TESIS IC998 G3 V·I



FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL



PROGRAMA DE COMPUTACIÓN PARA LA EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y REHABILITACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DRENAJE EN CARRETERAS

Este Surado, una vez real	iizado el examen del prese	The trabajo tra evaluado su
contenido con el resultad	jo:	
<i>1</i> , JU	RADO EXAMINAD	OR ·
Firma: Lieu frenco	Firma:	Firma:
GION FENCO MORRENTH	Nombre: Pancicia PECEI PA	Nombre: ALEJANDAS GALAPRICAL.
Moessa TH		markeyt,

REALIZADO POR

LUIS ALFREDO GALARRAGA

PROFESOR GUIA

ING. ALEJANDRO GALARRAGA

FECHA

MAYO DE 1998

INDICE

1. Sinopsis	I
II. Introducción.	II
1. Resumen de la Guía para la evaluación y rehabilitación de obras de drenaje en	
Carreteras	1
1.1 Planillas de Inspección.	2
2. Automatización de los procesos de diagnóstico y selección de acciones de rehabi-	
litación	10
2.1 Selección de acciones de rehabilitación.	10
2.2 Diagnóstico de la condición de la obra.	16
3. Programa Drenvial.	17
3.1 Lenguaje de programación	17
3.2 Descripción del programa.	17
3.2.1 General	17
3.2.2 Ventanas de visualización	18
3.3 Formulación y estructura del programa.	33
3.3.1 Selección de acciones de rehabilitación en obras de drenaje transversal	33
3.3.2 Diagnóstico de la condición general de la vía	35
3.3.2.1 Drenaje transversal.	35
3.3.2.2 Drenaje longitudinal	36
3.3.3 Diagrama de Flujo	37
3.3.3.1 Selección de acciones de rehabilitación.	37
3.3.3.2 Diagnóstico de la condición de la vía.	38
4. Manual del Programa	39
4.1 Instalación	39
4.2 Lectura de planillas de Inventario y Auditoría Técnica.	39
4.3 Secuencia lógica de uso	40
4.3.1 Drenaje transversal	43
4.3.2 Drenaje longitudinal	49
5. Conclusiones	53

6.	Recomendaciones.	55
7.	Bibliografía	56
Ar	nexos	

I. SINOPSIS

El presente trabajo consiste en el desarrollo de un programa de computación que permite sistematizar los procedimientos de evaluación, diagnóstico y rehabilitación de los sistemas de drenaje en carreteras, con la finalidad de agilizar el trabajo de oficina y que a su vez alerte al profesional de los problemas presentes en la obra para que así determine según su criterio cual es el verdadero estado en que se encuentra y que acciones se van a tomar para mejorar o recuperar su condición física y funcional.

El programa es capaz de leer los datos de las planillas de inspección elaboradas en Excel y luego emite las posibles acciones de rehabilitación, y a su vez muestra un cuadro resumen de la condición de la obra en cada progresiva y un reporte gráfico de la condición general de la vía para las obras de drenaje longitudinal y transversal.

En el trabajo se incluyen las ventanas de visualización del programa, la selección de acciones de rehabilitación de acuerdo al nivel de daño para cada uno de los problemas que presente la obra, un manual de uso del programa y un ejemplo que muestra todas las opciones y funcionalidad del programa.

II. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los organismos oficiales encargados del mantenimiento de la red vial del país han tomado conciencia de la necesidad y conveniencia de diseñar programas para la rehabilitación de las obras existentes y de la importancia que representan las obras de drenaje como componentes integrales de la vía. Este cambio de filosofía surge de las nuevas realidades económicas y de la tendencia cada vez más generalizada de rehabilitar obras civiles, procurando recuperar su estado físico y funcional que junto a un adecuado programa de mantenimiento garanticen su permanencia durante la vida útil de la obra.

Organismos Multilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) han destinado gran cantidad de recursos para programas de mejoramiento de los servicios públicos de países en vías de desarrollo, por lo que se tiene previsto que las inversiones para la rehabilitación de carreteras en el país aumentarán en los próximos años.

Aunque los costos de inversión inicial de las obras de drenaje en carreteras no son significativos con respecto al costo total del resto de los componentes de la vialidad, los daños que un mal funcionamiento en la conducción y disposición de las aguas pluviales pueden producir en el pavimento y otras obras complementarias de la vía son, en general, determinantes en los costos asociados a su rehabilitación.

El objetivo de este trabajo especial de grado es el desarrollo de un programa de computación que permita sistematizar los procedimientos de evaluación, diagnóstico y rehabilitación de los sistemas de drenaje en carreteras. Es evidente la importancia que representa el disponer de un programa de computación hecho en el país que pueda ser ajustado y modificado en función de las experiencias locales de rehabilitación vial que se presenten en el futuro.

El presente trabajo de tesis se fundamenta en las recomendaciones del Trabajo Especial de Grado titulado " GUIA PARA LA EVALUACION Y REHABILITACION DE OBRAS DE DRENAJE EN CARRETERAS", presentado en la Universidad

Católica Andrés Bello por la Ingeniero Patricia Pereira en Octubre de 1995. En la misma se sugiere la elaboración de un programa de computación que permita facilitar el manejo de los datos que se generan durante los trabajos de inventario y auditoría técnica y emitir un posible diagnóstico al igual que un listado de posibles acciones de rehabilitación que permitan agilizar el trabajo de oficina propio de este tipo de estudio.

Los alcances de este trabajo comprenden el diseño de la interfaz el programa incluyendo ventanas para la visualización de la información, opciones para la entrada de datos y formatos para la presentación de los resultados; y el planteamiento de un ejemplo de rehabilitación de obras de drenaje en carreteras que permita mostrar todas las capacidades y opciones del programa. No están incluidos en este trabajo los puentes y los pontones por ser estructuras mayores de drenaje que requieren de un análisis específico.

El presente Trabajo de Grado esta dividido por los siguientes capítulos:

- Resumen de la Guía para la Evaluación y Rehabilitación de las obras de Drenaje en Carreteras.
- Automatización de los procesos de diagnóstico y selección de acciones de rehabilitación.
- Programa Drenvial
- Manual del programa
- Conclusiones y Recomendaciones

1. RESUMEN DE LA GUIA PARA LA EVALUACION DE OBRAS DE DRENAJE EN CARRETERAS.

La Guía para la evaluación y rehabilitación de obras de drenaje en carreteras tiene como finalidad sistematizar la evaluación de las obras de drenaje en carreteras y determinar las acciones necesarias para su mantenimiento y rehabilitación. La Guía explica la forma en que se deben recopilar los datos en campo y realizar los diagnósticos sobre la situación de las obras de una forma objetiva y normalizada , para así poder luego emitir las recomendaciones de rehabilitación o mantenimiento.

En esta Guía se incluyen una serie de planillas necesarias para realizar el inventario y la inspección de las obras de drenaje y que sirven para un posterior diagnóstico y rehabilitación. En las obras de drenaje longitudinal se utiliza una sola planilla que cumple la función de Inventario y Auditoría, mientras que en las obras de drenaje transversal se utilizan por separado las planillas de Auditoría e Inventario, ya que este tipo de drenaje presenta mayor complejidad y cantidad en los sistemas de drenaje en carreteras. En caso de que existan obras complementarias se utilizara una planilla de Auditoría Técnica para este tipo de obras.

Las planillas utilizadas en la Guía son:

- Planilla de Inventario de obras de drenaje transversal (IDT)
- Planilla de Auditoría Técnica de obras de drenaje transversal (ATDT)
- Planilla de Inventario y Auditoría Técnica de obras de drenaje longitudinal (IATDL)
- Planilla de Auditoría Técnica de obras complementarias (ATOC)

Estas planillas son llenadas en campo cuando se hace la inspección de las obras. Para ello es necesario colocar donde la planilla lo indique como es el daño que tiene la obra: 1 (leve), 2 (incipiente), 3 (significativo) y 4 (severo). Luego viene una parte fundamental e importante de esta actividad que es el diagnóstico, ya que ésta es la que le da peso a la condición y daño que presenta la obra de drenaje. Es recomendable que sea la persona que hace la auditoría técnica la misma que diagnostique, de manera de mantener el mismo punto de vista y criterio. Cada tipo de obra presenta un problema con

su nivel de daño respectivo y en general las obras de drenaje tienen un diagnóstico basado en su estado estructural o en su capacidad funcional. Estas son: Reemplazo (R) o Sustituir (S), Mantenimiento Mayor (M), Mantenimiento menor (m) y No Acción (NA). Por último se toma la decisión de cuales son las acciones de rehabilitación que se realizarán en base a los problemas definidos en el diagnóstico para así entregar el informe final de la evaluación.

1.1 Planillas de Inspección

A continuación se muestran las planillas de Inspección que son utilizadas durante la evaluación en campo. Para el uso del Programa se utilizará un nuevo formato de la planilla (IATDL) y también se agregará una nueva planilla que contenga la información de los dàtos de la Vía (DATOSVIA).

Las planillas son:

- Planilla 1.1.1. Información de los datos de la vía.- DATOSVIA
- Planilla 1.1.2. Inventario y Auditoría técnica de drenaje longitudinal para usar en campo.- IATDL
- Planilla 1.1.3. Inventario y Auditoría técnica del drenaje longitudinal para usar en Drenvial.- D.LONGITUDINAL
- Planilla 1.1.4. Auditoría técnica del drenaje transversal (ATDT).- C.FISICAS
- -Planilla 1.1.5. Auditoría técnica del drenaje transversal (ATDT).- C.HI-DRAULICAS
- Planilla 1.1.6. Auditoría técnica del drenaje transversal (ATDT).- C.ESTRUC-TURAL
- Planilla 1.1.7. Auditoría técnica de Obra complementaria (ATOC).- O.COM-PLEMENTARIA.

Acciones de Kenab Datos generales de la via Via : Estado : Municipio : Tramo :	Acciones de Renabilitación de obras de drenaje en carreteras Datos generales de la via Via :					
---	--	--	--	--	--	--

Planilla 1.1.2 Inventario y Auditoría Técnica del Drenaje Longitudinal para usar en campo.- IATDL

TRAMO

FECHA

MUNICIPIO

ESTADO

HOJA Nº.

	OBSERVACIONES											
	OBRA COMPLEMENTARIA											T
S	CONSTRUIR			Ħ		П					T	T
ACCIONES	AIUTITEUS			П		П					T	T
ACC	RECONSTRUIR									T	T	T
	LIMPIAR											T
	NUNTAS DESPLAZADAS									T	T	T
NO	AGRIETADA											T
CONDICION	OBSTRUIDA											
$\tilde{\mathbb{S}}$	SEDIMENTADA											I
1	SATISFACTORIA											
MATERIAL	ТТЕККА											
	THE R. P. LEWIS CO., LANSING, SALES,											
UBICACION	IZQUIERDA											
OBRA DE DRENAJE	DEKECHY											
E DR	ш										T	
SAD	Ω											
OBR	O											
	Ф											
L	< 4											
N N	BERMA ASFALTICA											
OBRA	BROCAL											
L	CUNETA ⊳						-	-			-	-
	PROGRESIVA											

Planilla 1.1.3 Inventario y Auditoría Técnica del Drenaje Longitudinal para usar en Drenvial.- D.LONGITUDINAL

MUNICIPIO			CONDICION:	SATISFACTORIA SEDIMENTADA OBSTRUIDA AGRIETADA JUNTAS DESPLAZADAS	ACCIONES:	LIMPIAR RECONSTRUIR SUSTITUIR CONSTRUIR
ESTADO N	TRAMO	PROGRESIVA	UBICACIÓN:	DERECHA IZQUIERDA MATERIAL:	CONCRETO	OBRA COMPLEMENTARIA
TIPO	VIA		OBRA:	CUNETA BROCAL BERMA ASFALTICA	TIPO:	ОПШ

Planilla 1.1.4 Auditoría Técnica deL Drenaje Transversal (ATDT).- C.FISICAS

			А, ш)	ESPESOR e2							SALIDA	
PROGRESIVA			TAL (CABECER	ANCHO b1		(u	TOL(m)	DERECHA IZQUIERDA ANGULO (b)	TO S (%)	(m)	ENTRADA	Γ (m)
MUNICIPIO	TRAMO		5. DIMENSION MURO FRONTAL (CABECERA, m)	ALTURA H	SALDA	6. ANCHO DE CALZADA B (m)	7. LONGITUD DEL CONDUCTO L (m)	8. ESVIAJE DE LA OBRA	9. PENDIENTE DEL CONDUCTO S (%)	10. COTA DE CALZADA (msnm)	11. COTA DE CONDUCTO	12. ALTURA DEL RELLENO T (m)
			FXTREMO	PROYECTADO					LONGITUD 1			ESPESOR e2
ESTADO		CAS	REZAI	CABECERA			DIMENSION	SEPARACION (F): DE CABEZAL (m)	ANCHO b2		L (ALETAS)(m)	ALTURA h2
0		ACARACTERISTICAS FISISCAS	1			2. SECCION TRANSVERSAL			ANCHO b1		4. DIMENSION MURO LATERAL (ALETAS)(m)	ALTURA hi
TIPO	VIA	ACARACTE	1.EXTREMO DE LA OBRA	FNTRADA	SALIDA	2. SECCION TI	FORMA	NUMERO: 3. DIMENSIONES DE LOSA	FNTDADA	SALIDA	4. DIMENSION	ENTRADA SALIDA

Planilla 1.1.5 Auditoría Técnica del Drenaje Transversal (ATDT).- C.HIDRAULICAS

PROGRESIVA				ENTRADA SALIDA		S (m)	S		A:	TONAMIENTO		TRADA			
MUNICIPIO PROC	TRAMO		5. SOCAVACION	EVIDENTE POCOS INDICIOS	PROF. ESTIMADA (m) VOLUMEN ESTIMADO(m3)	6. PROFUNDIDAD DE SEDIMENTOS (m)	INTERIOR DEL CONDUCTO C1 C2 C	CABEZAL	ENTRADA: SALIDA:	7. CONDICION GENERAL DE FUNCIONAMIENTO		1. ALTO NIVEL DE AGUA A LA ENTRADA PESDODIAMENTO DE LA VIA	3. FACILIDAD DE OBSTRUCCION	4. ALTA VELOCIDAD A LA SALIDA	KOK TWANTERINITY
2			5.		RI X	6.	Z		鱼	7.		2 1.		4.	
ESTADO		RAULICAS	ON.		SPECTO A LA VIA	OBLICUO ANGULO		3 AGUA	CTO	ຮ		SALIDA:	L MIMENTO DE LA EV	CORRIENTE	ANIA NA
TIPO	VIA	B CONDICIONES HIDRAULICAS	1. CURSO DE AGUA	DEFINIDO PERMANENTE NOMBRE	2. CURSO DE AGUA RESPECTO A LA VIA	NORMAL PARALELO	SENTIDO DEL FLUJO	3. ALTURA MARCAS DE AGUA	INTERIOR DEL CONDUCT	C1 C2	MURO DE CABECERA	ENTRADA: 3	4. ALTURA DE AGUA AL MIMENTO DE LA EVALUACION	(m): COI	L CONTRACTOR OF THE PARTY OF TH

Planilla 1.1.6 Auditoría Técnica del Drenaje Transversal (ATDT).- C.ESTRUCTURAL

MUNICIPIO		
ESTADO	TRAMO	PROGRESIVA
ТРО	VIA	C CONDICIONES ESTRUCTURALES

1. INVENTARIO DE DAÑOS ESTRUCTURALES

PROBLEMA	Ö	CONDUCTO	CTO	LOSA	CABECERA	CERA	ALA	ALA IZQ.	ALA	ALA DER.	TAL	TALUD	PARAPETO BATEA	BATEA
ESTRUCTURA	DER	CEN	IZQ		ENT.	SAL.	ENT.	SAL.	ENT.	SAL.	DER	IZQ		
1. ABRASION														
2. ABLACION														
3. CORROSION CORONA														
CORROSION FONDO														
4. ARMADURA AL DESCUBIERTO														
5. ABOLLADURA														
6. FISURA LONGITUDINAL														
7. FISURA TRANSVERSAL														TO LINE
8. FISURA INCLINADA														
9. GRIETAS LONGITUDINAL														
10. GRIETAS TRANSVERSAL														
11. GRETAS INCLINADAS														
12. ROTURAS														
13. JUNTAS LONG. ABIERTAS														
14. JUNTAS TRANS. ABIERTAS														
15.CALIDAD DEL CONCRETO														
16. ASENTAMIENTO														
17. CANGREJERAS														
18. MALA COLOCACION DE CHAPAS														
19. TERRAPLEN EROSIONADO														
20. TERRAPLEN DESLIZADO														
21. FALLA DE ENCOFRADO														
22. DESPLAZAMIENTO DEL TECHO														
a. CALIBRE DEFICIENTE														
b. RELLENO DEFICIENTE														
c. MAT. DE RELLENO INAPROPIADO														

Planilla 1.1.7 Auditoría Técnica de Obra Complementaria (ATOC).-COMPLEMENTARIA

				COMENTARIOS						
OBRA N°	TRAMO	VIA_	SIVA	CION	ERIAL Y UBICACIÓN	יחרוכס	75	ACION		
TIPO	ESTADO	MUNICIPIO	PROGRESIVA	DESCRIPCION	1. OBRA DE DRENAJE, MATERIAL Y UBICACIÓN	2. FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO	3. CONDICION ESTRUCTURAL	4. ACCIONES DE REHABILITACION	5. OBSERVACION	

6. ESQUEMA

2. AUTOMATIZACION DE LOS PROCESOS DE DIAGNOSTICO Y SELECCIÓN DE ACCIONES DE REHABILITACION

2.1 Selección de Acciones de Rehabilitación

La Automatización de los procesos de diagnóstico y selección de acciones de rehabilitación en el programa requieren de la estructuración o formulación de una rutina de cálculo que permita relacionar de una manera lógica y ordenada la información de las planillas de inventario y auditoría técnica de la evaluación en campo con el diagnóstico y las acciones de rehabilitación recomendadas para la obra evaluada.

Sólo se han tomado en cuenta para la selección de acciones de rehabilitación a las obras de drenaje transversal, por ser éstas las que generan mayor información de campo. El diagnóstico esta asociado al nivel de daño por cada problema detectado en la obra, así la evaluación de campo permitirá establecer la relación directa entre el nivel de daño y las posibles acciones de rehabilitación para la obra.

Las obras de drenaje longitudinal por ser estructuras sencillas que no requieren de gran cantidad de información de inventario y auditoría técnica, no han sido incluidos dentro del proceso de automatización, considerando que la propia planilla de inspección (IATDL) permite que el evaluador decida en campo las posibles acciones de rehabilitación.

La forma de automatizar el proceso de selección de acciones de rehabilitación consiste en ordenar la información de las planillas de inspección de forma tal que el nivel de daño de cada problema correspondiente a cada componente de la obra de drenaje transversal (losa, parapeto, batea, etc) este ligado a una acción de rehabilitación. De esta forma una vez identificados el componente de la obra, el problema y el nivel de daño establecido durante la evaluación, es posible establecer una o más acciones de rehabilitación de manera directa y automática.

En el Cuadro No 2.1 se muestra la relación existente entre el nivel de daño por cada problema detectado en las obras de drenaje transversal y las acciones de rehabilitación. Adicionalmente, en estos cuadros se incluye una ayuda que sirve para explicar el procedimiento constructivo y los materiales que se pueden usar.

CUADRO 2.1 ACCIONES DE REHABILITACIÓN – NIVEL DAÑO

Problema	Nivel de daño	Acción de rehabilitación	Ayuda
	2	Revestimiento interno de la tubería	Se puede revestir la tubería internamente con material asfáltico (brea asfáltica), concreto proyectado, mortero de cemento o con algún recubrimiento epóxico, previo tratamiento de limpieza de la superficie.
	င	Encamisar el conducto	Es necesario encamisar el conducto en la zona donde se presente la corrosión, con una plancha del mismo material, recuperando así las características del conducto o colocar un tubo de diámetro menor dentro del existente y rellenar con mortero de cemento el espacio entre láminas.
CORROSION	е	Revestir el fondo del canal	Se puede revestir el fondo del canal con una placa de concreto, siempre y cuando el daño se encuentre localizado en el tercio inferior del mismo.
	4	Remplazo de la obra	Reemplazar la obra por otra de las mismas condiciones material con recubrimiento interno y externo que puede ser epóxico, asfalto o pavimento, en obras de metal. En caso de que la corrosión en las estructuras de metal sea causada por el medio ambiente, se recomienda sustituir el conducto por otro de concreto, el cual es mas apropiado para ambientes agresivos.
	2	Revestimiento interno de la tubería	Se puede revestir la tubería internamente con material asfáltico (brea asfáltica), concreto proyectado, mortero de cemento o con algún recubrimiento epóxico, previo tratamiento de limpieza de la superficie.
	က	Encamisar el conducto	Es necesario encamisar el conducto en la zona donde se presente la corrosión, con una plancha del mismo material, recuperando así las características del conducto o colocar un tubo de diámetro menor dentro del existente y rellenar con mortero de cemento el espacio entre láminas.
ABRASION	е	Revestir el fondo del canal	Se puede revestir el fondo del canal con una placa de concreto, siempre y cuando el daño se encuentre localizado en el tercio inferior del mismo.
	4	Remplazo de la obra	Reemplazar la obra por otra de las mismas condiciones material con recubrimiento interno y externo que puede ser epóxico, asfatto o pavimento, en obras de metal. En caso de que la corrosión en las estructuras de metal sea causada por el medio ambiente, se recomienda sustituir el conducto por otro de concreto, el cual es mas apropiado para ambientes agresivos.

	2	Limpiar la superficie	Hay que eliminar todo el material que presente daños repicando el concreto y posteriormente recubrir el área con concreto usando aditivos de ser necesario, o con morteros de restauración.
ABLACION	8	Colocar placa de concreto	Se recomienda colocar una placa de concreto reforzado de resistencia adecuada sobre la losa de fondo del conducto siempre y cuando la reducción del área hidráulica que se produzca no afecte su capacidad.
	4	Reemplazo de la obra	Al reemplazar la obra hay que tener cuidado en que los agregados utilizados en la mezcla de concreto tengan características y granulometría adecuados y que la resistencia a la compresión este acorde a la velocidad del flujo y acción abrasiva de los arrastres sólidos.
-	2	Limpiar las barras y aplicar mortero	Se deberán limpiar las barras con cepillo de alambre y aplicar un friso o mortero de restauración que garantice el recubrimiento necesario para las características de la obra.
ARMADURAS DESCUBIERTAS	Е	Cepillado de cabillas y aplicación de recubrimiento anticorrosivo	Habrá que cepillar las cabillas hasta eliminar todo el óxido formado, aplicándole posteriormente un producto pasivante de óxido o recubrimiento anticorrosivo, para luego colocarle un recubrimiento en concreto o mortero.
	4	Reemplazo de la obra	Se deberá demoler total o parcialmente la obra y reemplazarla por otra con acero apropiado, teniendo especial cuidado en darle el recubrimiento necesario y de garantizar el curado del concreto para minimizar la formación de fisuras.
	3	Sellar con mortero de cemento	Se sugiere sellar la fisura con mortero de cemento o con cualquier otro friso o recubrimiento existente en el mercado para tal fin.
FISURAS	4	Demolición y restauración	Al construir un nuevo elemento es necesario colocarle el acero mínimo de refuerzo que ayude al concreto a soportar las variaciones climáticas a la cual esta expuesta la obra y especificando un buen curado de la superficie.
GRIETAS	3	Rellenadas con mortero de cemento	Rellenarlas con un mortero de cemento, resina epóxica o con cualquier material existente en el mercado que cumpla con la finalidad de sellar las grietas y recuperar la continuidad estructural.
	4	Demolición y restauración	Al construir un nuevo elemento es importante colocarle el acero mínimo de refuerzo por temperatura o el que resulte del cálculo estructural.

CANGREJERAS	3	Sellar con concreto	Se deberán tapar con concreto o frisar las oquedades existentes
			Se deberá demolerla y reconstruirla teniendo cuidado en el vibrado y
	4	Demolición y restauración	características del concreto utilizado. De ser local la afectación (por
			ejemplo acero expuesto), habrá que tomar las previsiones de limpieza y
			protección del acero antes de rellenar la oquedad
	3	Encamisar el conducto	Se puede encamisar el conducto existente con otro que soporte las
			cargas actuantes
			Se podrá descargar el conducto eliminando temporalmente el relleno
DESPLAZAMIENTO	8	Descargar el conducto y hacerto	(talud de la vía) y devolver a la obra sus condiciones originales por
DEL TECHO		coincidir con la línea original	medio de gatos hidráulicos colocados en el interior del conducto, que
			obliguen a coincidir con la línea original.
	4	Sustituir el conducto	Habrá que sustituir el conducto por otro que soporte las cargas
			actuantes y usar relleno seleccionado sobre la alcantarilla.
		Limpiar la obra a mano o con	
		maquinaria menor	
			Es necesario que se eliminen todos los sedimentos localizados en la
		Limpiar la estructura con maquinaria	obra. Si el problema es recurrente, se recomienda estudiar la cuenca
		mayor	que drena por esa obra ya que las condiciones físicas e hidrológicas
SEDIMENTACION			pudieron modificarse con el consiguiente incremento de la cantidad de
			sedimento transportado por dicho cauce.
			Esta acción debe tomarse siempre y cuando la obra en cuestión lo
		Construcción de estructuras	amerite, por su tamaño, importancia de la vía, costo de mantenimiento
		retenedoras de sedimentos	y cuando el cauce drenado por esa obra posea un elevado transporte
			de sedimentos que la obstruya con facilidad.

	o la contra la	
	Entrada	
	Construcción de gaviones en las	
	proximidades de la obra	
	Construcción de muros de concreto	
	armado	
	Colocación de vegetación en los	
	taludes	
	Colocación de elementos de guía y	
	manejo del flujo o retardadores de	
	velocidad del agua	
SOCAVACION	Salida	
	Colocar una placa de concreto, de	
	área y de espesor suficiente para	
	resistir el efecto del chorro	
	Construir un disipador de energía	
	Colocar una protección de enrocado	
	Colocar un gavión tipo colchón	
	antisocavante, complementando con	
	protección lateral	
	Colocar vegetación apropiada	
	preferiblemente en las márgenes	
	Construcción de un dentellón a la	
	salida del conducto	
	Este problema se encu	Este problema se encuentra por lo general cuando se han producido
	cambios o alteracione	cambios o atteraciones en el cauce natural. Teuucción del aporte
	indizes a un proceso	induzea a un proceso represivo. En estos casos la erosión debe ser
NOISOGE	induzed a un processor	defenide colocardo estructuras en el cance que sinvan para devolver la
NO COLONIA	condición natural del m	condición natural del mismo o de control de erosión, con la finalidad de
	evitar due ésta avance	evitar que ésta avance hasta la obra de drenaie produciendo en el peor
	de los casos su descalc	de los casos su descalce destrucción y corte de la vía.
		,

	En	En estos casos la acción es mayor pues no se cumple la funcion basica de la obra, así que habrá que sustituir la alcantarilla por otra de mayor
CAPACIDAD DE	Cap	capacidad hidráulica teniendo en cuenta las condiciones locales como
CONDUCCION	cau	caudal calculado, las características del cauce, desnivel entre rasante
	de	de la vía y tope del tubo. En algunos casos es conveniente acudir al
	OSN	uso de tubos abovedados o varios tubos de diámetros menores para
	logr	lograr la adaptación deseada.
	Ш	En este caso es apropiado la colocación de elementos retenedores de
FACILIDAD DE	bas	basura, arrastre de vegetales y otros, tales como barandas, perfiles
OBSTRUCCION	met	metálicos, etc, aguas arriba de la alcantarilla y llamar la atención sobre
	lan	la necesidad de limpiezas periódicas.
	Construcción de un dentellón a la	
	entrada	
FILTRACIONY	Sellado o reparación de las juntas en	
TUBIFICACION	conductos y otros elementos	
	Reconstrucción del lemento previendo	
	una capa de material filtrante en la	
	base	

2.2 Diagnóstico de la condición de la vía

El diagnóstico de la condición de la vía permite tipificar y sopesar aquellas aspectos funcionales que identifican problemas sistemáticos en la vía. Para las obras de drenaje transversal se ha considerado que los problemas de corrosión, abrasión, armaduras al descubierto y grietas son significativos para identificar problemas sistemáticos que permitan establecer la condición actual de la vía evaluada.

Cada uno de estos problemas puede ser relacionado con la condición General de la vía en función del nivel de daño: leve , incipiente, significativo y severo y el tipo de acción requerida para recuperar su condición: Reemplazo o Sustitución, Mantenimiento Mayor, Mantenimiento menor y No Acción.

En el caso de obras de drenaje longitudinal la propia planilla de inventario y auditoría técnica (IATDL) dispone de la información correspondiente al diagnóstico de la condición de la vía al igual que las acciones de rehabilitación. La condición de la obra puede ser: Satisfactoria, Sedimentada, Obstruida, Agrietada y con juntas desplazadas. El diagnóstico puede resultar de la combinación de una o más de estas condiciones.

Para ambos tipos de obra (longitudinal y transversal), la automatización del diagnóstico de la condición de la vía consistirá en establecer el No de obras (como un porcentaje del total de obras para la vía) que pueden agruparse dentro de la misma problemática para identificar cual es la condición general del tramo de vía en estudio dentro de la globalidad de todas las obras existentes.

Se pueden identificar problemas típicos del tramo de vía evaluado utilizando el reporte del diagnóstico de la condición general de la vía que emite el programa Drenvial y relacionarlo con características regionales (tipo de vía, topografía, suelo, características del agua, intervención de cuencas, erosión, etc). De esta manera los organismos oficiales encargados de mantener la red vial del país podrán evaluar que medidas preventivas deben tomarse para minimizar los daños que en las obras de drenaje producen estos aspectos regionales.

3. PROGRAMA DRENVIAL

3.1 Lenguaje de programación

El lenguaje usado para la elaboración del programa es el Visual Basic 4.0. Este lenguaje permite el desarrollo de programas bajo ambiente Windows y se caracteriza principalmente, porque el programador desarrolla su aplicación básicamente a partir del diseño de una interfaz, donde es posible crear una ventana, insertar en ella diversos tipos de objetos que simbolizan datos o acciones a llevar a cabo, fijar propiedades a esos objetos y añadirle código donde sea preciso.

Otro aspecto importante del Visual Basic es que permite un intercambio dinámico de datos mediante conversaciones DDE, donde el programa destino (Drenvial), inicia la comunicación y solicita la información al programa origen (Planillas de Excel).

3.2 Descripción del programa

3.2.1 General

El programa Drenvial ha sido diseñado para manejar y procesar toda la información relativa a la evaluación, diagnóstico y selección de acciones de rehabilitación en las obras de drenaje en carreteras.

Se han generado en Visual Basic las ventanas de visualización de la información contenida en las planillas de inventario y Auditoría técnica de las obras de drenaje transversal y longitudinal. Estas planillas pueden ser accesadas desde el programa mediante un enlace con la información contenida en las hojas del programa Excel. Una vez leída la información de las planillas, el programa permite procesar de manera automática el diagnóstico y la selección de acciones de rehabilitación de las obras. Finalmente, se pueden generar reportes escritos o gráficos donde se muestran los resultados obtenidos.

En el cuadro N° 3.2.1 se muestra un resumen que las capacidades y opciones del programa.

Cuadro Nº 3.2.1. Descripción de las capacidades y opciones del programa Drenvial

1	Lectura de la información contenida en las planillas de inventario y auditoría técnica utilizando la opción de comunicación entre programas.
2	Visualización de las planillas IATDL, ATOC, ATDT en el entorno Visual Basic mediante ventanas diseñadas para tal fin.
3	Procesamiento de las opciones de selección de acciones de rehabilitación en función del nivel de daño para las obras de drenaje transversal.
4	Procesamiento de la información de la condición general de la vía en base al diagnóstico para las obras de drenaje transversal y longitudinal.
5	Emitir reportes gráficos y escritos de los resultados de la selección de acciones de rehabilitación y de la condición general de la obra.

3.2.2 Ventanas de Visualización

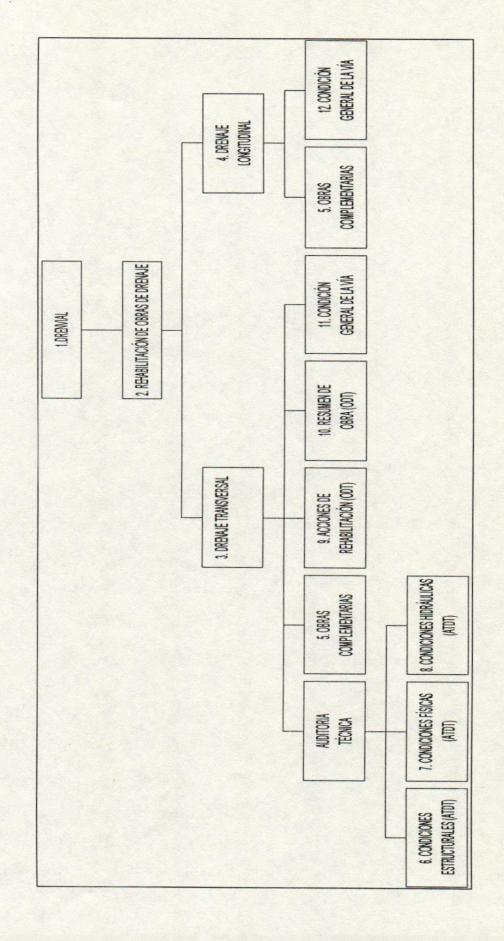
Drenvial dispone de una serie de ventanas que permiten visualizar la información que maneja el programa. En el cuadro N° 3.2.2 se presenta un resumen de las ventanas disponibles en el programa y un esquema del orden de visualización.

Cuadro Nº 3.2.2 Ventanas y orden de visualización.

Ventana	Nombre	Descripción
1	Drenvial	Presentación del programa.
	Rehabilitación de obras de	Información general de la vía y opción para escoger
2	drenaje en carreteras	el tipo de obra de drenaje a evaluar.
	Obras de drenaje	Control de información de obras de drenaje
3	transversal	transversal.
	Obras de drenaje	Control de información de obras de drenaje
4	longitudinal	longitudinal.
5	Obras complementarias	Control de información de obras complementarias.
	Condiciones estructurales	Presenta información de la planilla ATDT-

6	(ATDT)	Condiciones estructurales.
	Características físicas	Presenta información de la planilla ATDT-
7	(ATDT)	Características físicas.
	Condiciones Hidráulicas	Presenta información de la planilla ATDT-
8	(ATDT)	Condiciones hidraúlicas.
		Presentación de resultados del diagnóstico y
9	Acciones de	acciones de rehabilitación de las obras de drenaje
	rehabilitación	transversal.
	Resumen de Obra	Reporte escrito del diagnóstico y las acciones de
10	(ODT)	rehabilitación de las obras de drenaje transversal.
	Condición general de la	Reporte gráfico y escrito de la condición de la vía
11	vía (ODT)	para las obras de drenaje transversal.
	Condición general de la	Reporte gráfico y escrito de la condición de la vía
12	vía (ODL)	para las obras de drenaje longitudinal.

ORDEN DE VISUALIZACIÓN DE LAS VENTANAS DEL PROGRAMA DRENVIAL



A continuación se presenta una descripción detallada de la información contenida en cada una de las ventanas:

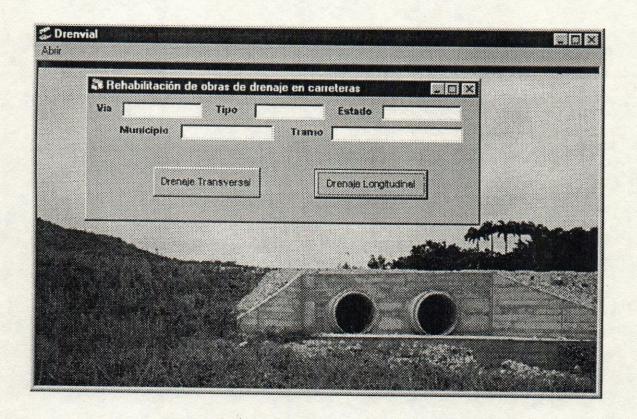
Ventana 1- Drenvial

Esta es la ventana de presentación cuando se ejecuta el programa. Contiene una foto digitalizada descriptiva del mismo.



Ventana 2- Rehabilitación de obras de drenaje en carreteras

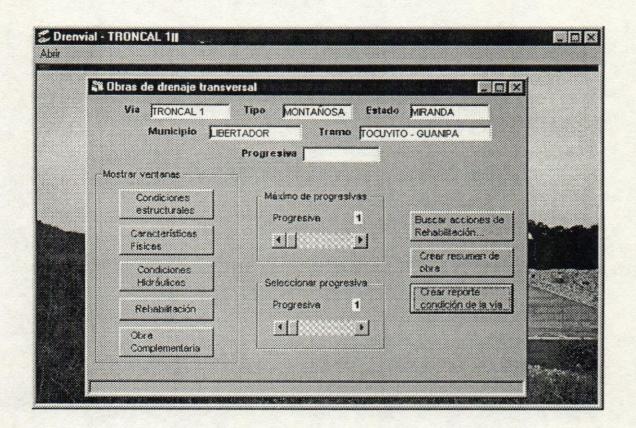
Se muestra información general de la vía: Nombre, Tipo, Tramo, Estado, Municipio y la opción de escoger el tipo de obra a evaluar: transversal o longitudinal.



Ventana 3- Obras de drenaje transversal

Esta ventana contiene información general de la vía y las siguientes opciones:

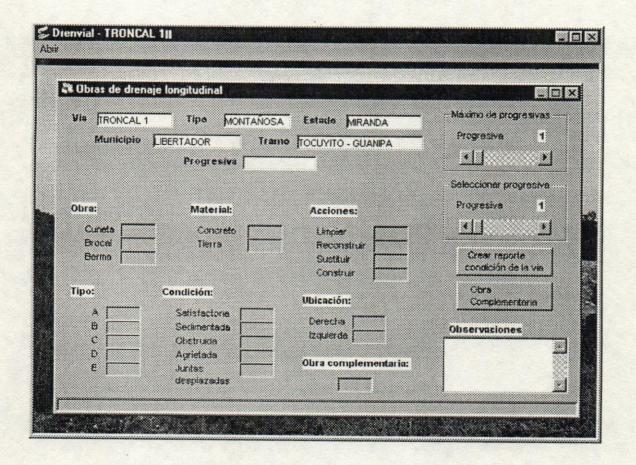
- Control de progresiva actual
- Control de nº máximo de progresivas del tramo en estudio
- Opción de visualización de las ventanas de ATDT: Condiciones estructurales,
 Características físicas, Condiciones hidráulicas, las ventanas de Auditoría técnica de obras complementarias (ATOC) y la ventana de acciones de rehabilitación.
- Opción de las rutinas de diagnóstico y selección de acciones de rehabilitación, el reporte de resumen de obra y el reporte de condición de la vía.
- Una barra de progreso que indica el porcentaje de cálculo realizado en las rutinas de acciones de rehabilitación y condición de la vía.



Ventana 4- Obras de drenaje longitudinal

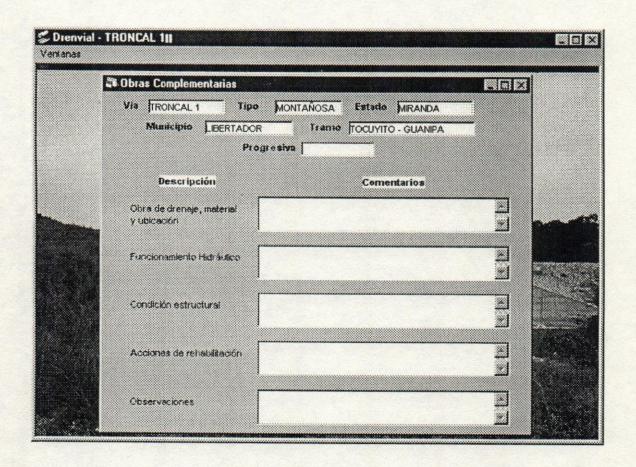
Contiene la información general de la vía y las siguientes opciones:

- Control de progresiva actual
- Control del nº máximo de progresivas del tramo en estudio
- Visualización de la información de la planilla de Inventario y Auditoría técnica (IATDL)
- Opción para la ventana de obras complementarias
- Reporte de la condición general de la vía



Ventana 5- Obras complementarias

Contiene información general de la vía y de la planilla de auditoría técnica de obras complementarias (ATOC).



Ventana 6- Condiciones estructurales

Contiene la información de auditoría técnica para las condiciones estructurales de las obras de drenaje transversal.

ROBLEMA ESTRUCTURA	CONDUCTO	LOSA	CABECERA	ALA IZO.	ALA DER	TALUD	PARAPETO	BATEA
	DER GEN 12	(Q	ENT SAL	BVT SAL	ENT SAL	DER IZO		
BRASION BLACION ORROSION CORONA ORROSION FONDO	EE		FF	FF	FF			F
FIMADURA AL DESCLIDERTO BOLLADURA SURA L'ONGITUDINAL	EE						_	_
CLIPA TRANSVERSAL SURA INJENADA RETAS LOIPXTLOINAL RETAS TRANSVERSAL							E	
PETAS INCLINADAS OTURAS INTAS LONG ABERTAS INTAS TRANS ABERTAS			EE	FF			F	
ALIDAD DEL CONCRETO SENTAMENTO ANCREJERAS ALA COLOCACION DE CHAPAS			FF	FF	FF			
ERRAPLEN EPOSIONADO ERRAPLEN DESLIZADO ALLA DE ENCOFRADO ESPLAZAMIENTO DEL TECHO						FF		_

Ventana 7- Características físicas

Contiene la información de auditoría técnica para las características físicas de las obras de drenaje transversal.

Característic	cas físicas (/	(TDT)					
1. EXTREMO	DE LA OBRA			5. DIMEHS	ION MURO FRONT	AL (CABECER	A,m)
			EXTREMO PROYECTADO		ALTURAH	ANCHO M	ESPESOR #2
ENTRADA		ı		ENTRADA			
SALDA				SALDA	·		
2. SECCION 1	TRAHSVERSAL						
FORMA		DIMENSION		6. AHCHO	DE CALZADA B(I	n)	
MATERIAL				7. LONGITU	UD DEL CONDUCT	0 L(m)	
NUMERO:	j s	EPARACION (F)		8. ESVIAJE	DE LA OBRA	DERECHA	
3. DIMENSIO	NES DE LOSA	DE CABEZĀL (n	n)			IZGLIERDA	
	ANCHO bt	ANCHO 62	LONOITUD 1			ANOULO (b)	
ENTRADA		1		9. PEHDIEN	TE DEL CONDUC	ro s(%)	
SALDA		1		40 0077	DE EAL TABLE		
4. DIMENSIO	I MURO LATE	RAL (ALETAS)(m)	10. COTAT	DE CALZADA (m)	snm)	į.
	ALTURA HI	ALTURA 52	ESPESOR e1	11. COTA I	DE CONDUCTO	ENTRADA	SALIDA
ENTRADA		1					

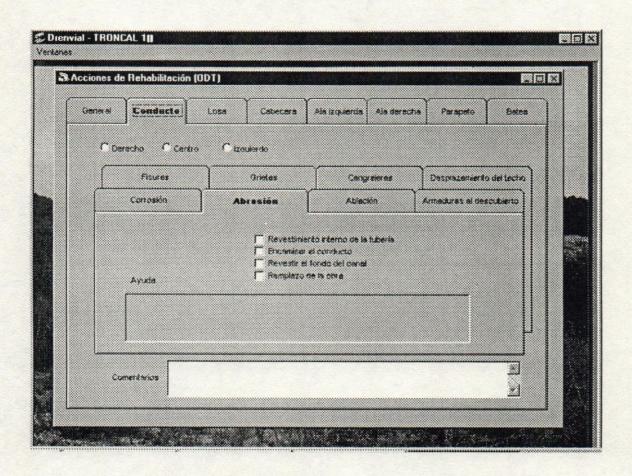
Ventana 8- Condiciones hidráulicas

Contiene la información de auditoría técnica para las condiciones hidráulicas de las obras de drenaje transversal.

ondiciones Hidráulicas (ATDT)			
1. CURSO DE AGUA SI NO	5. SOCAVACION	BATRADA	SALDA
DEFINIDO	EVIDENTE	1	
PERMANENTE	POCOS INDICIOS		
NOMBRE	PROF. ESTIMADA (m)		
2. CURSO DE AGUA RESPECTO A LA VIA	VOLUMEN ESTIMADO (m3)	f	
NORMAL OBLIGUO	6. PROFUNDIDAD DE SEDIM	EHTOS (m)	
PARALELO ANGLEO	INTERIOR DEL CONDUCTO		
SENIDO DEL FLUJO	ct. c2	C3.	
3. ALTURA MARCAS DE AGUA	CABEZAL		
INTERIOR DEL CONDUCTO	ENTRADA: S	ALDA: J	
	7. CONDICION GENERAL DI	FUHCIONAM	IENTO
MURO DE CASECERA	1. ALTO NIVEL DE AQUA A	LA ENTRADA	
ENTRADA: SALIDA	2. DESBORDAMENTO DE LA	VIA	
4. ALTURA DE AGUA AL MOMENTO DE LA EVALUACION (m):	3 FACILIDAD DE OBSTRUC	CROIN	
	4 ALTA VELOCIDAD A LA :	SALDA	T
CORRENTE	5. PROBLEMAS FRECUENTE	S	r
ESTANCADA	B. BIPLANTACION INCONVE	NENTE	

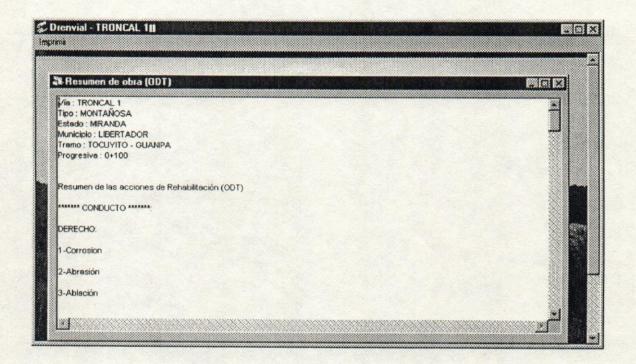
Ventana 9- Acciones de Rehabilitación

Esta ventana contiene toda la información del resultado de la selección de acciones de rehabilitación para la obra de drenaje transversal a evaluar. Para cada componente de la obra (General, Conducto, Losa, Cabecera, Alas, Parapeto y Batea) se muestran las acciones de rehabilitación asociadas a cada problema encontrado (corrosión, abrasión, ablación, armaduras al descubierto, fisuras, grietas, cangrejeras y desplazamiento del techo) en la obra. Dispone además de una ayuda escrita que en algunos casos describe el proceso constructivo y tipo de materiales a utilizar y también una opción de entrada de texto para incluir comentarios.



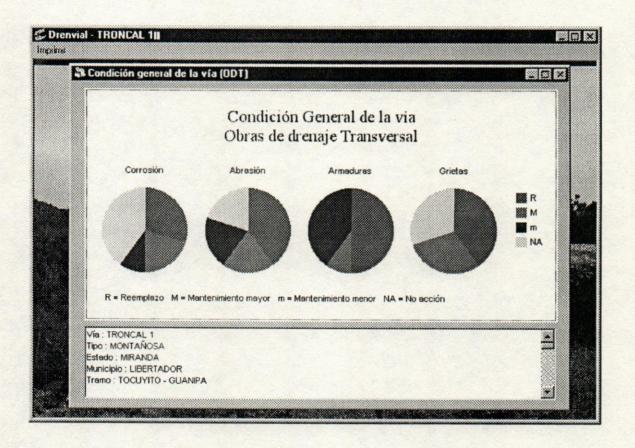
Ventana 10- Resumen de Obra

En esta ventana se muestra el reporte escrito de la selección de acciones de rehabilitación para la obra evaluada. Existe la opción de impresión del reporte.



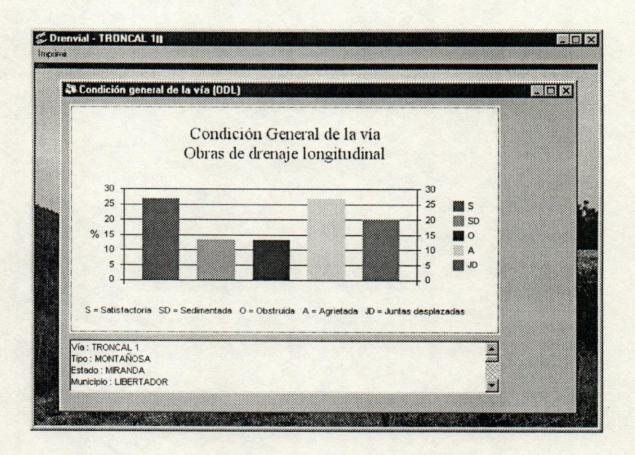
Ventana 11- Condición General de la Vía (ODT)

Contiene el reporte del diagnóstico o condición general de la vía para las obras de drenaje transversal. El reporte consiste en un gráfico de torta (pie) que muestra el porcentaje de las obras que requieren de: Reemplazo (R), Mantenimiento Mayor (M), Mantenimiento menor (m) o No acción (NA) para el total de obras evaluadas en el tramo de vía. Adicionalmente, en esta ventana se muestra el reporte escrito de la información contenida en el gráfico. Existe la opción de impresión del reporte.



Ventana 12- Condición General de la Vía (ODL)

Contiene el reporte del diagnóstico o condición de la vía para las obras de drenaje longitudinal. El reporte consiste en un gráfico de barras que muestra el porcentaje de las obras que presenten la siguiente condición: Satisfactoria, sedimentada, Obstruida, Agrietada o con Juntas Desplazadas para el total de las obras del tramo de vía evaluada. En esta ventana se muestra también el reporte escrito de la información contenida en el gráfico. Existe la opción de impresión del reporte.



3.3 Formulación y Estructura del Programa

El programa Drenvial ha sido diseñado para procesar de forma automática dos de los procedimientos que implican un mayor esfuerzo de tiempo por parte del ingeniero evaluador:

- Selección de Acciones de Rehabilitación para las obras de drenaje transversal en función del nivel de daño proveniente de la inspección.
- 2.- Determinación del Diagnóstico para la condición general de la vía en función del estado actual (físico y funcional) de las obras.

3.3.1 Selección de acciones de Rehabilitación en Obras de Drenaje Transversal

Según lo indicado en el capitulo 2 , la selección de acciones de rehabilitación para las obras de drenaje transversal se ha automatizado siguiendo el criterio mencionado y utilizando el cuadro N° 2.2.1 (Acciones de Rehabilitación- Nivel de Daño).

La rutina que permite sistematizar este procedimiento se ha formulado de la siguiente manera:

- Se genera una matriz de datos que contiene toda la información relativa al inventario y auditoría técnica para la obra (ATDT). Esta matriz tendrá 4 dimensiones:

Dimensión 1 - Componente de la obra

Dimensión 2 – Subcomponente

Dimensión 3 - Problema detectado

Dimensión 4 – Nivel de daño (planilla ATDT)

- Existen 7 componentes de la obra y 3 subcomponentes:
- 1.- Conducto: derecho, centro e izquierdo
- 2 Losa
- 3.- Cabecera: entrada y salida
- 4.- Ala izquierda: entrada y salida
- 5.- Ala derecha: entrada y salida
- 6.-Parapeto: entrada y salida
- 7.- Batea

- Existen 8 posibles problemas detectados en la obra:
- 1 Corrosión
- 2.- Abrasión
- 3.- Ablación
- 4.- Armaduras al descubierto
- 5.- Fisuras
- 6.- Grietas
- 7.- Cangrejeras
- 8.- Desplazamiento del techo
- Finalmente existen 4 niveles de daño (1 al 4)

De esta manera la matriz de información para la selección de acciones de rehabilitación que denominaremos R tendrá las siguientes dimensiones:

R (Componente, Subcomponente, Problema, Nivel de daño)

R (7,3,8,4)

Para cada posición de la matriz R existirá una o más acciones de rehabilitación asociadas. La estructura del programa ha sido diseñada de forma que cada posición represente un nivel de daño que puede ser directamente relacionado con la acción de rehabilitación de una forma automática según lo indicado en el capitulo 2.

Ejemplo: para una obra determinada la planilla de auditoría técnica (ATDT) presenta la siguiente información:

ConductoDerechoCorrosión3Componente lSubcomponente lProblema lNivel de Daño

Implica que la posición R(1,1,1,3) es verdadera, es decir, el problema detectado en el componente y subcomponente corresponde a un nivel de daño 3. Al mismo tiempo, cada acción de rehabilitación correspondiente a un problema detectado en algún componente de la obra tiene un código que puede ser relacionado con la posición actual de la matriz R.

Siguiendo con el mismo ejemplo y sobre la base del contenido del cuadro N° 2.2.1 podemos establecer que para R(1,1,1,3) la acción de rehabilitación asociado es: Revestir el fondo del canal. Esta acción corresponde a una selección de la ventana de visualización de las acciones de rehabilitación. En el punto 3.3.3 se muestra un diagrama de flujo de la estructura del programa para esta rutina.

3.3.2 Diagnóstico de la condición general de la vía

El diagnóstico de la condición e la vía para el tramo evaluado dependerá del número de obras que se identifiquen con un problema en particular y que permitan inferir el estado actual de la vía visto desde un punto de vista general de acuerdo a lo indicado en el capítulo 2. La rutina que permite sistematizar este procedimiento se ha formulado de la siguiente manera:

3.3.2.1 Drenaje transversal

Se genera un vector de datos que contiene la información de los niveles de daño asociados a un problema en particular para cada obra de la vía. Así, se han generado cuatro vectores: corrosión, abrasión, grietas y armaduras al descubierto; cada uno de los cuales posee una dimensión que está relacionado con el total de componentes que pueden presentar dicho problema en una obra.

Ejemplo:

Para corrosión son seis elementos discriminados de la siguiente manera:

Corrosión techo del conducto: derecho (1), centro (2) e izquierdo (3)

Corrosión piso del conducto: derecho (4), centro (5) e izquierdo (6)

Esto quiere decir que el vector corrosión tendrá una dimensión de seis. Para cada tipo de problema los vectores han sido discriminados de la siguiente forma:

Problema	Dimensión
Corrosión	6
Abrasión	11
Grietas	36
Armaduras	10

-Posteriormente se comprueba para cada tipo de problema cual es el nivel de daño que identifica la condición de la vía según el siguiente criterio:

Como se esta tratando de establecer la condición de la obra por problema para la generalidad de los componentes de la misma, se asume que si al menos un componente presenta un nivel de daño para el problema, la condición de la obra queda determinada por dicho nivel de daño según el siguient5e orden de prioridades:

Prioridad	Nivel de Daño	Condición	
1	4	R	
2	3	M	
3	2	m	
4		NA	

R = Restitución

M = Mantenimiento Mayor

m = Mantenimiento menor

NA = No Acción

Según este criterio si una obra presenta al menos un componente para el problema evaluado con un nivel de daño 4, se considera que la condición general de la obra es que requiere Restitución (R), lo mismo aplica para los demás niveles de daño y siguiendo el orden de prioridades indicado.

- Finalmente se genera una matriz de condición general que permite manejar la información relativa a la condición de la obra por progresiva y para cada problema considerado. Esta matriz de dos dimensiones tiene la siguiente estructura:

GENERAL (Progresiva, Problema), donde cada posición de la matriz GENERAL corresponde a la condición de la vía para ese problema y para la obra ubicada en esa progresiva.

La primera dimensión tiene un número máximo de elementos igual al número máximo de progresivas del tramo de vía evaluado; la segunda dimensión se refiere a los 4 problemas identificativos de la condición general.

Una vez generada esta matriz GENERAL el programa se encarga de contar el número de obras que presenta una determinada condición para el tipo de problema evaluado. De esta manera es posible determinar el porcentaje de obras que presentan dicha condición.

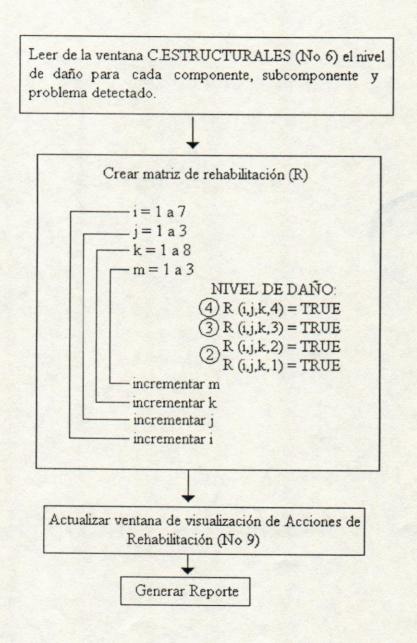
3.3.2.2 Drenaje Longitudinal

El drenaje longitudinal ha sido formulado de manera similar al transversal con la diferencia que en este tipo de obras la identificación de la condición es directamente extraída de la planilla de Inventario y Auditoría técnica (IATDL), por lo que sólo se

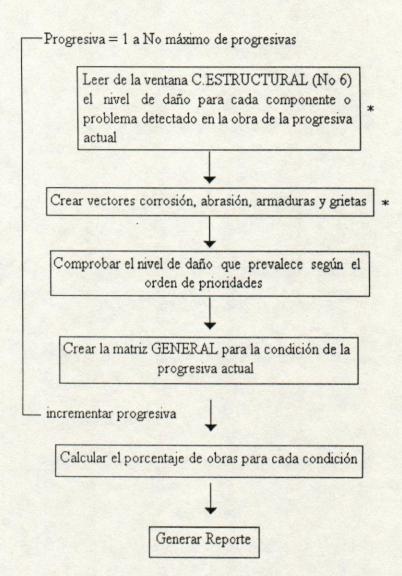
requiere de la matriz de condición general (GENERAL) pero con una sola dimensión correspondiente a la progresiva.

3.3.3 Diagramas de flujo

3.3.3.1 Selección de Acciones de Rehabilitación



3.3.3.2 Diagnóstico de la Condición de la Vía



* Aplica sólo para drenaje transversal

4. MANUAL DEL PROGRAMA

Previo al uso del programa Drenvial deberá conocerse toda la información contenida en este Manual que explica la secuencia lógica a seguir para la instalación y uso del programa. Se utilizará la información de un ejemplo incluido en los anexos para mostrar las opciones del programa.

4.1 Instalación

Junto con el material escrito en este Trabajo Especial de Grado se anexan los disquetes de instalación del programa. Son en total 5 disquetes 3 ½" etiquetados secuencialmente para la correcta instalación. El procedimiento de instalación es el siguiente:

- 1.- Introduzca el disquete etiquetado con el Nº 1 en la unidad A:\ y ejecute el programa setup.exe incluido en el disquete. Para ejecutar este programa de instalación siga los pasos estándares de Windows para este fin.
- 2.- Una vez ejecutado el programa setup.exe aparecerá una ventana de instalación que le indicará cuando insertar los disquetes en la secuencia requerida y en que unidad desea instalar el programa.
- 3.- Después de instalado el programa se crea el icono Drenvial, que puede ser ejecutado directamente desde Windows. Junto con el programa se instalan además las planillas de inspección creadas en Excel.

4.2 Lectura de Planillas de Inventario y Auditoría Técnica

Antes de usar el programa Drenvial se deberán rellenar todas las planillas de Inventario y Auditoría Técnica con la información de campo. Todas las planillas deberán ser guardadas en el mismo directorio de Windows y con el mismo nombre con la que han sido instalados:

- 1.- Información de los datos de vía: DATOSVIA XLS
- 2.- Planilla IATDL para usar en Drenvial: D.LONGITUDINAL.XLS
- 3.-Condiciones estructurales: C.ESTRUCTURAL XLS
- 4.-Características físicas: C.FISICAS.XLS
- 5.-Condiciones hidráulicas: C.HIDRAULICAS.XLS
- 6.-Obras complementarias: O.COMPLEMENTARIA.XLS

Estas planillas son inicialmente guardadas en el mismo directorio en que han sido instalado el programa.

Todas las planillas tienen un máximo de 60 progresivas a excepción de la planilla DATOSVIA y de la planilla O.COMPLEMENTARIA. Esta última tiene 120 progresivas de las cuales las primeras 60 corresponden al drenaje transversal y las siguientes 60 progresivas corresponden al drenaje longitudinal.

4.3 Secuencia lógica de uso.

A continuación se describe la secuencia lógica de uso del programa:

- 1.- Una vez instalado el programa se ejecuta desde windows el programa

 Drenvial exe haciendo doble click sobre el icono.
- 2.- A continuación aparece la ventana de presentación Drenvial, debe hacerse click sobre esta ventana para continuar.



3.- Desaparecerá la ventana de presentación y aparece la ventana principal del programa: Rehabilitación de obras de drenaje en carreteras.



4.- Antes de seleccionar el tipo de obra, el evaluador deberá hacer click sobre el menú Abrir vía. Aparecerá el cuadro de dialogo Abrir que permite seleccionar la dirección donde están guardadas todas las planillas de información de excel.

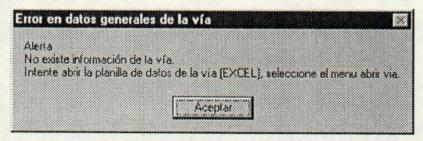


- 5.- Una vez ubicada la ruta (directorio) donde se encuentran las planillas debe abrirse el archivo correspondiente a la planilla de datos generales de la vía a evaluar (DATOSVIA.XLS)
- 6.- La información de la ventana principal se actualiza con los datos generales de la vía.

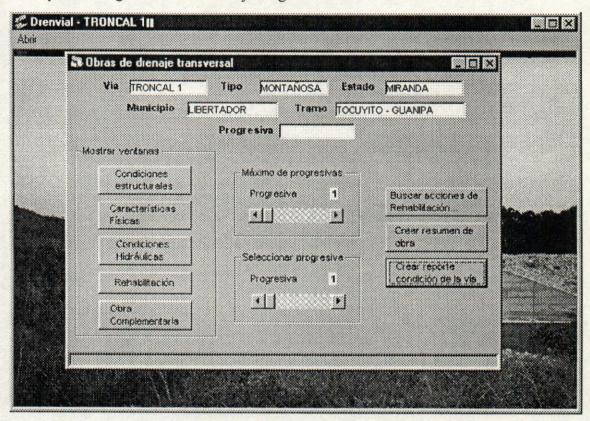


En este momento se puede seleccionar cualquier opción para el tipo de obra de drenaje a evaluar: transversal o longitudinal.

Si se intenta seleccionar alguna de las opciones del tipo de obra de drenaje sin haber realizado el paso 5 aparecerá un mensaje de error que alerta al usuario, impidiendo el avance del programa.



7.- Si se escoge la opción de drenaje transversal aparecerá la ventana de visualización de obras de drenaje transversal o la ventana de obras drenaje longitudinal si la opción escogida fue la de drenaje longitudinal.

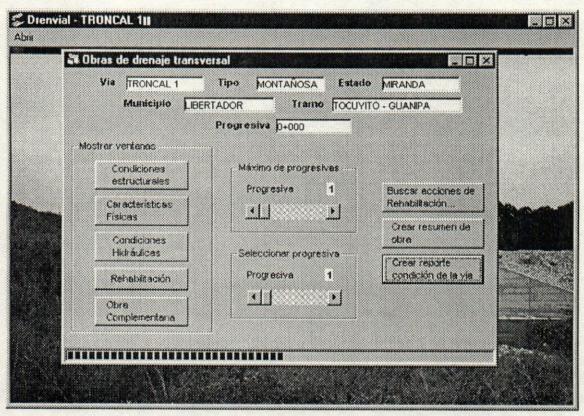


4.3.1 Drenaje transversal

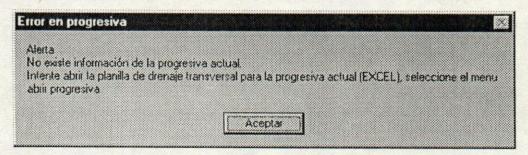
1.-Cuando aparece la ventana de obras de drenaje transversal los datos generales de la vía a evaluar se muestran en la ventana, sin embargo, no se muestra la información de la progresiva de la obra, por lo que el primer paso será abrir la progresiva de la obra de drenaje actual.

Previo a este paso se deberá seleccionar cual es la progresiva de la obra y el número máximo de obras de drenaje transversal (Nº máximo de progresivas) del tramo de vía, para esto se deberá hacer click sobre el control de progresiva actual y el control de número máximo de progresivas.

2.- Una vez seleccionada la progresiva actual y el número máximo de progresivas se procede a abrir la información de la planilla de auditoría técnica (ATDT) haciendo click sobre el menú abrir progresiva. En este momento el programa comenzará a leer la información de las planillas de condición estructural, físicas, hidraúlicas y obras complementarias de la auditoría técnica para esa progresiva y se actualizará la información en las ventanas de visualización respectivas. Una vez leídos los datos, el programa muestra la progresiva actual de la obra a evaluar. Esto indica que los datos han sido actualizados para esta progresiva.



Si se intenta seleccionar las opciones de resumen de obra o de acciones de rehabilitación de esta ventana sin abrir la progresiva actual, aparecerá un mensaje de error que alerta al usuario, impidiendo el avance del programa para esa opción.

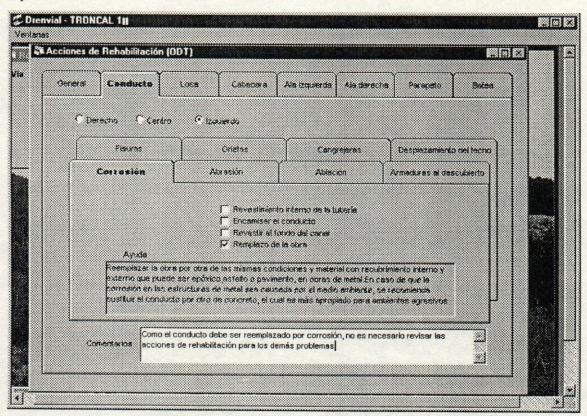


3.- Se puede observar, sin editar, la información contenida en las planillas de auditoría técnica haciendo click sobre la opción indicada. Aparecerá la ventana con la información actualizada para la progresiva actual.

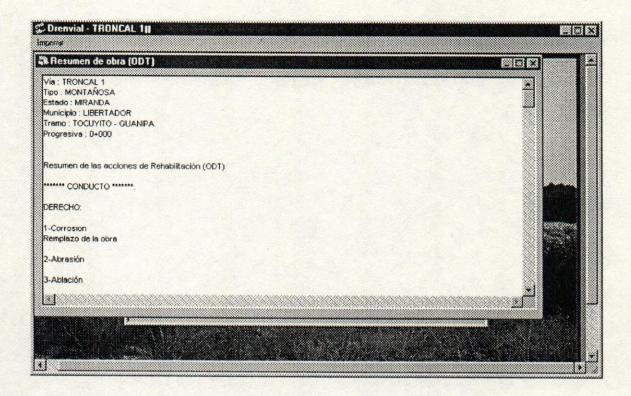
PROBLEMA ESTRUCTURA	CONDUCTO	LOSA CABECERA	ALA IZO.	ALA DER.	TALUD	PARAPETO	BATEA
	DER CEN IZO	ENT SAL	ENT SAL	ENT SAL	DER IZO		
ABRASION		国国国					14
ASLACION	000 0000000 00 0 00000 000000						4
CORROSION CORONA COPPROSION FONDO	13 1 13						
ARMADURA AL DESCUBERTO	4 4		7	3 [
ABOLLADURA	FFF	, , , , , ,	1.4 1	1.00			
FISURA LONGITUDINAL						13	
FISURA TRANSVERSAL FISURA INCLINADA	3 4					3	
ORIETAS LONGITUDINAL	3						
ORIETAS TRANSVERSAL	1-1-1-	3 3	3			4	3
ORIETAS INCLINADAS	h hi		3			 	3
ROTURAS							
JUNTAS LONG, ABERTAS							
AMTAS TRANS, ABIERTAS CALIDAD DEL CONCRETO		r r	· ·	·····			
ASENTAMENTO	+++						I I
CANGREJERAS	1 2		4	2 4			
MALA COLOGACION DE CHAPAS							
TERRAPLEN EROSIONADO TERRAPLEN DESLIZADO					FF		
FALLA DE ENCOFRADO			· ·	, , -	1 1		
DESPLAZAMENTO DEL TECHO	1.						
s. Calibre deficiente							
b. Relieno deticiente							

- 4.- En este momento se puede proceder a determinar las acciones de rehabilitación para la obra haciendo click sobre la opción de acciones de rehabilitación. El programa comienza a procesar la información para seleccionar de manera automática dichas acciones.
- 5.- Una vez finalizado los cálculos se procede a abrir la ventana de rehabilitación haciendo click sobre la opción respectiva.
- 6.- Aparecerá la ventana de visualización conteniendo la información de las acciones de rehabilitación procesadas y seleccionadas por el programa. En esta ventana el profesional evaluador podría modificar según su criterio la opción de rehabilitación seleccionada y cambiarla por una de su preferencia, haciendo click sobre el cuadro de opciones indicado. Además se pueden agregar comentarios en el cuadro de texto

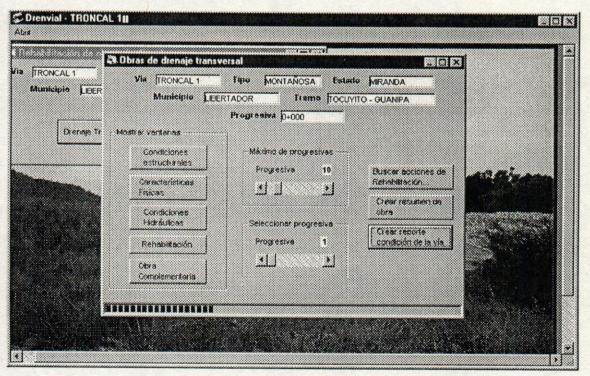
correspondiente. Las modificaciones que se realizan durante este proceso aparecerá en el reporte de obra.



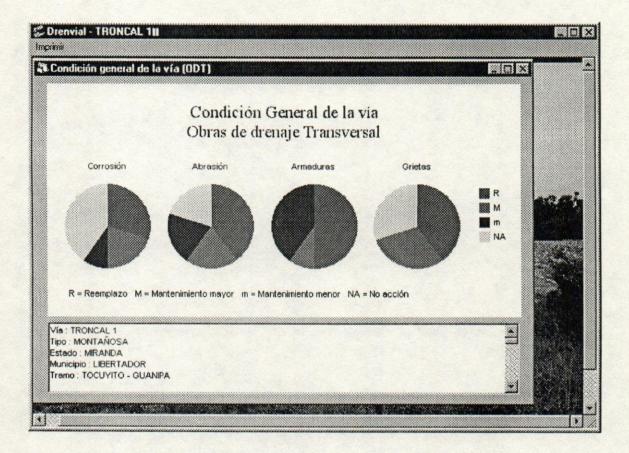
7.- Para generar el reporte escrito del resumen de las acciones de rehabilitación para la obra el usuario deberá hacer click sobre la opción correspondiente y aparecerá una ventana de texto donde se incluye el reporte. El texto de este reporte puede ser modificado o editado por el usuario. Este reporte puede ser impreso haciendo click sobre el menú imprimir reporte.



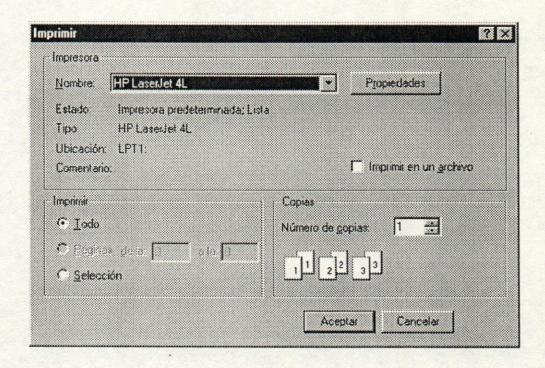
8.- Finalmente se ejecuta la rutina del reporte de la condición de la vía haciendo click sobre la opción respectiva. La barra de progreso ubicado en el extremo inferior de la ventana indicará el avance de los cálculos.



Aparecerá la ventana conteniendo el reporte gráfico y escrito de la condición de la vía



9.- Cualquiera de los dos reportes (gráfico y escrito) pueden ser impresos haciendo click sobre el menú de impresión de la ventana de reporte. Aparecerá el cuadro de impresión para la configuración de su impresora.



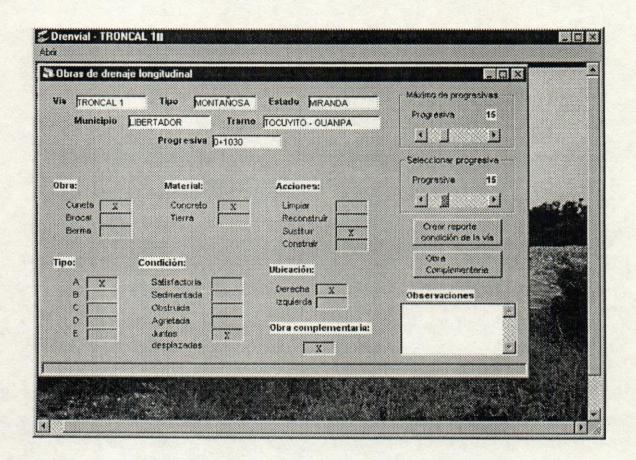
4.3.2 Drenaje longitudinal

1.-Cuando aparece la ventana de obras de drenaje longitudinal los datos generales de la vía a evaluar se muestran en la ventana, sin embargo, no se muestra la información de la progresiva de la obra, por lo que el primer paso será abrir la progresiva de la obra de drenaje actual.

Previo a este paso se deberá seleccionar cual es la progresiva de la obra y el número máximo de obras de drenaje longitudinal (Nº máximo de progresivas) del tramo de vía, para esto se deberá hacer click sobre el control de progresiva actual y el control de número máximo de progresivas.

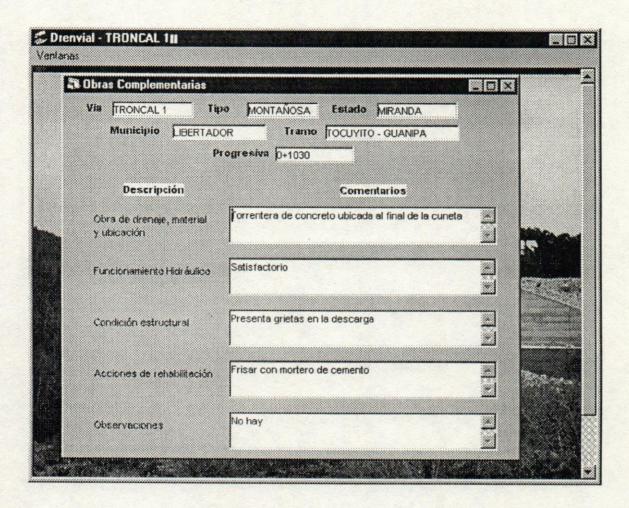
2.- Una vez seleccionada la progresiva actual y el número máximo de progresivas se procede a abrir la información de la planilla de auditoría técnica de obras de drenaje longitudinal haciendo click sobre el menú abrir progresiva.

En este momento el programa comenzará a leer la información de las planillas D.LONGITUDINAL y O.COMPLEMENTARIAS para esa progresiva y se actualizará la información en las ventanas de visualización respectivas. Una vez leído los datos el programa muestra la progresiva actual de la obra a evaluar. Esto indica que los datos han sido actualizados para esta progresiva.

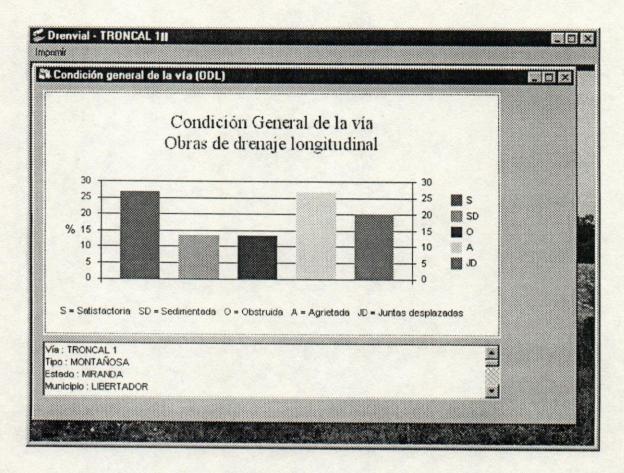


Si se intenta seleccionar las opciones de resumen de obra o de acciones de rehabilitación de esta ventana sin abrir la progresiva actual, aparecerá un mensaje de error que alerta al usuario, impidiendo el avance del programa para esa opción.

3.- Se puede observar, sin editar, la información contenida en las planillas de auditoría técnica haciendo click sobre la opción indicada. Aparecerá la ventana con la información actualizada para la progresiva actual.



4.- Finalmente se ejecuta la rutina del reporte de la condición de la vía haciendo click sobre la opción respectiva. La barra de progreso ubicado en el extremo inferior de la ventana indicará el avance de los cálculos. Aparecerá la ventana conteniendo el reporte gráfico y escrito de la condición de la vía.



5.- Cualquiera de los dos reportes (gráfico y escrito) pueden ser impresos haciendo click sobre el menú de impresión de la ventana de reporte. Aparecerá el cuadro de impresión para la configuración de su impresora.

5. CONCLUSIONES

- 1.- El programa Visual Basic es una excelente herramienta de programación para crear soluciones de computación de cualquier proceso que requiera ser automatizado a través de una interfaz totalmente amigable y de uso interactivo y sencillo.
- 2.- El programa Drenvial facilita los trabajos de oficina que consumen mayor tiempo por parte del ingeniero evaluador como son el diagnóstico de la condición de la vía y la selección de acciones de rehabilitación para las obras de drenaje longitudinal y transversal.
- 3.- La disponibilidad de un programa que permita estandarizar los procesos de diagnóstico y selección de acciones de rehabilitación obliga a la normalización y sistematización de los procedimientos a utilizar en los estudios de rehabilitación de carreteras, facilitando el trabajo del organismo revisor.
- 4.- Es evidente la importancia que representa disponer de un programa de computación como Drenvial, hecho en el país, que pueda ser ajustado y modificado en función de las experiencias locales de rehabilitación vial que se presenten en el futuro, tomando en cuenta las observaciones y comentarios de los ingenieros encargados de realizar y revisar este tipo de estudios.
- 5.- Es posible aprovechar la opción de comunicación entre programas disponible en Visual Basic (Intercambio Dinámico de Datos mediante Conversaciones DDE) para que las planillas de Inventario y Auditoría Técnica puedan ser llenadas en formatos de planillas realizadas en Excel previamente al uso del programa Drenvial, facilitando de este modo el manejo de información proveniente de la inspección en campo, sin necesidad que el ingeniero evaluador tenga que vaciar la información de campo.
- 6.- Se pueden identificar problemas típicos del tramo de vía evaluado utilizando el reporte del diagnóstico de la condición general de la vía que emite el programa Drenvial y relacionarlo con características regionales (tipo de vía, topografía, suelo,

características del agua, intervención de cuencas, erosión, etc). De esta manera los organismos oficiales encargados de mantener la red vial del país podrán evaluar que medidas preventivas deben tomarse para minimizar los daños que en las obras de drenaje producen estos aspectos regionales.

6. RECOMENDACIONES.

- 1.- El personal que maneja el programa Drenvial debe ser calificado (Ingeniero) y capaz de interpretar los resultados de los reportes gráficos y escritos que emite el programa.
- 2.- El profesional evaluador que utilice el programa debe conocer La "Guía para la Evaluación y Rehabilitación de las Obras de Drenaje en Carreteras".
- 3.- El programa Drenvial puede ser complementado con una base de datos fotográfica que permita visualizar cada obra en el momento de utilizar el programa, y facilitar la toma de decisiones durante la selección de acciones de rehabilitación.
- 4.- Podrían agruparse partidas de construcción típicas de las obras de drenaje en carreteras para crear una base de datos que permita generar cómputos métricos de una manera automática con el objeto de hacer un estimado de costos para las acciones de rehabilitación propuestas. La información de la base de datos deberá ser accesada por Drenvial para poder procesar los cómputos sobre la base de las dimensiones de la obra y el reporte de acciones de rehabilitación del programa.
- Previo al uso del programa se deberá tener conocimiento del Manual del Programa y conocimientos generales de Windows.
- 6.- Se recomienda anexar a Drenvial una rutina de cálculo hidráulico de alcantarillas para poder evaluar de forma automática los cambios propuestos en caso de que la acción de rehabilitación implique sustitución por mal funcionamiento hidráulico de la alcantarilla.

7. BIBLIOGRAFIA

BANGARAY, Manuel; "Introducción al mantenimiento Vial"; Departamento de Ingeniería Vial, UCV; Caracas; 1994.

CARCIENTE, José; "Carreteras"; Ediciones Vega; España; 1980.

CHARTE, Francisco; "Programación con Visual Basic 5.0"; Ediciones Anaya Multimedia; Madrid; 1997.

CORNERO, Guillermo; "Curso Latinoamericano de Postgrado en Carreteras, Area: Alcantarillas"; Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y agrimensura; Tomos I y II; Argentina; 1991.

FRANCESCHI, Luis; "Drenaje Vial"; Editorial Fundación Juan José Aguerrevere, Fondo Editorial CIV; Caracas; 1984.

MENGUAL, Mario y CARRILLO, Alfredo; "Apuntes sobre Drenaje Vial"; Sociedad Venezolana de Ingeniería Hidráulica; Caracas; 1978.

PEREIRA, Patricia; "Guía para la Evaluación y Rehabilitación de Obras de Drenaje en Carreteras"; Trabajo Especial de Grado, UCAB; Caracas; 1995.