio de "archivos secuenciales"

(3) Funciones de referencia de salida de datos

Éstas están conformadas por dos tipos de funciones; las cuales son:

1. Funciones de salida normalizada o pre-determinada de referencias. Éstas se realizan normalmente en oficinas para casos de archivos, y consisten tan solo en determinar un código por pantalla y producir la salida de las referencias.
2. Funciones de salida ajustable (o elegible) de referencias. Éstas consisten en la libre utilización de ciertas reglas que determinen las condiciones e ítemes de salida, y las condiciones para editar libremente los datos que sean requeridos de la "Base de datos".

A continuación se explican brevemente éstas dos funciones aplicando a nuestro estudio.

1) Funciones de salida normalizada

Las salidas normalizadas que pueden prepararse son las siguientes:

- Planilla general:

1. Resumen general de puentes
2. Resumen de los antecedentes de inspección
3. Resumen de la evaluación del grado de deterioro
4. Resumen de antecedentes de rehabilitación

- Planilla para cada puente:

5. Libro mayor del inventario
6. Hoja de inspección del estudio preliminar
7. Evaluación del grado de deterioro
8. Antecedentes de rehabilitación
9. Libro mayor del inventario de puentes (formato de MOP)

2) Funciones de salida ajustable

Las funciones de salida ajustable muestran sólo los ítems específicos que están registrados en la "Base de datos interrelacionados" (Data Base III). Sin embargo, el procedimiento para la creación o establecimiento de las condiciones de referencia siguen un determinado procedimiento.

Por otra parte, la cantidad de datos de referencia producidos, la cantidad de ítems producidos, el formato de la salida, el dispositivo en el que se produce la salida, etc. se pueden seleccionar de acuerdo a ciertas limitaciones predeterminadas. Estas limitaciones están claramente definidas en la etapa del diseño detallado; y a continuación, describiremos las funciones de salida ajustable o libre.

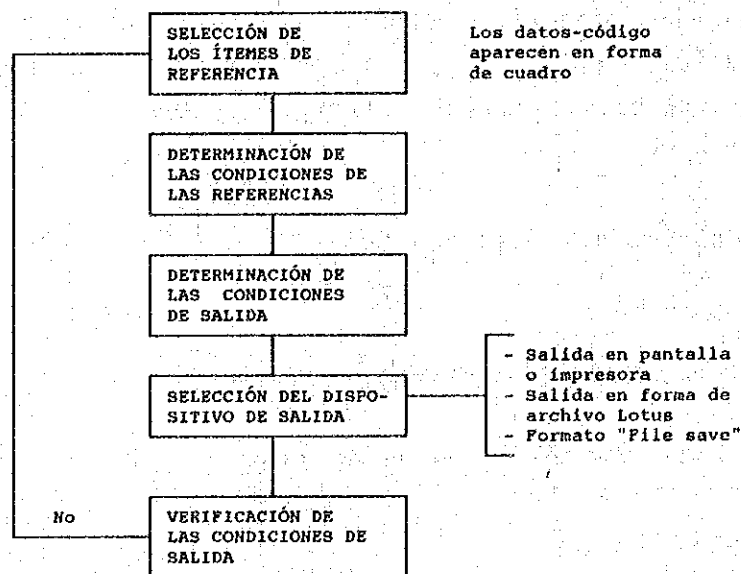


Figura 7-5 : **DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ESTRUCTURA DE LAS FUNCIONES DE SALIDA AJUSTABLE**

7-3-2 FUNCIONES DEL PROCESAMIENTO DE CÁLCULO DE DATOS

Las funciones del procesamiento de cálculo de datos son aquellas que ejecutan los cálculos específicos con los datos acumulados en la "Base de datos", o con los datos que se introduzcan, cumpliendo así, con el objetivo pre-establecido de la función mediante programas de aplicación.

Tal como definimos en la Figura 7-4, nuestro sistema se compone de dos bloques de cálculo.

(1) Sistema de evaluación del grado de deterioro

El sistema de evaluación del grado de deterioro es un sistema que en base a los datos de inspección efectúa una evaluación del grado de deterioro de los puentes, y determina el requerimiento de trabajos de rehabilitación.

El sistema se compone de un programa con las siguientes 3 subrutinas:

1. Programa de procesamiento de la evaluación del grado de deterioro en cada parte del puente.
2. Programa de procesamiento de la evaluación del grado de deterioro en todo el puente.
3. Programa para la selección del método de rehabilitación, y para el cálculo de costos estimados.

(2) Sistema de evaluación del grado de prioridad para rehabilitaciones o reposiciones

Este sistema de evaluación prioridades es un sistema que utilizando el resultado de la evaluación del grado de deterioro (1), hace una evaluación general del conjunto de puentes (por ejemplo, todos los puentes sobre la carretera N°5) desde el punto de vista económico, social, técnico, político, etc. clasificando los puentes por rangos del grado de prioridad de rehabilitación.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8-1 CONCLUSIONES

En el presente estudio, teniendo como puentes objetivo del proyecto a 246 puentes ubicados sobre la Ruta 5, y otros 10 adicionales ubicados sobre otras rutas importantes, sumando un total de 256 puentes, se efectuó el estudio de inspección del estado actual en que se encuentran; asimismo, se preparó el inventario de puentes, y se hizo el planteamiento de un programa de rehabilitación y conservación de puentes. Paralelamente a éstos trabajos, se preparó una "Guía de Inspecciones para Mantenimiento de Puentes", y se desarrolló un sistema computacional (para micro-computadores) para la administración de mantenimiento.

(1) Estudio de puentes y plan de rehabilitaciones

Debido a la inexistencia de planos de diseño de los puentes considerados en el estudio en los archivos del Ministerio de Obras Públicas, simultáneamente con los trabajos de inspección, se procedió a la toma de fotografías y la medición de las dimensiones básicas de los puentes. De esta manera, se pudo elaborar los planos generales y un inventario de todos los puentes. Los resultados no solamente fueron muy productivos para la formulación del plan de rehabilitaciones, sino que también contribuirán, en el futuro, a todas las actividades de mantenimiento que el Ministerio de Obras Públicas intente.

De todos los puentes inspeccionados sobre la Ruta 5, se seleccionaron como puentes objetivo del plan de rehabilitaciones a aquellos cuyo grado de deterioro está evaluado entre los rangos 4 y 5, y se diseñaron sus respectivos trabajos de rehabilitación. El presupuesto total requerido por el plan, se estimó en aproximadamente 4000 millones de pesos. Cabe señalar que los trabajos de rehabilitación programados en este plan, tienen la finalidad de restaurar las funciones básicas originales de cada puente y no de superarlas o reforzarlas, y para esto se consideran métodos constructivos estándar. Es por esto que no se consideraron casos especiales de rehabilitación a gran escala, pues para estos casos se requiere de mayores investigaciones.

Los puentes objetivo del estudio, incluyen puentes de edad muy avanzada y también puentes de reciente construcción. Esto significa que dependiendo de la época en la que se construyeron, existen grandes diferencias entre los conceptos de diseño y especificaciones, tales como cargas, etc., que se utilizaron para cada uno de ellos. Además, se pueden observar que en muchos casos existen deformaciones en vigas, cepas y otros, que no tienen relación con el año de construcción; vale decir, que no tienen que ver con que sean puentes viejos o nuevos. Lamentablemente, debido a que no se cuenta con los planos originales de diseño de muchos de ellos, el determinar si las deformaciones se originaron al momento de construir o con los años de servicio, y sus probables causas, es un trabajo realmente muy complicado.

Juzgando a partir de éstos hechos, se puede decir que, para futuros programas de implementación, mejoramiento o mantenimiento de puentes en determinada red vial, será necesaria la integración de conceptos de diseño y sus respectivas normas, en coordinación estrecha con aquellas utilizadas en el diseño de caminos. Por este motivo, parece ser que para muchos puentes se debe elevar el nivel de sus funciones básicas, y por esto podría ser que se tengan que reforzar o hasta inclusive reponer totalmente algunos puentes.

El diseño de rehabilitaciones para los 10 puentes que fueron seleccionados como puentes objetivo del estudio especializado, tiene el propósito de mostrar los criterios e ideas básicas de rehabilitación, y no pretenden mostrar criterios de cálculo estructural. El examen de los planos estructurales reproducidos, revela que las alturas de fundación y estudios acerca de las condiciones geológicas y de suelos, etc. son insuficientes. Consecuentemente, nuevos estudios especializados y detallados serán necesarios a tiempo de realizar los trabajos de rehabilitación.

Entre los puentes estudiados, además de detectarse la necesidad de reparar la superestructura, se pudo observar algunos casos en los cuales ya se realizaron deficientes trabajos de rehabilitación utilizando métodos inapropiados. Por otra parte, se observó que algunos puentes a pesar de tener estructuralmente suficiente resistencia, con la vibración horizontal intensa y notoria, atemorizan a los usuarios con la inseguridad (caso del puente Malleco), y también otros puentes que están críticamente deformados (caso del puente Amolanas). Tomando en cuenta estas consideraciones, es recomendable que se haga una revisión de las normas de diseño y de los conceptos, para poder establecer las normas nacionales apropiadas para los requerimientos futuros de tensiones, medidas de deformaciones, etc.

(2) Guía de inspección para mantenimiento

La Guía preparada en esta oportunidad, es una guía de referencia para técnicos relacionados con estudios de inspección de puentes. En esta guía se señalan los puntos que normalmente deben ser inspeccionados, el método de evaluación del grado de deterioro, los métodos de rehabilitación estándar, etc. que básicamente son requeridos para la administración de mantenimiento.

Desafortunadamente, el alcance del estudio comprendía solamente los puentes ubicados sobre la Ruta 5 y no de todas las regiones, por lo que no se pudo incluir en el análisis casos de puentes como ser los de madera, tipo Fink, puentes colgante, etc. Es deseable que en el futuro se pueda elaborar un "Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de Puentes" a medida que se vaya utilizando y mejorando la presente guía.

(3) Sistema de administración de mantenimiento

Debido a una práctica y económica aceptación, se utilizó un micro-computador (tipo IBM PS/2, modelo 70-386) para el desarrollo de el sistema de administración de mantenimiento, desarrollando una Base de Datos de las características de los puentes y la respectiva evaluación del grado de deterioro de éstos. El sistema está destinado a ser una herramienta eficiente y de fácil manejo para el cálculo y la estimación de costos de rehabilitación, y las prioridades de ejecución. Pues, la administración de mantenimiento de puentes involucra difíciles problemas concernientes en el modo de ejecución y la distribución de presupuestos. Esto es porque los puentes, como una parte del camino, involucran a su vez una gran cantidad de variables y determinados factores que no precisamente tienen que ver con la ingeniería, como por ejemplo, medidas políticas, planeamiento regional, presupuestos, etc.

Es por esta razón que el presente sistema fué desarrollado para que abastezca y suministre diversos elementos de evaluación. Cabe señalar que desafortunadamente, en el desarrollo de éste o cualquier sistema, es practicamente imposible conseguir exito completo desde un principio. Es por esto que para poder utilizar eficientemente éste sistema, y a su vez para que en el futuro se pueda ampliar el rango de sus aplicaciones, es necesario que se vaya mejorando y corrigiendo constantemente. Con este fin, y para que los ingenieros y técnicos chilenos puedan realizar este tipo de trabajo de conservación y mejoramiento del sistema, es imprescindible y necesaria la intensificación de la transferencia técnica en este campo.

8-2 RECOMENDACIONES

(1) Plan de rehabilitaciones

Para este efecto, un factor muy importante es tomar en cuenta los enfoques de la política y estrategia nacional dentro de lo que es el plan nacional de desarrollo. Lamentablemente, el plan de rehabilitaciones propuesto en este estudio, no incluye esta clase de consideraciones o enfoques.

Hasta la fecha, debido a limitaciones financieras, la ejecución de los trabajos de mantenimiento de puentes se ha llevado a cabo casi siempre como una medida de emergencia ante problemas suscitados en los puentes que requieren de inmediata rehabilitación, implementándose para éstos, trabajos de reparación temporal que salven la situación. Es por esta razón, que es necesario considerar la planificación del mantenimiento de puentes como una parte del plan de rehabilitación y mantenimiento de la red vial.

Para una implementación adecuada de los trabajos de rehabilitación, es necesario que se identifiquen las causas que originaron las deformaciones y daños. Para este efecto es muy importante que esta información sea recolectada y registrada en forma anual. A este respecto, es necesario que se establezca un apropiado sistema de manutención, conservación y administración de las informaciones y datos obtenidos de las mediciones e inspecciones periódicas y de otro tipo.

(2) Aplicación del sistema de administración de mantenimiento de puentes

Para una efectiva y eficiente utilización o aplicación del sistema de administración de mantenimiento de puentes propuesto en este estudio, es recomendable preparar o seleccionar personal capacitado, ya sea en sistemas computacionales como en ingeniería de puentes. Pero, la disponibilidad inmediata de este tipo de personal actualmente es casi imposible, para lo cual es necesaria la implementación de asistencia técnica y asesoramiento por un largo plazo por parte de personal japonés experto en la materia.

(3) Régimen de la administración de mantenimiento

Actualmente existe un departamento de vialidad en cada oficina regional del Ministerio de Obras Públicas (MOP), y éste es responsable del mantenimiento de los puentes y otras estructuras camineras. Con el fin de que la actual estructura organizativa del MOP, encargada de la administración de mantenimiento de puentes, sea capaz de efectuar eficientes trabajos en este ramo, deben establecerse apropiados procedimientos operacionales y estandarizados, y deben ser vigentes en todos los departamentos del MOP.

Por otra parte, con la asignación de misiones, responsabilidades y autoridades bien definidas y por medio de la provisión de la "Guía de Inspecciones para Mantenimiento", respectivo equipamiento, instrumentos, herramientas y materiales, etc. el actual régimen de administración de mantenimiento del MOP será capaz de mejorar mucho más el funcionamiento de la administración.

A continuación se hace un bosquejo general de los procedimientos operacionales estándar para las actividades de mantenimiento de puentes:

1. Las inspecciones serán llevadas a cabo por los ingenieros encargados de las oficinas regionales del departamento de vialidad del MOP. El original de los registros de los datos obtenidos, deberá ser conservado por esta oficina regional, y una copia de ésta, más los comentarios al respecto, deberán ser enviados a la oficina central del MOP que corresponda.
2. En la oficina central, la copia recibida será utilizada para la introducción de los datos (input data) al sistema de administración de mantenimiento de puentes, donde se archivan todos los datos para conservar una Base de Datos exhaustiva y actualizada de todos los puentes. La oficina central será la encargada de preparar planes maestros y otros planes de acción para el mantenimiento de puentes.

Se espera encarecidamente que una vez que la red del sistema computacional esté instalada y establecida con las líneas de acceso entre la central y las oficinas regionales del MOP, la existente estructura organizativa sea re-examinada y reorganizada para una mejor estructuración y funcionalidad.

JICA