

Universidad de los Andes  
Facultad de Ingeniería  
División de Estudios de Postgrado  
Centro de Simulación y Modelado – CESIMO

# **Índices Predictivos del Riesgo de Incendios para La Cuenca Alta del Río Caroní**

Tesis para optar al grado de Magíster Scientiae en “Modelado y Simulación de Sistemas”

Autora: Ing. Marianela Dávila J.  
Tutora: Dra. Magdiel Ablan.  
Cotutor: Dr. Hebert Hoeger.

Mérida – Venezuela  
Octubre 2005

*A mi madre,  
ejemplo de valentía,  
humanidad, inteligencia,  
fortaleza, amistad y  
amor eterno...*

## RESUMEN

En el presente estudio se desarrolló un sistema que modela el riesgo de incendios de vegetación en la cuenca alta del río Caroní, en el Estado Bolívar. El sistema está compuesto de cuatro diferentes índices: el índice de Extremadura, el índice de Monte Alegre, el índice Cartográfico del Caroní y el índice de Canadá.

El índice Cartográfico fue desarrollado específicamente para la zona en estudio en trabajos anteriores desarrollados por el Centro de Simulación y Modelado (CESIMO), los tres índices restantes fueron adaptados a las condiciones del área o transformados para darles una expresión espacial.

El sistema integrado de los índices se denominó Sistema Apok, este sistema fue implementado como un menú desplegable y una barra de herramientas dentro del software para sistemas de información geográfica Arcview 3.2. El sistema permite generar los índices para una fecha o rango de fechas en específico a partir de información meteorológica y cartográfica de la zona y datos históricos provenientes del sistema de información para el control de incendios de vegetación (SIPCIV).

El sistema Apok se utilizará en el programa de control de incendios de vegetación (PCIV) de la compañía electrificación del Caroní (EDELCA), como una herramienta para el soporte en la toma de decisiones relacionadas al manejo y control de los incendios de vegetación en el área de influencia del programa.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	III
TABLA DE CONTENIDO .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XIV
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.1 Antecedentes .....	4
1.2 Planteamiento del Problema .....	6
1.3 Justificación.....	7
1.4 Objetivos .....	7
1.4.1 General .....	7
1.4.2 Específicos.....	8
1.5 Integración Interdisciplinaria .....	8
CAPÍTULO 2 - MARCO REFERENCIAL.....	9
2.1 La Cuenca del Río Caroní.....	9

2.2	Electrificación del Caroní - EDELCA.....	11
2.3	Programa de Control de Incendios de Vegetación – PCIV.....	12
2.4	Generalidades de los Índices de Riesgo de Incendios.....	14
2.5	Los Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	19
CAPÍTULO 3 – MARCO TEÓRICO .....		22
3.1	Introducción .....	22
3.1.1	Índice de Riesgo de Incendios Forestales de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza del Ministerio del Ambiente de España (DGCN), Caso Extremadura .....	23
3.1.1.1	Riesgo de Incendios Asociado a la Siniestralidad o Frecuencia .....	23
3.1.1.2	Riesgo de Incendios Asociado a la Causalidad.....	25
3.1.1.3	Riesgo de Incendios Asociado al Combustible Disponible .....	27
3.1.1.4	Calculo Final del Riesgo de Incendios.....	28
3.1.2	Índice Meteorológico de Monte Alegre o de Soarez .....	29
3.1.3	Índice de Peligro de Propagación de Incendios Forestales, Desarrollado por Rodríguez y Moretti.....	30
3.1.4	Índice Meteorológico de Riesgo de Incendios de Canadá (FWI).....	34
3.1.4.1	Simbología usada en las ecuaciones: .....	36
3.1.4.2	Procedimientos y Ecuaciones.....	40
3.1.5	Sistema de Evaluación de Riesgo de Incendios de los Estados Unidos (NFDRS) .....	46
3.1.5.1	Variables de Entrada .....	47
3.1.5.2	Variables de Salida .....	49
3.1.6	Sistema Métrico de Riesgo de Incendios de Mc Arthur.....	50
3.1.6	Modelo de Riesgo de Incendios de Perú, Caso Piura y Lambayeque....	52
3.1.6.1	Factores Antrópicos.....	52

3.1.6.2	Índices de Vegetación .....	53
3.1.6.3	Factor Climático .....	54
3.1.6.4	Índice de Riesgo de Incendios .....	55
3.1.7	Índice de Alerta Meteorológica de Francia .....	55
3.1.8	Modelo Meteorológico para Predecir el Riesgo de Fuegos Forestales en Toscana, Italia.....	56
3.1.8.1	Relación entre las Condiciones Meteorológicas y el Riesgo de Incendios .....	56
3.1.8.2	Elaboración de un Índice de Impacto .....	56
3.1.8.3	Elaboración del Índice Meteorológico de Riesgo.....	57
3.1.8.4	Elaboración de un Índice Meteorológico Final de Riesgo de Incendios .....	59
3.1.9	Modelo Cartográfico de Riesgo de Incendios, Caso Cuenca Alta del Caroní .....	59
3.1.9.1	Cercanía a Vías y Rutas de Penetración .....	60
3.1.9.2	Cercanía a Centros Poblados .....	61
3.1.9.3	Inflamabilidad del Tipo de Vegetación .....	61
3.1.9.4	Estado Sucesional del Tipo de Vegetación.....	61
3.1.9.5	Cercanía a Ríos.....	62
3.1.9.6	Cercanía a la Vía Principal .....	62
3.1.9.7	Densidad de Incendios.....	63
3.1.9.8	Índice Final de Riesgo de Incendios.....	63
3.2	Selección de los Índices.....	63
3.2.1	Índices Meteorológicos .....	64
3.2.2	Índices Estructurales .....	64
CAPÍTULO 4 - ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN .....		65
4.1	Información Cartográfica .....	65

4.2	Información Meteorológica .....	66
4.3	Información Histórica de los Incendios.....	67
4.4	Parámetros y Variables .....	68
4.4.1	Tipo de Incendios de acuerdo al Área de Afectación.....	69
4.4.2	Tipo de Causas.....	69
4.4.3	Tipo de Vegetación.....	71
4.4.4	Descuento por Lluvia.....	71
4.4.5	Inflamabilidad del Tipo de Vegetación .....	72
4.4.6	Importancia Sucesional.....	73
4.4.7	Pesos de los Criterios del Índice Cartográfico.....	74
CAPÍTULO 5 - IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES.....		76
5.1	Especificaciones de los Índices .....	76
5.2	Especificaciones del Software .....	78
5.3	Implementación .....	79
5.3.1	Índices Meteorológicos .....	79
5.3.1.1	Implementación del Índice de Monte Alegre o Soarez .....	79
5.3.1.2	Implementación del Índice de Canadá.....	86
5.3.2	Índices Estructurales .....	91
5.3.2.1	Implementación del Índice de Riesgo de Extremadura - España.....	91
5.3.2.2	Implementación del Índice Cartográfico.....	96
5.4	El Sistema Apok.....	108
5.4.1	El Sistema Apok como una Herramienta de Apoyo para el Programa de Prevención de Incendios.....	112
CAPÍTULO 6 - VALIDACIÓN .....		114

6.1	Validación de los Índices Estructurales.....	115
6.2	Validación de los Índices Meteorológicos.....	121
	CONCLUSIONES .....	126
	RECOMENDACIONES.....	128
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	129
	ANEXOS .....	134



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 – UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA DEL CARONÍ .....	9
FIGURA 2.2 – UBICACIÓN DE LOS CENTROS DE OPERACIONES.....	13
FIGURA 2.3 – UBICACIÓN DE LAS CASETAS DE OBSERVACIÓN .....	13
FIGURA 3.1 - COMPONENTES DEL ÍNDICE CANADIENSE.....	35
FIGURA 3.2 - ECUACIONES PARA CALCULAR EL FFMC.....	40
FIGURA 3.3 - ECUACIONES PARA CALCULA EL DMC.....	42
FIGURA 3.4 - ECUACIONES PARA CALCULAR EL LE .....	43
FIGURA 3.5 - ECUACIONES PARA CALCULA EL DC.....	43
FIGURA 3.6 - ECUACIONES PARA CALCULAR EL LF. ....	44
FIGURA 3.7 - ECUACIONES PARA CALCULAR EL FWI. ....	45
FIGURA 3.8 - COMPONENTES DE ÍNDICE NFDRS .....	48
FIGURA 4.1 - UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS .....	67
FIGURA 5.1 - DIAGRAMA DE FLUJO PARA GENERAR EL FACTOR DE CORRECCIÓN POR PRECIPITACIÓN.....	80
FIGURA 5.2 - DIAGRAMA DE FLUJO PARA GENERAR LA CAPA DE HUMEDAD RELATIVA DE LA CUENCA.....	80
FIGURA 5.3 - DIAGRAMA DE FLUJO DEL ÍNDICE METEOROLÓGICO DE MONTE ALEGRE. ...	81
FIGURA 5.4 – VENTANA DE DATOS PARA LA INTERPOLACIÓN DE HUMEDAD .....	82
FIGURA 5.5 – VENTANA DE MAP CALCULATOR .....	82
FIGURA 5.6 – HUMEDAD INTERPOLADA EN LA CUENCA.....	83
FIGURA 5.7 – EVALUACIÓN DE LOS INTERVALOS DE LA TABLA 4.4.....	84
FIGURA 5.8 – CAPA DE DESCUENTO POR LLUVIA .....	84
FIGURA 5.9 – CÁLCULO DEL ÍNDICE DE MONTE ALEGRE EN MAP CALCULATOR .....	85
FIGURA 5.10 - ÍNDICE METEOROLÓGICO DE MONTE ALEGRE PARA EL 04/02/2002.....	85
FIGURA 5.11 - CÓDIGO DE HUMEDAD DEL COMBUSTIBLE FINO FFMC.....	87
FIGURA 5.12 - CÓDIGO DE HUMEDAD DEL MANTILLO DMC .....	87
FIGURA 5.13 - CÓDIGO DE SEQUÍA DC.....	87

FIGURA 5.14 - ÍNDICE DE PROPAGACIÓN INICIAL ISI.....	88
FIGURA 5.15 - ÍNDICE DE PROPAGACIÓN INICIAL .....	88
FIGURA 5.16 - ÍNDICE DE COMBUSTIBLE DISPONIBLE BUI.....	89
FIGURA 5.17 - ÍNDICE DE COMBUSTIBILIDAD.....	89
FIGURA 5.18 - ÍNDICE DE RIESGO DE INCENDIOS FWI .....	90
FIGURA 5.19 - ÍNDICE DE RIESGO DE CANADÁ.....	90
FIGURA 5.20 - DIAGRAMA DE FLUJO PARA GENERAR EL ÍNDICE DE FRECUENCIA EN EL ANÁLISIS RÁSTER. ....	92
FIGURA 5.21 - ÍNDICE DE FRECUENCIA DEL ANÁLISIS RÁSTER.R.....	92
FIGURA 5.22 - DIAGRAMA DE FLUJO PARA GENERAR EL ÍNDICE DE CAUSALIDAD EN EL ANÁLISIS RÁSTER. ....	93
FIGURA 5.23- ÍNDICE DE CAUSALIDAD DEL ANÁLISIS RÁSTER.....	93
FIGURA 5.24 - DIAGRAMA DE FLUJO PARA GENERAR EL ÍNDICE DE COMBUSTIBILIDAD EN EL ANÁLISIS RÁSTER. ....	94
FIGURA 5.25 - ÍNDICE DE COMBUSTIBILIDAD DEL ANÁLISIS RÁSTER. ....	94
FIGURA 5.26 - DIAGRAMA DE FLUJO PARA GENERAR EL ÍNDICE ESPACIO-TEMPORAL EN EL ANÁLISIS RÁSTER. ....	95
FIGURA 5.27 - ÍNDICE DE RIESGO DE INCENDIOS DE EXTREMADURA. ....	95
FIGURA 5.28 - CRITERIO DE CERCANÍA A VÍAS Y RUTAS DE PENETRACIÓN. ....	97
FIGURA 5.29 - CRITERIO DE CERCANÍA A VÍAS Y RUTAS DE PENETRACIÓN .....	98
FIGURA 5.30 - CRITERIO DE CERCANÍA A CENTROS POBLADOS .....	99
FIGURA 5.31 - CRITERIO DE CERCANÍA A CENTROS POBLADOS .....	100
FIGURA 5.32 - CRITERIO DE INFLAMABILIDAD DEL TIPO DE VEGETACIÓN.....	100
FIGURA 5.33 - CRITERIO DE INFLAMABILIDAD DEL TIPO DE VEGETACIÓN.....	101
FIGURA 5.34 - CRITERIO DEL ESTADO SUCESIONAL DEL TIPO DE VEGETACIÓN.....	101
FIGURA 5.35 - CRITERIO DEL ESTADO SUCESIONAL DEL TIPO DE VEGETACIÓN.....	102
FIGURA 5.36 - CRITERIO DE CERCANÍA A RÍOS.....	103
FIGURA 5.37 - CRITERIO DE CERCANÍA A RÍOS.....	104
FIGURA 5.38 - CRITERIO DE CERCANÍA A LA VÍA PRINCIPAL .....	105

FIGURA 5.39 – CRITERIO DE CERCANÍA A LA VÍA PRINCIPAL .....	106
FIGURA 5.40 – CRITERIO DE DENSIDAD DE LOS INCENDIOS .....	106
FIGURA 5.41 – CRITERIO DE DENSIDAD DE INCENDIOS .....	107
FIGURA 5.42 – ÍNDICE DE RIESGO DE INCENDIOS CARTOGRÁFICO.....	107
FIGURA 5.43 – ÍNDICE DE RIESGO DE INCENDIOS CARTOGRÁFICO.....	108
FIGURA 5.44 – MENÚ DESPLEGABLE Y BOTONES DEL SISTEMA APOK .....	109
FIGURA 5.45 – DIÁLOGO DE CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA APOK.....	109
FIGURA 5.46 – DIÁLOGO DE DATOS METEOROLÓGICOS DEL SISTEMA APOK .....	110
FIGURA 5.47 – DIÁLOGO DE CONFIGURACIÓN DE PESOS DEL SISTEMA APOK.....	111
FIGURA 5.48 – DIÁLOGO DEL ÍNDICE DE MONTE ALEGRE.....	111
FIGURA 5.49 – ÍNDICE DE RIESGO DE INCENDIOS DE MONTE ALEGRE.....	112
FIGURA 6.1 – TABLA DE NÚMERO DE INCENDIOS Y PORCENTAJE DE CELDAS DEL ÍNDICE DE EXTREMADURA .....	115
FIGURA 6.2 – ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE SPEARMAN PARA EL ÍNDICE DE EXTREMADURA.....	116
FIGURA 6.3 –ÍNDICE DE EXTREMADURA PARA EL AÑO 1993 .....	118
FIGURA 6.4 –ÍNDICE DE EXTREMADURA PARA EL AÑO 19 .....	119
FIGURA 6.5 – TABLA DE NÚMERO DE INCENDIOS Y PORCENTAJE DE CELDAS DEL ÍNDICE DE MONTE ALEGRE .....	122
FIGURA 6.7 – PROCEDIMIENTO DE VALIDACIÓN DE LOS ÍNDICES METEOROLÓGICOS.....	123
FIGURA 6.8 – ANÁLISIS DE CORRELACIÓN PARA EL ÍNDICE DE MONTE ALEGRE .....	123

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.1 - PESOS ASIGNADOS AL TIPO DE INCENDIO SEGÚN SU TAMAÑO EN EL ÍNDICE DE DGCN.....	24
TABLA 3.2 - CLASES DE RIESGO ASOCIADO A LA FRECUENCIA DE INCENDIOS, ÍNDICE DGCN.....	25
TABLA 3.3 - PESOS DE LOS INCENDIOS DE ACUERDO A SU CAUSA, ÍNDICE DGCN .....	26
TABLA 3.4 - CLASES DE RIESGO ASOCIADO A LAS CAUSAS DE LOS INCENDIOS, ÍNDICE DGCN.....	26
TABLA 3.5 - PESOS DE LOS INCENDIOS DE ACUERDO A COMBUSTIBLE, ÍNDICE DGCN .....	27
TABLA 3.6 - CLASES DE RIESGO ASOCIADO A COMBUSTIBLE, ÍNDICE DGCN .....	28
TABLA 3.7 - ESCALA DE RIESGO, ÍNDICE METEOROLÓGICO DE MONTE ALEGRE .....	30
TABLA 3.8 - DESCUENTO POR LLUVIA, ÍNDICE METEOROLÓGICO DE MONTE ALEGRE.....	30
TABLA 3.9 - TABLA DE TEMPERATURA, ÍNDICE DE RODRÍGUEZ Y MORETTI.....	32
TABLA 3.10 - TABLA DE HUMEDAD, ÍNDICE DE RODRÍGUEZ Y MORETTI.....	32
TABLA 3.11 - TABLA DE VELOCIDAD DEL VIENTO, ÍNDICE DE RODRÍGUEZ Y MORETTI.....	33
TABLA 3.12 - TABLA DE DÍAS CONSECUTIVOS SIN LLUVIA, ÍNDICE DE RODRÍGUEZ Y MORETTI.....	33
TABLA 3.13 - RIESGO TOTAL, ÍNDICE DE RODRÍGUEZ Y MORETTI.....	34
TABLA 3.14 - RANGO DE VALORES PARA EL ÍNDICE ANTRÓPICO PERUANO .....	53
TABLA 3.15 - RANGO DE VALORES PARA EL ÍNDICE DE VEGETACIÓN PERUANO .....	54
TABLA 3.16 - ÍNDICE DE ALERTA METEOROLÓGICA DE FRANCIA.....	55
TABLA 3.17 - ÍNDICE DE RIESGO PARCIAL PARA LAS DIFERENTES VARIABLES. RH = HUMEDAD RELATIVA,.....	58
TABLA 18 TABLA 3.18 - ÍNDICE TOTAL DE RIESGO .....	59
TABLA 19 TABLA 4.1 - DESIGNACIÓN DEL TIPO DE INCENDIO .....	69
TABLA 20 TABLA 4.2 - PESO DE LAS CAUSAS.....	70
TABLA 21 TABLA 4.3 - PESO DE ACUERDO AL TIPO DE VEGETACIÓN.....	71
TABLA 22 TABLA 4.4 - DESCUENTO POR LLUVIA CAÍDA .....	72

TABLA 23 TABLA 4.5 - PESOS SEGÚN LA INFLAMABILIDAD DE LA VEGETACIÓN .....	73
TABLA 24 TABLA 4.6 - PESOS SEGÚN LA IMPORTANCIA DE PRESERVACIÓN .....	74
TABLA 25 TABLA 4.7 - PESOS DE LOS CRITERIOS DEL ÍNDICE CARTOGRÁFICO .....	75

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 - MAPA DE VEGETACIÓN.....	134
ANEXO 2 - MAPA DE VÍAS Y RUTAS DE PENETRACIÓN.....	135
ANEXO 3 - MAPA DE CENTROS POBLADOS .....	136
ANEXO 4 - MAPA DE RÍOS.....	137
ANEXO 5 - MAPA DE LA VÍA PRINCIPAL .....	138
ANEXO 6 - MAPA DE CASETAS DE OBSERVACIÓN.....	139
ANEXO 7 - MAPA DE CENTROS DE OPERACIONES .....	140
ANEXO 8 - SCRIPTS PRINCIPAL EN AVENUE PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EXTREMADURA.....	141
ANEXO 9 - SCRIPTS PRINCIPAL EN AVENUE PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE MONTE ALEGRE.....	152
ANEXO 10 - SCRIPTS PRINCIPAL EN AVENUE PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CANADÁ.....	159
ANEXO 11 - SCRIPTS PRINCIPAL EN AVENUE PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CARTOGRÁFICO.....	168
ANEXO 12 - EJEMPLO DE TABLA DE DATOS METEOROLÓGICOS .....	180

## INTRODUCCIÓN

En base a las necesidades del Programa de Control de Incendios de la Vegetación (PCIV) llevado a cabo por La Electrificación del Caroní (EDELCA), el presente proyecto se plantea el desarrollo y la implementación de un sistema de riesgo de incendios para la cuenca alta del río Caroní, como una herramienta integrada dentro de un sistema de información geográfica (SIG) que le permita al programa generar información para la toma de decisiones en las actividades de detección y combate.

En el sistema se contemplan cuatro índices, dos índices estructurales: el índice de Extremadura (Vélez, 2000) y el índice Cartográfico del Caroní (Mendoza, 2002), y dos índices meteorológicos: el índice de Monte Alegre (Dentoni et. al, 1999) y el índice meteorológico de Canadá (Van Wagner, 1987); ambos tipos de índices son necesarios y se complementan.

Los índices estructurales sirven para reflejar el riesgo de incendios como producto de factores que se mantienen más o menos constantes a largo plazo (San-Miguel-Ayanz, 2002). En este sentido, este tipo de índices debe ejecutarse usando una ventana de tiempo amplia, por ejemplo, todo un año o temporada de incendios. Los índices estructurales sirven para observar tendencias generales realizar planificación de recursos y tomar decisiones en la fase de pre-supresión y prevención de los incendios.

Por su parte, los índices meteorológicos se usan para reflejar las condiciones más dinámicas que influyen el riesgo de incendios a nivel diario y sirven para tomar decisiones operativas.

La selección de los índices se realizó siguiendo criterios ya sea de similaridad con el área de estudio, disponibilidad de información o aceptación del índice. Con la selección de dos índices de cada tipo (estructural y meteorológico) se pretende en trabajos posteriores, luego de la fase inicial de uso del sistema, evaluar cual de los dos refleja mejor las condiciones de la zona.

Los datos o registros de incendios utilizados para la obtención de los índices, provienen del Sistema de Información para el Control de Incendios de la Vegetación (SIPCIV) (Zerpa, 2001) y de los registros estadísticos de las variables meteorológicas: temperatura, humedad relativa, precipitación y rapidez del viento, que se registran en las estaciones ubicadas en la zona de estudio.

El sistema de información geográfica (SIG) empleado para este desarrollo es el ArcView en su versión 3.2 de ESRI, con la extensión para el manejo de datos Ráster o de teselas (*Spatial Analyst*). El sistema ha sido probado y desarrollado bajo Windows XP.

En el primer capítulo de este informe se describe el planteamiento formal del proyecto, se especifican los antecedentes, la justificación y los objetivos.

En el segundo capítulo se establece un marco referencial con el fin de ubicar al lector en el área de influencia del sistema y en el contexto de los índices de riesgo.

En el tercer capítulo se hace una revisión de los índices empleados en otros países que sirvieron como referente para el sistema implementado.

En el cuarto capítulo se describen los diferentes datos empleados y su origen.



En el quinto capítulo se detalla el proceso de implementación de los dos tipos de índices desarrollados en el proyecto y se describe el producto final generado, el sistema Apok.

En el sexto y último capítulo se explica la fase de validación de los diferentes índices.

Finalmente, se presentan las conclusiones generales del proyecto.

## CAPÍTULO 1 - IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1 Antecedentes

El fuego ha sido y continuará siendo una de las grandes fuerzas de la naturaleza y parte integrante de muchos ecosistemas de tierras silvestres. Los incendios de vegetación se traducen en altos costos de extinción y ocasionan grandes daños en pérdidas de madera, bienes raíces, valores paisajísticos y recreativos, e incluso la pérdida de vidas humanas (Vélez, 2000).

A fin de evitar este tipo de daños La Electrificación del Caroní (CVG - EDELCA) puso en funcionamiento desde el año 1982 el Programa de Control de Incendios de la Vegetación (PCIV) que comprende de actividades para la prevención, la detección y el combate de incendios de vegetación. Estas actividades tienen como finalidad mantener y conservar la cuenca alta del río Caroní en términos de cantidad y calidad del agua de la red de drenaje, usos de la tierra, equilibrio de especies animales, regeneración de vegetación y otros criterios de manejo ambiental (EDELCA, 2005).

La cuenca esta habitada por la comunidad indígena Pemón para quienes el fuego es parte integral de su cultura, utilizándolo principalmente para quemar la sabana cuando la hierba cubre los senderos por los que ellos transitan, impidiéndoles detectar la presencia de serpientes; para que los parientes de la aldea sepan en cual dirección y a que distancia están cuando se dirigen a pescar o a cazar o para que acudan los parientes o vecinos cuando tienen un herido y necesitan ayuda (Marrero, 2005).

Según datos obtenidos del Sistema de Información para el Control de Incendios de Vegetación (SIPCIV) el 50% de los incendios ocurridos en la cuenca son por

causas humanas (Mendoza, 2002) y el promedio de incendios de vegetación registrado en la zona es de 1000 incendios por año, que se traducen aproximadamente en 5700 hectáreas de área de afectación (Ablan et. al., 2001).

Una de las mayores preocupaciones del PCIV por el uso del fuego es su posible impacto sobre el ciclo hidrológico de la Cuenca del Río Caroní y particularmente sobre el período de vida de la represa del Guri. Como resultado, EDELCA ha invertido un esfuerzo importante en labores de educación ambiental, tratando de convencer a los Pemón que el uso del fuego podría conducir al secado de los ríos y quebradas. Basados en apreciaciones personales, científicos y técnicos concuerdan en que el uso del fuego está acelerando la erosión y que esto está contribuyendo a la sedimentación de los ríos (Rodríguez, 2004).

El Programa de Control de Incendios de la Vegetación (PCIV), cuenta actualmente con un Sistema de Información (SIPCIV) que captura los datos de la detección y combate de los incendios produciendo información estadística y espacial de cada una de las variables que participan en los procesos de detección y control. El SIPCIV se encuentra actualmente en operación y permite generar información valiosa para la evaluación y consecuente planificación de las actividades del PCIV (Zerpa, 2000).

Como resultado de esfuerzos previos se han realizado dos modelos. El primer modelo es un índice estructural de riesgo de incendios que evalúa los criterios: cercanía a vías y rutas de penetración, cercanía a centros poblados, inflamabilidad del tipo de vegetación, estado sucesional de la vegetación, cercanía a los ríos, cercanía a la vía principal y el comportamiento histórico de los incendios por unidad de área. El segundo, es un modelo meteorológico que busca caracterizar la ocurrencia y severidad de los incendios en el área de estudio de acuerdo a variables meteorológicas usando árboles de clasificación y regresión (Ablan, 2003).

Cabe destacar que estos modelos no están en funcionamiento y no han sido implementados, ni validados por el PCIV.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

En base a los desarrollos previos realizados en esta línea y a las necesidades del Programa de Control de Incendios de la Vegetación (PCIV), en el presente proyecto se planteará el diseño, desarrollo e implementación de índices de riesgo de incendios para la cuenca alta del río Caroní, tomando en cuenta el comportamiento histórico de los incendios, las características de la vegetación, las variables meteorológicas presentes en la zona, entre otros factores.

Los datos meteorológicos que se utilizarán en este trabajo provienen de la base de datos meteorológica de EDELCA, la información de incendios procede del Sistema de Información para el Programa de Prevención y Control de Incendios de la Vegetación (SIPCIV) y la información cartográfica base fue proporcionada por EDELCA y corresponde entre otros, al primer borrador del proyecto del Plan Maestro de la cuenca del Caroní (Ablan, 2003).

Para el desarrollo del proyecto se empleará un Sistema de Información Geográfica (SIG), pues el riesgo de incendios depende de variables que tienen gran variación espacial (Englefield et. al., 2005). Además mediante el uso de SIG se podrán integrar los distintos componentes del riesgo tales como vegetación, climatología, comportamiento histórico, entre otros; así como generar mapas que facilitarán la identificación de las áreas en donde los factores son más severos y los programas de prevención podrán estar orientados a las áreas etiquetadas de alto riesgo.

### **1.3 Justificación**

Los índices implementados en este proyecto servirán de apoyo al PCIV, ya que le permitirán tomar decisiones para:

- Mejorar la planificación de los recursos de detección y combate tales como la ubicación de centros de operaciones, distribución de centros de detección, etc.
- Establecer pautas para planificar el manejo de actividades tanto de control, como de prevención y combate, en las diferentes zonas según su nivel de riesgo. Como por ejemplo: Número de efectivos disponibles, capacidad de los tanques de agua, ubicación de los cortafuegos, entre otros.
- Permitir a las comunidades realizar actividades tradicionales controladas como la tala y la quema, en base a las estimaciones de niveles de peligro en un tiempo y en una zona determinada.
- En momentos de disponibilidad insuficiente de recursos, según las especificaciones de los índices, se concentrarán los insumos del programa en las áreas donde sea más probable la ocurrencia de incendios.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 General**

Desarrollar e implementar índices que permitan predecir el riesgo de incendios en la cuenca alta del río Caroní.

#### **1.4.2 Específicos**

- Realizar una revisión de los enfoques desarrollados en el área del diseño e implementación de índices predictivos de riesgo de incendio.
- Identificar los factores determinantes en la elaboración de un índice espacio-temporal y meteorológico de riesgo de incendios.
- Plantear y/o desarrollar varios modelos o enfoques, para determinar el más adecuado, según las necesidades del PCIV.
- Establecer e implementar un prototipo que ayude a predecir el riesgo de incendios existente en la zona.

#### **1.5 Integración Interdisciplinaria**

El presente trabajo esta enmarcado dentro de un contrato de servicios entre el Centro de Simulación y Modelado (CESIMO) de la Universidad de los Andes y la Electrificación del Caroní (EDELCA). Por tal motivo contó con la ayuda de asesores de la Sección de Conservación Ambiental de EDELCA, que aportaron los requerimientos de información relacionados con la gestión de manejo y control de incendios de vegetación. Adicionalmente contó con la ayuda de asesores del Centro de Modelado y Simulación (CESIMO) y del Instituto para el Desarrollo Forestal (INDEFOR) de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales en el área de modelado y simulación de sistemas, computación, análisis estadísticos y control de incendios.

## CAPÍTULO 2 – MARCO REFERENCIAL

### 2.1 La Cuenca del Río Caroní

La cuenca del río Caroní se encuentra situada en el estado Bolívar, aproximadamente entre los 3° 40' y 8° 40' de latitud Norte y entre 60° 50' y 64° 10' de longitud Oeste.



Figura 2.1 - Ubicación geográfica de la Cuenca del Caroní

El área de generación de EDELCA se ubica sobre la región de la cuenca del río Caroní. Esta cuenca hidrográfica cubre aproximadamente 95.000 Km<sup>2</sup> de los cuales, 47.000 Km<sup>2</sup> corresponden al Alto Caroní (EDELCA, 2005) y 13300 Km<sup>2</sup> están bajo el régimen de protección del programa de control de incendios de vegetación PCIV (EDELCA, 2004).

La cuenca del río Caroní posee el mayor potencial hidroeléctrico de Venezuela y uno de los mayores del mundo. Se estima este potencial en 26.000 Megawatios en

toda la cuenca, de los cuales 17.000 aproximadamente corresponden al Bajo Caroní. El desarrollo de todas las potencialidades del río Caroní permitirá una producción de electricidad de 120.000 GWh por año.

El basamento de la cuenca está compuesto principalmente por rocas precámbricas del Escudo de Guayana, cuyas edades radiométricas oscilan entre 3.5 y 0.9 mil millones de años. Tres de las cuatro provincias geológico tectónicas del Escudo de Guayana son cruzadas por los ríos Caroní y Paragua: La provincia de Imataca en la cuenca baja; la provincia de Pastora en la parte norte de la cuenca media y la provincia de Roraima en la cuenca media y alta.

Los paisajes fisiográficos de la cuenca son muy variados e incluyen planicies aluviales, penillanuras, altiplanicies bajas a 50 m.s.n.m. y altiplanicies disectadas a 2.800 m.s.n.m en los llamados “tepuyes”.

El clima de la cuenca es tropical y está determinado por la posición y actividad de la convergencia intertropical y los vientos alisios del norte; sin embargo el escalonamiento altitudinal produce una neta diferenciación térmica, que abarca desde la zona baja con temperatura medias anuales superiores a los 24°C, hasta las cumbres de los “tepuyes”, donde las temperaturas medias anuales oscilan alrededor de los 10°C.

La vegetación de la cuenca es muy variada como corresponde a la multitud de paisajes fisiográficos y a la variedad de tipos de substratos que incluye desde rocas desnudas hasta suelos arcillosos profundos, pasando por una gama de suelos arenosos, franco-arenosos y limosos. No obstante la formación vegetal predominante está constituida por grandes bosques que cubren aproximadamente el 60% de la superficie total de la cuenca.



El Caroní es un río de los llamados de aguas negras por su color oscuro, parecido al del té fuerte, debido básicamente a su alto contenido de sustancias húmicas. Sus aguas son pobres en electrolitos ácidos, con un PH generalmente alrededor de 6 y muy bajo contenido de sedimentos en suspensión.

El río Caroní aporta caudales anuales promedio de 4.800 m<sup>3</sup>/seg., habiéndose registrado una creciente máxima de 17.576 m<sup>3</sup>/seg. y un gasto mínimo de 188 m<sup>3</sup>/seg.

Administrativamente, gran parte de la cuenca del río Caroní se encuentra Bajo Régimen de Administración Especial bajo las siguientes figuras jurídicas: Parque Nacional Canaima, que da una protección global a sus ecosistemas; Zona Protectora Sur del Estado Bolívar, que permite regular cualquier actividad de carácter agropecuario o de extracción de vegetación; y las Reservas Forestales de la Paragua y Caura y el Lote Boscoso de San Pedro, que regulan la explotación racional del recurso forestal existente en la cuenca (EDELCA, 2005).

## **2.2 Electrificación del Caroní - EDELCA**

CVG Electrificación del Caroní, C.A - CVG EDELCA - bajo la tutela de la Corporación Venezolana de Guayana, es la empresa de generación hidroeléctrica más importante que posee Venezuela.

CVG EDELCA opera, entre otras, las Centrales Hidroeléctricas Guri con una capacidad instalada de 10.000 Megavatios, considerada la segunda en importancia en el mundo y la Central Hidroeléctrica Macagua con una capacidad instalada de 3.140 Megavatios.

CVG EDELCA posee una extensa red de líneas de transmisión que superan los

5.700 Km. cuyo sistema a 800 mil voltios es el quinto sistema instalado en el mundo con líneas de ultra alta tensión en operación. En los últimos tres años, CVG EDELCA ha aportado más del 70% de la producción nacional de electricidad a través de sus grandes Centrales Hidroeléctricas Macagua y Guri (EDELCA, 2005).

### **2.3 Programa de Control de Incendios de Vegetación – PCIV**

Para cumplir sus compromisos con el ambiente, EDELCA ha incorporado en su estructura una Gerencia de Gestión Ambiental con el propósito de actuar como unidad estratégica del Sistema de Gestión Ambiental. El objetivo de la gerencia es garantizar el aprovechamiento a largo plazo de los recursos hidroeléctricos en armonía con la naturaleza y amplia aceptación de la comunidad.

Uno de los componentes del Sistema de Gestión Ambiental para la Cuenca del Caroní, está referido al Programa de Control de Incendios de Vegetación. Este programa entró en funcionamiento en 1982 y consiste básicamente de actividades para la prevención, la detección y el combate de incendios de vegetación. El programa cuenta actualmente con dos centros de operaciones principales (Yuruani y Kavanayen) con apoyo aéreo, dos auxiliares (Parupa y Luepa) y cinco casetas de observación distribuidas en diferentes localidades de la Gran Sabana.

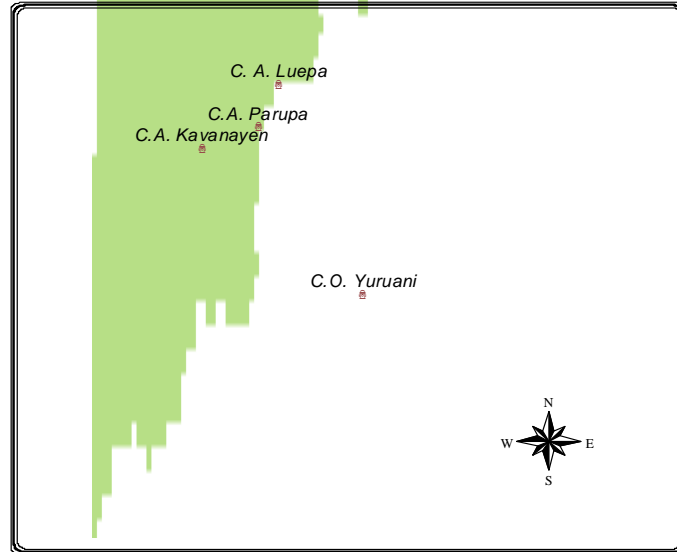


Figura 2.2 – Ubicación de los Centros de Operaciones

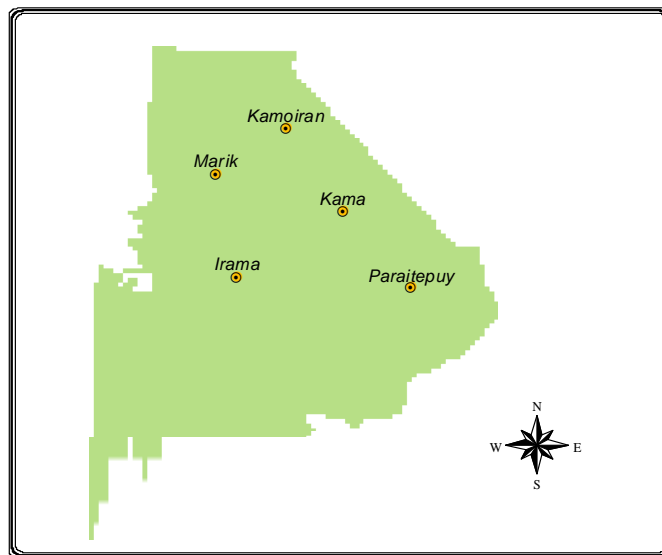


Figura 2.3 – Ubicación de las Casetas de Observación

El número promedio de incendios de vegetación que ocurren en la cuenca alta del Caroní alcanzan los 1000 anuales con un rango de superficie quemada de cada incendio de 0.5 a 2 hectáreas, pero ocasionalmente han ocurrido incendios de hasta

1500 hectáreas. El mayor número de estos incendios se debe a causas humanas, específicamente a los indígenas de la zona (EDELCA-CESIMO, 2001).

A pesar de los esfuerzos realizados por el personal del PCIV, la elevada ocurrencia y propagación de los incendios genera un problema que dificulta el mantenimiento y conservación de la cuenca alta del río Caroní en términos de calidad del agua de la red de drenaje, usos de la tierra, equilibrio de especies animales, regeneración de vegetación y otros criterios de manejo ambiental (EDELCA, 2005).

Adicional a la problemática mencionada los altos costos de detección y combate obligan a buscar métodos de optimización para estas actividades a partir de la organización y sistematización de la información histórica, cartográfica e hidrometeorológica (Zerpa, 2000), así como también a la búsqueda e inclusión de nuevas tecnologías que apoyen la toma de decisiones del programa.

## **2.4 Generalidades de los Índices de Riesgo de Incendios**

El riesgo de incendios es un termino general que expresa el resultado de la acción de factores constantes y variables, los cuales afectan la probabilidad de que se origine, se propague y cause daños un incendio, así como la dificultad de controlarlo.

El índice de riesgo de incendios es un número que refleja anticipadamente la posibilidad de que se produzca un incendio, así como la facilidad de que se propague, de acuerdo a las condiciones atmosféricas del día o de una serie de días (Dentoni et. al., 1999).

El riesgo de incendios comprende dos componentes: la ignición y el comportamiento. En la ignición se consideran aquellos factores que tienen que ver con el origen del incendio. En el comportamiento se consideran los elementos que afectan la dispersión de un fuego activo, es decir, el comportamiento del fuego una vez iniciado el incendio.

Los factores meteorológicos juegan un rol clave en la ocurrencia o comportamiento de los incendios. Las variables climáticas son usualmente combinadas en índices, que proporcionan estimaciones de niveles de riesgo en un tiempo dado.

Algunos índices estiman la probabilidad de ocurrencia de los incendios, mientras que otros están relacionados a las condiciones que permiten su propagación. El concepto de riesgo de incendios se refiere a la probabilidad de ocurrencia y la severidad esperada.

Entre las condiciones que favorecen el comportamiento de los incendios tenemos:

- Abundancia de combustible seco.
- Baja humedad y altas temperaturas.
- Fuertes vientos.
- Pendientes pronunciadas.

En la ocurrencia de incendios pueden considerarse diferencias espaciales y temporales. Si nos enfocamos en las relaciones espaciales podemos distinguir entre

estudios globales y locales, estos estudios pueden ser principalmente dirigidos a la fase de presupresión del manejo del fuego. Autoridades locales, nacionales o internacionales pueden usar mapas de riesgo para establecer pautas que los ayuden a planificar el manejo de las actividades.

De igual forma, dos escalas temporales relacionadas a la evaluación del riesgo pueden ser diferenciadas:

- Estimaciones a corto plazo o dinámica para la toma de decisiones de actividades preliminares de presupresión y combate. En este caso el riesgo de incendio se estima a nivel diario, con base principalmente en información meteorológica. En este tipo de estimación es comúnmente usada la percepción remota para detectar incendios activos de la vegetación, para detectar las condiciones de humedad de la vegetación, para realizar mapas de combustible (Vidal et al. 1997) y para apoyar la interpolación de las variables meteorológicas.
- Estimación a largo plazo para la planificación permanente de los recursos de combate del fuego. En este caso se consideran factores permanentes asociados a la ignición y propagación del fuego tales como, la topografía, la estructura de la vegetación (altura, inflamabilidad, etc.), las actividades humanas (uso del terreno, prácticas recreacionales, etc.) y los patrones climáticos. Estos factores son comúnmente estables durante por lo menos toda una temporada de incendios. Este tipo de estimación sirve para entender mejor los patrones espaciales de ocurrencia de incendios y mejorar las actividades de prevención de incendios, entre las que tenemos: localización de torres de detección, quemas prescritas, controles de vigilancia, diseño de corta fuegos, entre otras (Chuvieco et al. 1997).

Aunque el enfoque de índice de riesgo de incendios clásico se realiza en base a información puntual en una o varias estaciones en donde se dispone de la información necesaria, se recomienda el uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG), dado que estos sistemas proveen herramientas para crear, transformar y combinar variables georeferenciadas que nos permitan la creación de mapas de riesgo (Englefield et al., 2005).

Algunas de las variables consideradas típicamente en un índice de riesgo de incendios son (Chuvieco et al. 1997) (Magaña, 1985):

- **Topografía:** incluyendo vegetación, pendiente, gradiente e insolación.
- **Vegetación:** para la generación de mapas de tipos de combustible, dependiendo de la inflamabilidad de las especies.
- **Patrones climáticos:** temperatura, humedad relativa, viento y precipitación.
- Accesibilidad a vías y rutas.
- Tipo de propiedad de la tierra.
- Distancia a centros poblados.
- Suelos.
- Historia del fuego.

- Disponibilidad de Agua.

Una de las variables más complejas para su generación es el mapa de combustibilidad de la vegetación. Para ello es necesario convertir los mapas disponibles de vegetación que normalmente cartografían la vegetación de acuerdo a especies o grupos funcionales en mapas de combustible, atendiendo a propiedades tales como tamaño, continuidad horizontal y vertical, tasa de materia viva o muerta, humedad y densidad.

En nuestro caso, el componente humano del riesgo reviste de una importancia primordial, siendo los seres humanos los principales agentes de ignición del fuego. Para capturar este componente dos tipos de enfoques pueden ser considerados:

- Un enfoque deductivo, en donde se realiza la cartografía de las diferentes variables relacionadas con la ignición que tengan una clara expresión espacial, como: áreas de cacería, áreas de conucos o áreas de recreación.
- Un enfoque inductivo en donde se estima el riesgo observando la distribución espacial de los incendios, en relación a otras características del terreno como: ubicación de caminos, centros poblados, etc.

Respecto a las variables climáticas, el principal problema a resolver es la interpolación espacial de datos puntuales de las estaciones meteorológicas para la creación de estratos o mapas. Entre las principales técnicas de interpolación que se pueden considerar se encuentran Los polígonos de Thiessen (Mendoza, 2002), Promedios ponderados por la distancia, Spline, Kriging y regresión múltiple con variables tales como elevación (Chuvienco et al. 1997).



Una vez realizados los cálculos para las diferentes variables, el siguiente paso consiste en integrarlas o combinarlas siguiendo un criterio coherente para conformar el índice. El procedimiento normal re-escala cada una de las variables en una escala común de riesgo y le asigna un peso relativo dentro del índice. La escala y pesos pueden ser propios del índice en cuestión, o pueden calcularse usando juicio experto y técnicas de evaluación multicriterio (Mendoza 2002).

Para que un índice se establezca o se califique como apropiado para un área, debe ser sujeto a un procedimiento de evaluación y refinamiento sucesivo. Como mínimo, la evaluación debe realizarse a lo largo de toda una temporada de incendios. El procedimiento consistirá en comparar los valores predichos del índice con la ocurrencia y severidad de los incendios para el mismo período. Si existe una buena correspondencia, el índice puede ser aceptado. De lo contrario, se debe estudiar el por qué de las discrepancias y ajustar el índice para corregirlas.

## **2.5 Los Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) pertenecen a la familia de los Sistemas de Información, que no son más que conjuntos de programas diseñados para gestionar grandes volúmenes de datos, frecuentemente orientados al apoyo para la toma de decisiones.

Los SIG consisten de un sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelado y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión. Se trata de una tecnología de la información, que permite gestionar y analizar información territorial de modo rápido y eficaz. Estas sofisticadas herramientas multipropósito tienen aplicaciones en campos tan dispares como la planificación urbana, la gestión catastral, la

ordenación del territorio, el medio ambiente, la planificación del transporte, el mantenimiento y la gestión de las infraestructuras básicas, el análisis de mercados, etc.

Un SIG contiene una base de datos computerizada con información espacial. En ella se almacena información cartográfica (mapa digital) e información alfanumérica (base de datos asociada con las características o atributos de cada elemento del mapa digital). Ambos ficheros están conectados, de manera que a cada uno de los objetos espaciales del mapa digital le corresponde un registro en la base de datos.

Un SIG descompone la realidad en distintos temas, es decir, en distintas capas o estratos de información de la zona que se desea estudiar: el relieve, la litología, el uso del suelo, los ríos, las carreteras, los límites administrativos, la estructura de la propiedad, entre otras. La gran ventaja de estos sistemas es que pueden relacionar y combinar las distintas capas entre sí, para contestar a preguntas complejas o para obtener nueva información, lo que le concede sorprendentes capacidades de análisis.

Estos temas son de interés primordial en las actividades de planificación, dado que los SIG trabajan con datos sobre el mundo real, es posible implementar modelos que permitan predecir cuáles serán las tendencias futuras o qué efectos se producirán en caso de que cambie alguno de los elementos del sistema territorial.

Estos sistemas constituyen una herramienta eficaz para la prevención de riesgos de muy distintos tipos y para la toma de decisiones ante las catástrofes. Con la ayuda de un SIG se pueden abordar temas como la determinación de la distribución exacta de las zonas de riesgo, la identificación de la población

potencialmente afectada o la selección de las redes de transporte utilizables para facilitar una eventual evacuación (Gutiérrez, 2000).

## CAPÍTULO 3 - MARCO TEÓRICO

### 3.1 Introducción

Los sistemas de evaluación de riesgo de incendios son herramientas usadas en la planificación de actividades de prevención y control. Los mismos son indicadores útiles para decidir la asignación de recursos antes y durante el desarrollo de la temporada de incendio.

El desarrollo de un índice predictivo de riesgo de incendios, requiere de una gran inversión de tiempo y de recursos humanos y económicos. A modo de ejemplo, el sistema de evaluación de peligro de incendios de Canadá, es el resultado de un proceso de investigación de 70 años y el sistema utilizado en el oeste de Australia demandó un periodo de investigación y desarrollo de 40 años (Vélez, 2000).

Por lo anteriormente expuesto se deduce que la utilización de un índice predictivo de riesgo de incendios ya existente, reduce significativamente las inversiones de tiempo y los costos a los organismos interesados en su desarrollo. Es por ello común la adopción total o parcial, de sistemas existentes. Un ejemplo es el sistema canadiense, adoptado parcialmente en regiones como Alaska, Nueva Zelanda y Fiji.

Si bien la adopción de un sistema preexistente reduce los costos de investigación y desarrollo; los costos de poner en marcha un índice de evaluación de riesgo que no se ajuste al ecosistema en estudio, pueden ser mayores, por inducir a decisiones inadecuadas en el manejo y control de incendios. Por este motivo, la adopción de cualquier sistema requiere de una fase de prueba o

validación que permita realizar los ajustes pertinentes en el sistema, para adecuarlo a la región en donde será implementado (Dentoni et. al., 1999).

En lo que sigue, se presenta la revisión de algunos de los índices que fueron considerados en este proyecto. Dos criterios fueron tomados en cuenta para la selección:

- a) El nivel de desarrollo científico y la aceptación: índice canadiense; índice norteamericano o índice de Mc Arthur.
- b) Condiciones ambientales equivalentes: índice de España, caso Extremadura (Consejería de Agricultura y Medio Ambiente), índice de Monte Alegre o Soarez, índice de Rodríguez y Moretti, índice de Perú caso Piura y Lambayeque, índice de alerta meteorológica de Francia, el modelo cartográfico de la cuenca alta del Caroní y el modelo meteorológico de Italia.

### **3.1.1 Índice de Riesgo de Incendios Forestales de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza del Ministerio del Ambiente de España (DGCN), Caso Extremadura**

Es un índice que se basa en tres componentes fundamentales (Chuviebo et al., 1997):

#### **3.1.1.1 Riesgo de Incendios Asociado a la Siniestralidad o Frecuencia**

Esta componente evalúa el peligro de ocurrencia de incendios forestales a partir de la siniestralidad pasada, es decir, a mayor número de incendios mayor riesgo. La fórmula para el cálculo de este índice es la siguiente:

$$F = \frac{10000}{S} * \frac{\sum_1^a n_{ij} * p_j}{a}$$

Donde:

- $S$  es la superficie del territorio.
- $n_{ij}$  es el número de incendios del tipo  $j$  registrados en el año “ $i$ ”.
- $p_j$  es el peso asignado al tipo de incendio “ $j$ ”.
- $a$  es el número total de años de la serie de datos.

Los pesos utilizados para el cálculo son:

Tipo de incendio “ $j$ ”	Peso “ $P_j$ ”
Conatos	0.5
Normales	1
Grandes	2

**Tabla 3.1 - Pesos asignados al tipo de incendio según su tamaño en el índice de DGCN**

Un incendio es considerado de tipo Conato cuando el área de afectación que abarca es menor a 1 hectáreas. Cuando está entre 1 y 500 hectáreas se le denomina Normal y superior a 500 hectáreas es considerado Grande.

Este índice permite la clasificación de los territorios estudiados en seis categorías relativas:

Clase de riesgo	Valor del índice "F"	Categoría
Muy bajo	<1	6
Bajo	1-2.5	5
Moderado	2.5-4.5	4
Alto	4.5-6.5	3
Grave	6.5-10	2
Extremo	>10	1

Tabla 3.2 - Clases de riesgo asociado a la frecuencia de incendios, índice DGCN

### 3.1.1.2 Riesgo de Incendios Asociado a la Causalidad

Evalúa el peligro de ocurrencia de incendios forestales a partir de la causa que lo origina. El Índice de Riesgo por causalidad empleado tiene la siguiente forma:

$$C = \frac{\sum_1^a n_{ij} * p_j}{\sum_1^a n_i}$$

Donde:

- $n_{ij}$  es el número de incendios del tipo  $j$  registrados en el año "i".
- $p_j$  es el peso asignado al tipo de incendio  $j$ .

- $n_i$  es el número de incendios totales registrados en el año “i”.
- $a$  es el número total de años de la serie de datos.

Los pesos utilizados en el cálculo son:

Tipo de incendio “j”	Peso “Pj”
Intencionados	10
Quemas agrícolas y ganaderas	7.5
Otras negligencias	5
Desconocidas / ninguna	5
Rayos	1
Accidentes	1

**Tabla 3.3 - Pesos de los incendios de acuerdo a su causa, índice DGCN**

Este índice permite la clasificación del territorio estudiado en seis categorías relativas:

Clase de riesgo	Valor del índice “C”	Categoría
Muy bajo	<1	6
Bajo	1-2.5	5
Moderado	2.5-4.5	4
Alto	4.5-6.5	3
Grave	6.5-10	2
Extremo	>10	1

**Tabla 3.4 - Clases de riesgo asociado a las causas de los incendios, índice DGCN**



### 3.1.1.3 Riesgo de Incendios Asociado al Combustible Disponible

Evalúa el peligro de ocurrencia de incendios forestales a partir del tipo de combustible o vegetación y su abundancia en el área. El índice de Riesgo por peligrosidad se calcula a partir de la siguiente formula:

$$M = \frac{\sum_{j=1}^4 s_j * p_j}{\sum_{j=1}^4 s_j}$$

Donde:

- $s_j$  es la superficie de vegetación de combustible del tipo "j".
- $p_j$  es el peso asignado al tipo de combustible "j".

Los pesos empleados para el cálculo son:

Tipo de combustible "j"	Peso "Pj"
Pastos	10
Matorral	10
Superficial bajo arbolado	5
Restos de corta	1

Tabla 3.5 - Pesos de los incendios de acuerdo a combustible, índice DGCN

Este índice permite la clasificación del territorio estudiado en seis categorías relativas:

Clase de riesgo	Valor del índice "M"	Categoría
Muy bajo	<1	6
Bajo	1-2.5	5
Moderado	2.5-4.5	4
Alto	4.5-6.5	3
Grave	6.5-10	2
Extremo	>10	1

Tabla 3.6 - Clases de riesgo asociado a combustible, índice DGCN

#### 3.1.1.4 Cálculo Final del Riesgo de Incendios

El índice final de riesgo de incendios se define como la multiplicación de los tres componentes previos, como se expresa en la siguiente fórmula:

$$R.I = F * C * M$$

El valor final del índice está dado por la clasificación propuesta por la DGCN adaptada al caso de Extremadura:

Clase de riesgo	Valor del índice "RI"	Categoría
Bajo	<15	0
Moderado	15-85	1
Alto	85-300	2
Extremo	>300	3

Tabla 3.7 - Clases de riesgo, valor final del índice DGCN

### 3.1.2 Índice Meteorológico de Monte Alegre o de Soarez

El índice meteorológico de Monte Alegre o de Soarez, es un sistema compuesto por un único índice desarrollado para ecosistemas húmedos del sudeste de Brasil. Actualmente esta siendo utilizado también en algunas provincias del norte y noreste de Argentina (Dentoni et. al., 1999).

Su ecuación básica es la siguiente (**Pezzopane et al, 2001**):

$$FMA = I_{acum} * F + 100 * \sum \frac{1}{H}$$

Donde:

- FMA: Índice de Monte Alegre.
- H: Humedad relativa a las 14 horas.
- F : Factor de corrección en base a la precipitación (tabla 3.8).
- I acum: Es la sumatoria de los índices de los días anteriores.

El FMA es un coeficiente acumulativo, que categoriza el riesgo de incendios de vegetación, tal como se muestra en la tabla 3.7.

Valor	Grado de Peligro
<1	Nulo
1.1-3	Bajo
3.1-8	Medio
8.1-20	Alto
>20	Muy Alto

**Tabla 3.7 - Escala de Riesgo, índice meteorológico de Monte Alegre**

Cuando se producen precipitaciones durante el período de observación, el FMA es corregido de acuerdo con la precipitación caída, tal como se muestra en la tabla 3.8.

Milímetros Caídos	% Descontado
< 2.4	Ninguno
2.5-4.9	30
5-9.9	60
10-12.9	80
> 13	Recomenzar el acumulativo

**Tabla 3.8 - Descuento por Lluvia, índice meteorológico de Monte Alegre**

### **3.1.3 Índice de Peligro de Propagación de Incendios Forestales, Desarrollado por Rodríguez y Moretti**

Este índice fue desarrollado para la Región Andino Patagónica, se basa en el análisis de correlaciones entre las variables meteorológicas consideradas y la ocurrencia y magnitud de los incendios (Dentoni et. al, 1999).

Las variables examinadas son: temperatura, humedad relativa, viento y días consecutivos con o sin precipitación. Se asume que cada una de las variables utilizadas explica un determinado porcentaje del riesgo total de propagación del fuego. Las dos primeras variables determinan el contenido de humedad y la resistencia a la ignición de los combustibles; la ocurrencia o no de precipitación determina la alternancia entre periodos secos y húmedos.

El valor del índice se obtiene sumando los valores de las tablas 3.9, 3.10, 3.11 y 3.12. Estos valores corresponden a las mediciones de las variables antes mencionadas efectuadas a las 15 horas. Los días de sequía se cuentan a partir del último día con precipitación menor de 2 mm.

Cuando se hace el cálculo un día que se produce precipitación, el valor a sumar en la tabla 3.12 es 0; el segundo día con precipitación, se utiliza el valor obtenido de la suma de las tablas 3.9, 3.10 y 3.11 se multiplica por un factor de corrección (en este caso 0,8); al tercer día se multiplica por 0,6 y así sucesivamente.

Temperatura (°C)	Índice
> 10	2.5
10-11.9	5.0
12-13.9	7.5
14-15.9	10.5
16-17.9	12.0
18-19.9	15.5
20-21.9	17.5
22-23.9	20.0
24-25.9	22.5

> 26	25.0
------	------

**Tabla 3.9 - Tabla de temperatura, índice de Rodríguez y Moretti**

<b>Humedad (%)</b>	<b>Índice</b>
> 80	2.5
79-75	5.0
74-70	7.5
69-65	10.5
64-60	12.0
59-55	15.5
54-50	17.5
49-45	20.0
44-40	22.5
< 39	25.0

**Tabla 3.10 - Tabla de humedad, índice de Rodríguez y Moretti**

<b>Velocidad del viento (Km/h)</b>	<b>Índice</b>
< 3	1.5
3-5.9	3.0
6-8.9	4.5
9-11.9	6.0
12-14.9	7.5
15-17.9	9.0
18-20.9	10.5

21-23.9	12.0
24-26.9	13.5
> 27	15.0

**Tabla 3.11 - Tabla de velocidad del viento, índice de Rodríguez y Moretti**

Días consecutivos de sequía	Índice
1	3.5
2-4	7.0
5-7	10.5
8-10	14.0
11-13	17.5
14-16	21.0
17-19	24.5
20-22	28.0
23-25	31.5
> 26	35.0

**Tabla 3.12 - Tabla de días consecutivos sin lluvia, índice de Rodríguez y Moretti**

El valor del índice que indicará el grado de riesgo de propagación si ocurriera un fuego, esta dado por la siguiente tabla:

Rango	Nivel de Riesgo
0-24	Leve
25-49	Moderado

50-74	Alto
75-100	Extremo

**Tabla 3.13 - Riesgo total, índice de Rodríguez y Moretti**

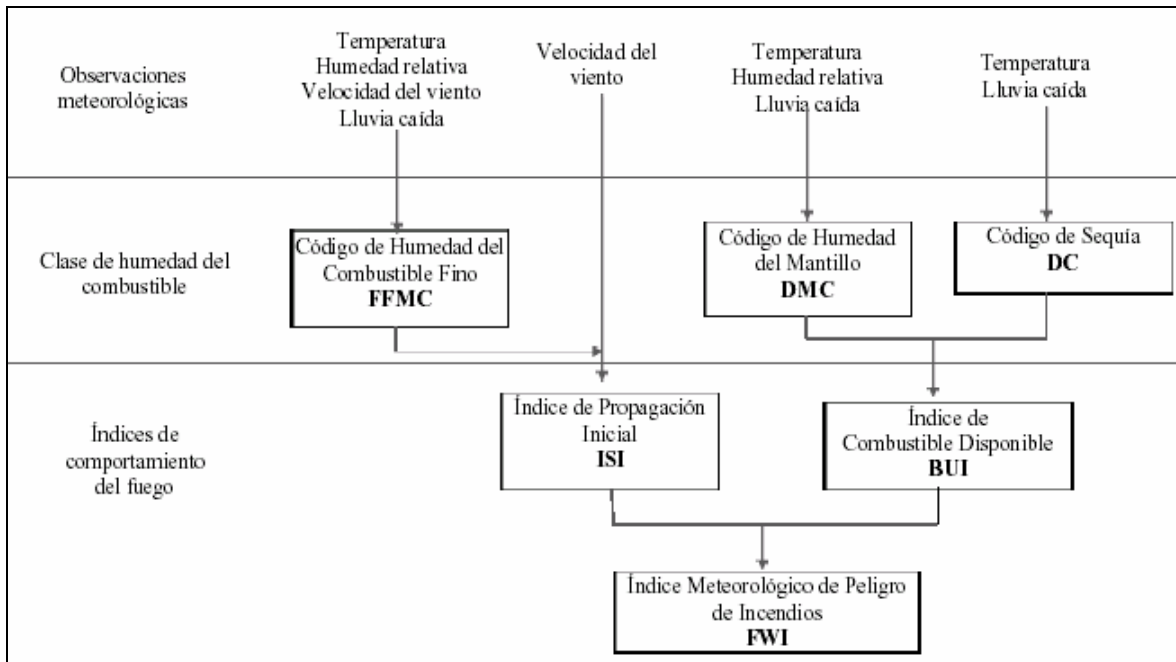
### **3.1.4 Índice Meteorológico de Riesgo de Incendios de Canadá (FWI)**

El sistema canadiense de evaluación de peligro de incendios, utilizado actualmente en Canadá, comenzó a desarrollarse en 1968, continuando con la filosofía de construir sobre las experiencias anteriores (Dentoni et. al, 1999).

Es un cálculo basado en el sistema de manejo del fuego que monitorea condiciones peligrosas de fuego en Canadá. Diariamente se recogen datos de condiciones climáticas para producir mapas climáticos y de comportamiento del fuego.

Su cálculo requiere de observaciones meteorológicas de humedad relativa, temperatura, velocidades del viento y lluvia, efectuadas a las 12 horas. Se conforma de componentes que individual y colectivamente, consideran los efectos de la humedad del combustible y del viento en el comportamiento del fuego (Van, 1987).





**Figura 3.1 - Componentes del Índice Canadiense**

El código de humedad del combustible fino (FFMC) es el indicador del contenido de humedad de la hojarasca y de otros combustibles finos; el código de humedad del mantillo (DMC), es el indicador del contenido de humedad de la materia orgánica poco profunda y poco compacta; el código de sequía (DC), es el indicador del contenido de humedad de la materia orgánica profunda y compacta.

El índice de propagación inicial (ISI) indica la velocidad de propagación del fuego y el índice de combustible disponible (BUI) aporta indicios sobre la velocidad de propagación y la carga de combustible disponible relativas para la propagación del incendio.

Por último, el índice meteorológico de peligro (FWI), resume en un sólo número los efectos combinados del resto de los componentes Este índice es considerado un índice integrado de riesgo de incendios.

Pueden definirse tres niveles de información derivados de este conjunto de componentes:

- **Primer Nivel:** El índice meteorológico de peligro (FWI), considerado en forma individual, combina en un sólo número la mayor cantidad de efectos posibles y es de gran utilidad para información pública general.
- **Segundo Nivel:** Los índices de propagación (ISI) y de combustible disponible (BUI), son recomendados para decisiones generales de manejo. El índice de propagación, muestra una buena correlación con la superficie afectada y el índice de combustible disponible es un buen indicador de la actividad del fuego, por lo que pueden ser utilizados para tomar decisiones en cuanto a la asignación de recursos.
- **Tercer Nivel:** Los códigos de humedad del combustible, tienen numerosos usos específicos. La ocurrencia de focos está estrechamente relacionada al código de humedad del combustible fino. Asimismo, los tres códigos están estrechamente relacionados al consumo de combustible, por lo que pueden ser analizados para evaluar los posibles efectos del fuego.

#### 3.1.4.1 Simbología usada en las ecuaciones:

##### 3.1.4.1.1 Clima

T = Temperatura al mediodía en °C.

H = Humedad relativa al mediodía en %.

W = Rapidez del viento al mediodía en Km/h.

$r_o$  = Precipitación al mediodía en mm.

$r_f$  = Precipitación efectiva FFMC.

$r_e$  = Precipitación efectiva DMC.

$r_d$  = Precipitación efectiva DC.

#### **3.1.4.1.2 Código de humedad del combustible FFMC**

$m_o$  = Contenido de humedad del combustible del día previo.

$m_r$  = Contenido de humedad del combustible después de llover.

$m$  = Contenido de humedad del combustible después de secarse.

$E_d$  = Combustible EMC para secar.

$E_w$  = Combustible EMC para mojar.

$K_o$  = Paso intermedio en el calculo de  $K_d$ .

$K_d$  = Logaritmo de la tasa de secado log en m/día.

$K_i$  = Paso intermedio en el calculo de  $K_w$ .

$K_w$  = Logaritmo de la tasa de mojado.

$F_o$  = FFMC de días previos.

$F$  = FFMC.

#### 3.1.4.1.3 Código de humedad del mantillo

$M_o$  = Contenido de humedad del mantillo de días previos.

$M_r$  = Contenido de humedad del mantillo después de llover.

$M$  = Contenido de humedad del mantillo después de secarse.

$K$  = Logaritmo de la tasa de secado.

$L_e$  = Longitud efectiva del día de DMC en horas.

$b$  = Variable pendiente en efecto de lluvia DMC.

$P_o$  = DMC de días previos.

$P_r$  = DMC después de llover.

$P$  = DMC.

#### 3.1.4.1.4 Código de sequía

$Q$  = Humedad equivalente de DC en unidades de 0.254 mm.

$Q_o$  = Humedad equivalente de DC en días previos.

$Q_r$  = Humedad equivalente después de lluvia.

$V$  = Evapotranspiración potencial, unidades de 0.254 mm en agua/día.

$L_f$  = Longitud de día ajustada en DC.

$D_o$  = DC de días previos.

$D_r$  = DC después de lluvia.

$D$  = DC.

#### **3.1.4.1.5 Índice del comportamiento del fuego (ISI, BUI, FWI)**

$F(W)$  = Función del viento.

$F(F)$  = Función de humedad del combustible.

$F(D)$  = Función de humedad del mantillo.

$R$  = Índice de dispersión inicial ISI.

$U$  = Índice de combustible disponible BUI.

$B$  = FWI (forma intermedia).

$S$  = FWI (forma final).

### 3.1.4.1.6 Tasa de severidad

DSR = Tasa diaria de severidad.

### 3.1.4.2 Procedimientos y Ecuaciones

#### 3.1.4.2.1 Código de humedad del combustible FFMC

Las ecuaciones para el índice son:

$m_o = 147.2 (101 - F_o) / (59.5 + F_o)$	(1)
$r_f = r_o - 0.5,$	$r_o > 0.5$ (2)
$m_r = m_o + 42.5 r_f (e^{-100/(251 - m_o)})(1 - e^{-6.93/r_f}),$	$m_o \leq 150$ (3a)
$m_r = m_o + 42.5 r_f (e^{-100/(251 - m_o)})(1 - e^{-6.93/r_f}) + 0.0015 (m_o - 150)^2 r_f^{0.5},$	$m_o > 150$ (3b)
$E_d = 0.942 H^{0.679} + 11e^{(H-100)/10} + 0.18 (21.1 - T)(1 - e^{-0.115H})$	(4)
$E_w = 0.618 H^{0.753} + 10e^{(H-100)/10} + 0.18 (21.1 - T)(1 - e^{-0.115H})$	(5)
$k_o = 0.424 \left[ 1 - (H/100)^{1.7} \right] + 0.0694 W^{0.5} \left[ 1 - (H/100)^8 \right]$	(6a)
$k_d = k_o \times 0.581 e^{0.0365T}$	(6b)
$k_i = 0.424 \left[ 1 - \left( \frac{100 - H}{100} \right)^{1.7} \right] + 0.0694 W^{0.5} \left[ 1 - \left( \frac{100 - H}{100} \right)^8 \right]$	(7a)
$k_w = k_i \times 0.581 e^{0.0365T}$	(7b)
$m = E_d + (m_o - E_d) \times 10^{-k_d}$	(8)
$m = E_w - (E_w - m_o) \times 10^{-k_w}$	(9)
$F = 59.5 (250 - m) / (147.2 + m)$	(10)

Figura 3.2 - Ecuaciones para Calcular el FFMC.

El algoritmo para el índice es:

- 1- El  $F_o$  es el  $F$  de los días previos.

2- Se calcula  $m_o$  de  $F_o$  por la ecuación 1.

3a- Si  $r_o > 0.5$  se calcula  $r_f$  por la ecuación 2.

b. Se calcula  $m_r$  de  $r_f$  y  $m_o$  por la ecuación 3a o 3b.

(i) Si  $m_o < 150$  se usa 3a.

(ii) Si  $m_o > 150$  se usa 3b.

c. Entonces  $m_r$  es la nueva  $m_o$ .

4- Se calcula  $E_d$  por la ecuación 4.

5a- Si  $m_o > E_d$  se calcula  $K_d$  por la ecuación 6a y 6b.

b. Se calcula  $m$  por la ecuación 8.

6- Si  $m_o < E_d$  se calcula  $E_w$  por la ecuación 5.

7a- Si  $m_o < E_w$  se calcula  $K_w$  por la ecuación 7a y 7b.

b. Se calcula  $m$  por la ecuación 9.

8- Si  $E_d > m_o > E_w$  haga  $m = m_o$ .

9- Se calcula  $F$  de  $m$  por la ecuación 10. Este es el FFMC del día.

Hay dos restricciones en el uso de estas ecuaciones:

A) La ecuación 3 (a o b) no se usa cuando  $r_o < 0.5$ mm; esto es, en clima seco la rutina de lluvia puede ser omitida.

B)  $m$  tiene un límite superior de 250, es decir, cuando la ecuación 3 (a o b) produce un  $m_r > 250$  se hace  $m_r = 250$ .

### 3.1.4.2.2 Código de humedad del mantillo

Las ecuaciones para el índice son:

$r_e = 0.92r_o - 1.27,$	$r_o > 1.5$	(11)
$M_o = 20 + e^{(5.6348 - P_o/43.43)}$		(12)
$b = 100/(0.5 + 0.3 P_o),$	$P_o \leq 33$	(13a)
$b = 14 - 1.3 \ln P_o,$	$33 < P_o \leq 65$	(13b)
$b = 6.2 \ln P_o - 17.2,$	$P_o > 65$	(13c)
$M_r = M_o + 1000r_e/(48.77 + br_e)$		(14)
$P_r = 244.72 - 43.43 \ln (M_r - 20)$		(15)
$K = 1.894 (T + 1.1) (100 - H) L_e \times 10^{-6}$		(16)
$P = P_o \text{ (or } P_r) + 100K$		(17)

Figura 3.3 - Ecuaciones para calcula el DMC.

El algoritmo para el índice es:

- 1- El P de días previos es el  $P_o$ .
- 2a- Si  $r_o > 1.5$  se calcula  $r_e$  por la ecuación 11.
  - b. Se calcula  $M_o$  de  $P_o$  por la ecuación 12.
  - c. Se calcula  $b$  por la ecuación apropiada 13a, 13b o 13c.
  - d. Se calcula  $M_r$  por la ecuación 14.
  - e. Se convierte  $M_r$  a  $P_r$  por la ecuación 15.  $P_r$  es el nuevo  $P_o$ .
- 3- Se toma  $L_e$  de la Figura 3.4.
- 4- Se calcula  $K$  por la ecuación 16.



5- Se calcula P de Po (o Pr) por la ecuación 17. Ese es el DMC del día.

**Table 1**  
**Effective day-lengths ( $L_e$ ) for DMC**

Month:	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
$L_e$ :	6.5	7.5	9.0	12.8	13.9	13.9	12.4	10.9	9.4	8.0	7.0	6.0

Figura 3.4 - Ecuaciones para Calcular el Le

Hay tres restricciones sobre el uso de las ecuaciones del DMC:

- A) Las ecuaciones 11 a la 15 no son usadas para  $r_0 > 15$ .
- B) Pr no puede ser teóricamente menor que cero. Los valores negativos resultantes del paso 2e deben ser llevados a cero.
- C) Los valores de T menores que -1.1 no deben ser usados en la ecuación 16. Si  $T < -1.1$  se hace  $T = -1.1$ .

### 3.1.4.2.3 Código de sequía

Las ecuaciones para el índice son:

$r_d = 0.83r_o - 1.27,$	$r > 2.8$	(18)
$Q_o = 800e^{-D_o/400}$		(19)
$Q_r = Q_o + 3.937r_d$		(20)
$D_r = 400 \ln(800/Q_r)$		(21)
$V = 0.36 (T + 2.8) + L_r$		(22)
$D = D_o \text{ (or } D_r) + 0.5V$		(23)

Figura 3.5 - Ecuaciones para Calcula el DC.

El algoritmo para el índice es:

1- El D de días previos es el Do.

2a- Si  $ro > 2.8$  se calcula rd por la ecuación 18.

b. Se calcula Qo de Do por la ecuación 19.

c. Se calcula Qr por la ecuación 20.

d. Se convierte Qr a Dr por la ecuación 21, Dr es la nueva Do.

3- Se toma Lf de la Figura 3.6.

4- Se calcula V por la ecuación 22.

5- Se calcula D de Do (o Dr) por la ecuación 23. Este es el DC del día.

**Table 2**  
**Day-length factors ( $L_f$ ) for DC**

Month:	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec
$L_f$ :	-1.6	-1.6	-1.6	0.9	3.8	5.8	6.4	5.0	2.4	0.4	-1.6	-1.6

Figura 3.6 - Ecuaciones para Calcular el Lf.

Hay cuatro restricciones en el uso de estas ecuaciones:

A) Las ecuación de la 18 a la 21 no son usadas para valores menores de  $ro < 2.8$ .

B) Dr no puede ser teóricamente menor que cero, los valores negativos del paso 2d se llevan a cero.

C) Los valores de T menores que -2.8 no se deben usar en la ecuación 22. Si  $T > -2.8$  se hace  $T = -2.8$ .

D) V no puede ser negativa. Si la ecuación 22 produce un valor negativo se hace  $V=0$ .

### 3.1.4.2.4 Índice del comportamiento del suelo

Las ecuaciones para el índice son:

$f(W) = e^{0.05039W}$	(24)
$f(F) = 91.9e^{-0.1386m} [1 + m^{5.31}/(4.93 \times 10^7)]$	(25)
$R = 0.208 f(W) f(F)$	(26)
$U = 0.8 PD/(P + 0.4D),$	$P \leq 0.4D$ (27a)
$U = P - [1 - 0.8D/(P + 0.4D)][0.92 + (0.0114P)^{1.7}],$	$P > 0.4D$ (27b)
$f(D) = 0.626U^{0.809} + 2,$	$U \leq 80$ (28a)
$f(D) = 1000/(25 + 108.64 e^{-0.023U}),$	$U > 80$ (28b)
$B = 0.1 R f(D)$	(29)
$\ln S = 2.72 (0.434 \ln B)^{0.647},$	$B > 1$ (30a)
$S = B,$	$B \leq 1$ (30b)
$DSR = 0.0272 (FWI)^{1.77}$	(31)

Figura 3.7 - Ecuaciones para Calcular el FWI.

El algoritmo para el índice es:

1- Se calcula  $f(W)$  y  $f(F)$  por la ecuación 24 y 25.

2- Se calcula  $R$  por la ecuación 26. Este el ISI del día.

3- Se calcula U por la ecuación 27a, Si  $P < 0.4 * D$  o por la ecuación 27b si  $P > 0.4 * D$ . Este es el BUI del día.

4- Se calcula  $f(D)$  por la ecuación 28a para valores de U menores a 80, Si  $U > 80$  se usa la ecuación 28.

5- Se calcula B por la ecuación 29.

6- Si  $B > 1$  se calcula S de su logaritmo, dado por la ecuación 30a. Si  $B < 1$  se hace  $S = B$  de acuerdo a la ecuación 30b. S es el FWI del día.

El riesgo indicado para cada zona según el FWI resultante, se especifica en la tabla siguiente:

Valor del FWI	Riesgo
0 - 7	Bajo
8 - 16	Moderado
17 - 31	Alto
> 32	Extremo

Tabla 3.15 - Ponderación Final del Riesgo Meteorológico del FWI.

### 3.1.5 Sistema de Evaluación de Riesgo de Incendios de los Estados Unidos (NFDRS)

El Sistema Nacional de Evaluación de Peligro de Incendios de Estados Unidos, comenzó a desarrollarse desde 1958, en respuesta a las recomendaciones surgidas

de una conferencia del Servicio Forestal realizada en 1940. Desde entonces y hasta 1978, se desarrollaron y probaron las distintas fases que lo componen (Ralph,1964).

El registro de información meteorológica para el cálculo del índice comienza a efectuarse cuatro semanas antes del comienzo de la estación de incendios en la región. Las lecturas de las condiciones meteorológicas son tomadas una vez por día, a las 15 horas en todas las estaciones. Debido a que las apreciaciones se efectúan con observaciones o pronósticos para grandes áreas, y a que los combustibles también son descriptos en forma general para una superficie extensa, el peligro de incendio indicado por el sistema debe ser interpretado como una estimación general para una determinada región. La Figura 3.8 muestra un diagrama simplificado de este sistema.

#### **3.1.5.1 Variables de Entrada**

- Número de estación.
- Altura de la estación.
- Modelo de combustible.
- Estado de la vegetación herbácea.
- Clase de pendiente.
- Fecha.
- Estado del tiempo.
- Estado de la vegetación leñosa.
- Temperaturas de bulbo seco y húmedo.
- Riesgo de rayos.
- Riesgo por causas humanas.
- Velocidad del viento.
- Dirección del viento.
- Tipo de precipitación.

- Cantidad de precipitación.
- Duración de la precipitación.
- Hora de comienzo y fin de la precipitación.
- Nivel de actividad eléctrica.
- Temperatura máxima y mínima de las 24 horas.
- Humedad relativa máxima y mínima de las 24 horas.
- Humedad de los combustibles de 1 y 10-horas.

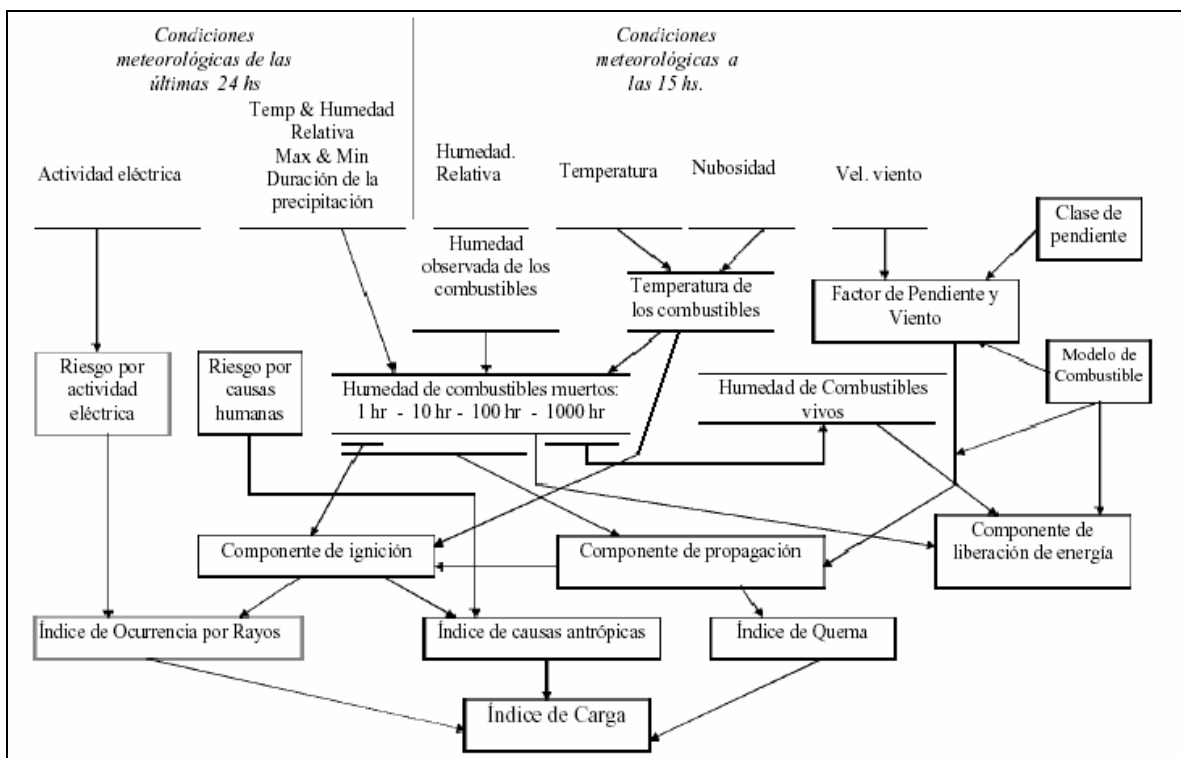


Figura 3.8 - Componentes de Índice NFDRS

### 3.1.5.2 Variables de Salida

#### 3.1.5.2.1 Índices de Riesgo por Rayos y por Causas Humanas

Estos índices son indicadores de la posible ocurrencia de incendios en una unidad de protección y durante el período considerado. Cuando alguno de los índices es alto, el sistema de detección debe ser utilizado en su máximo alcance. Analizados en forma conjunta, indican si las operaciones de detección tienen que concentrarse en los cinturones de riesgo por rayos o por causas humanas.

#### 3.1.5.2.2 Índice de Quema

Este índice depende de los componentes de propagación y de liberación de energía. Es un indicador de la cantidad y tipo de equipamiento y de recursos humanos que requerirá cada incendio. Se alimenta de dos componentes:

- **Componente de Propagación:** Se calcula la velocidad de propagación pronosticada, utilizando el algoritmo del modelo de propagación de Rothermel (Ralph, 1964). Se utiliza como indicador del tiempo en el cual el fuego tiene que ser contenido, para que no supere una determinada superficie.
- **Componente de Liberación de Energía:** Se calcula la intensidad de reacción en base al modelo de Rothermel (Ralph, 1964).. Esta componente se utiliza como guía para decidir la forma de combate.

### 3.1.5.2.3 Índice de Carga

Este índice que integra a todo el resto, indica el nivel al que tienen que mantenerse las fuerzas de supresión en un área de protección, para poder manejar las situaciones potenciales de fuego.

### 3.1.6 Sistema Métrico de Riesgo de Incendios de Mc Arthur

El primer sistema de evaluación de peligro de incendios utilizado en Australia, fue desarrollado por Mc Arthur a principios de 1960. Dicho sistema fue sucesivamente modificado y adaptado según las fallas que se fueron detectando. El sistema original, denominado *Mark3*, fue desarrollado para pasturas de Nueva Gales del Sur y bosques de eucaliptos. Posteriormente se desarrolló el sistema *Mark 5*, de aplicación más amplia (Dentoni et. al., 1999).

Estos sistemas proveen herramientas de manejos consistentes y útiles para diversas agencias estatales y privadas. Los sistemas han sido adoptados por numerosos países, con “climas de fuego” similares al de Australia.

Los sistemas actualmente utilizados, se componen de índices que se relacionan directamente con la probabilidad de ignición, la velocidad de propagación y las dificultades de supresión. Los mismos fueron desarrollados para tipos de pastizales y bosques específicos, y proveen una base para la explicación del comportamiento del fuego en dichas unidades de vegetación.

El contenido de humedad de los combustibles se calcula para dos grupos: combustibles finos y combustibles pesados. El contenido de humedad de los combustibles finos se evalúa a partir de datos de temperatura del aire y de



humedad relativa. Para los combustibles pesados se utiliza el Índice de Sequía de Keetch – Byram (Dentoni et. al., 1999).

Las ecuaciones para el índice de riesgo de incendios para bosques son las siguientes:

$$F = 2.0^{(-0.450+0.987*\ln(D)-0.0345*H+0.0338*T+0.0234*V)}$$

Donde:

- D: factor de sequía.
- F: índice de peligro de incendios.
- H: humedad relativa.
- T: temperatura del aire.
- V: velocidad media del viento a 10 m, en terreno abierto.

Esta ecuación puede ser simplificada con una muy pequeña pérdida de precisión, quedando:

$$F = 1.25 * D^{(T-H/30)+0.034*V}$$

El factor de sequía es una variable discontinua derivada de categorías del índice de sequía de Keetch-Byram.

$$D = \frac{0.191 * (I + 104) * (N + 1)^{1.5}}{(3.52 + (N + 1)^{1.5} + P - 1)}$$

Donde:

- D: factor de sequía.
- I: índice de sequía de Keetch-Byram.

- N: tiempo desde la última lluvia.
- P: cantidad de precipitación.

### 3.1.6 Modelo de Riesgo de Incendios de Perú, Caso Piura y Lambayeque

Este es un modelo de riesgos de incendio desarrollado para los bosques secos de Piura y Lambayeque, provincias de Perú (Proyecto Algarrobos, 2002).

El modelo se desarrollo usando sistemas de Información Geográfica (SIG), y los factores considerados fueron: factores antrópicos, ambientales y espaciales.

El índice de riesgo de incendios se calcula a partir de la siguiente formula:

$$R = X_{ANTRO} + X_{VEG} + X_{CLIM}$$

Donde:

- R = Índice de riesgo de incendios.
- Xantro = Factor antrópico.
- Xveg = Factor vegetación.
- Xclim = Factor climático.

#### 3.1.6.1 Factores Antrópicos

Los factores antrópicos fueron extraídos de dos capas temáticas: centros poblados y red vial. Estas dos capas fueron directamente digitalizadas de las cartas

nacionales a escala 1: 250000. La capa de centros poblados es una capa de puntos, en la cual cada punto representa un caserío o centro poblado. La capa temática de red vial está representada por líneas, incluyendo en éstas las vías principales, así como las secundarias y trochas.

Considerando la actividad antrópica como variable principal, sea ésta casual o intencional, como la causante de los incendios forestales en Piura y Lambayeque; se puede inferir que el riesgo de incendio en una determinada área es directamente proporcional a la accesibilidad y cercanía a los centros poblados o caseríos. Tomando como premisa lo anteriormente expuesto se generó un índice de riesgo basado en densidad de caminos por unidad de área (m/ha), afectado directamente por el número de caseríos o centros poblados localizados dentro del área. A partir de esto se generó un rango arbitrario, de riesgo por causas antrópicas basado en cuatro niveles. La amplitud de los índices fue determinado dividiendo la diferencia de los valores extremos entre cuatro.

<b>Rango</b>	<b>Índice antrópico</b>
Bajo	0.95-23.58
Medio	23.59-47.18
Alto	47.19-70.77
Muy alto	70.78-94.31

Tabla 3.14 - Rango de valores para el índice antrópico peruano

### 3.1.6.2 Índices de Vegetación

El peso seco del material combustible por unidad de área, la altura promedio de las especies herbáceas evaluadas y la cobertura, son las variables que mejor

representan al factor vegetación para determinar el grado de ignición de un área determinada.

Se calculó el índice de vegetación multiplicando el peso seco, la altura promedio y el porcentaje de cobertura del estrato herbáceo. El índice así calculado fue asignado al polígono correspondiente en el sistema de Información Geográfica (SIG) y se generó un rango de índice de vegetación basado en cuatro niveles. La amplitud de los índices fue determinado dividiendo la diferencia de los valores extremos entre cuatro.

<b>Rango</b>	<b>Índice vegetación</b>
Bajo	0-12.17
Medio	12.18-24.35
Alto	24.36-36.52
Muy alto	36.53-48.69

**Tabla 3.15 - Rango de valores para el índice de vegetación peruano**

### **3.1.6.3 Factor Climático**

La clasificación climática es la síntesis de una gran cantidad de información atmosférica en grupos con significado específico, para determinados propósitos. El sistema de clasificación climática de THORNTWAITE (Barney et. al., 1984) fue ideado asumiendo que la distribución de asociaciones vegetales es la explicación real a la distribución de los climas. El sistema utiliza un índice de precipitación-temperatura para determinar cuantitativamente los límites de las grandes regiones climáticas. El sistema de clasificación fue desarrollado correlacionando los valores de los índices, con las características de la vegetación del lugar.

### 3.1.6.4 Índice de Riesgo de Incendios

El índice se genera interceptando por medio de un SIG las 3 capas resultantes, de cada uno de los índices previamente elaborados (vegetación, clima y antrópico) obteniendo un mapa de riesgo de incendio para la zona.

### 3.1.7 Índice de Alerta Meteorológica de Francia

Está representado por una escala de 0 a 3 donde mas que una escala se refleja la alerta meteorológica necesaria (sencilla, grave, muy grave o ninguna) (Vélez, 2000).

Los datos considerados para su evaluación son: El déficit de agua en el suelo y la velocidad del viento.

Se calcula relacionando por medio de una tabla la sequía con la velocidad del viento.

Viento-sequía	Mas de 20 km/h	20-40 km/h	Mas de 40 km/h
Nula	0	0	0
Bastante fuerte	1	1	2
Fuerte	1	2	3
Muy fuerte	1	2	3

Tabla 3.16 - Índice de Alerta Meteorológica de Francia

Su objetivo principal es la declaración de la alerta meteorológica.

### **3.1.8 Modelo Meteorológico para Predecir el Riesgo de Fuegos Forestales en Toscana, Italia**

Se consideran cuatro variables meteorológicas: temperatura máxima diaria, humedad atmosférica relativa a las 14:00 horas, máxima rapidez diaria del viento y número de días sin lluvia antes del fuego. La combinación de estas variables da origen a un modelo con 7 clases de riesgos, desde muy bajo hasta extremo (Maracchi, 1998).

#### **3.1.8.1 Relación entre las Condiciones Meteorológicas y el Riesgo de Incendios**

El objetivo del índice es evaluar el riesgo de incendios y no su potencial desarrollo, por lo tanto, no se toma en cuenta la extensión de los fuegos sino solamente el número.

Primero se calcula la distribución de frecuencias de los eventos, de acuerdo a la variable meteorológica seleccionada. Esto permite la evaluación de la frecuencia con la cual diferentes valores de la variable aparece en el día.

#### **3.1.8.2 Elaboración de un Índice de Impacto**

Es un filtro para los datos de entrada que permite normalizar los datos en función de las otras variables, durante los meses de estudio y es más apropiado que un gráfico aislado de frecuencias por variables.

El valor se obtiene de acuerdo a la ecuación:

$$II_{i(mv)} = \frac{F_{i(fire)}}{F_{i(peri)}}$$

Donde:

- $Ii(mv)$  = índice de impacto de la clase  $i$  para la variable meteorológica.
- $Fi(\text{fire})$  = clase  $i$  de frecuencia, durante los días de fuego.
- $Fi(\text{period})$  = clase  $i$  de frecuencia durante los meses del estudio.

Las confiabilidad de este valor puede ser influenciado por el error en esta evaluación. Este error se calcula para cada clase  $i$  para todas las variables meteorológicas, de acuerdo a la siguiente relación:

$$E = \frac{(Ii(mv) * (1 - Ii(mv)))}{Fi(\text{perid})}$$

De esta forma podemos definir el rango de variación posible que puede ser igual al valor del índice de incidencia.

Para las frecuencias obtenidas en cada clase se calculan los respectivos: índices de impacto, error sobre el índice y límite superior e inferior del intervalo de confianza.

### **3.1.8.3 Elaboración del Índice Meteorológico de Riesgo**

Basados en los valores del índice de impacto se define para cada variable meteorológica, las clases de variación y a cada una de ellas se le atribuye un índice de riesgo.

Este índice es el resultado de una evaluación de las características del índice de impacto, especialmente se consideran:

- a) El rango de variación de II.
- b) El número de clases de amplitud para calcular el índice de riesgo. Sobre ellas se calcula la amplitud de las nuevas clases de la siguiente forma:

$$Amplitud\_de\_clases = \frac{Rango\_de\_variación\_II_{(mv)}}{N^{\circ}\_de\_clases\_escogidas\_para\_calcular\_RI_{(mv)}}$$

- c) Índice de riesgo parcial atribuido a diferentes valores de cada clase:

<b>T° max</b>	<b>T &lt; 26°C</b>	<b>26&lt;T&lt;30</b>	<b>T&gt;30</b>	
<b>RI<sub>tmax</sub></b>	1	2	3	
<b>RH</b>	<b>RH&lt;60%</b>	<b>40&lt;RH&lt;60</b>	<b>20&lt;RH&lt;40</b>	<b>RH&gt;20</b>
<b>RI<sub>rh</sub></b>	0.5	1	2	4
<b>WS<sub>max</sub></b>	<b>WS&lt;3 m/s</b>	<b>3&lt;WS&lt;11</b>	<b>WS &gt;11</b>	
<b>RI<sub>ws</sub></b>	1	2	3	
<b>DD<sub>r</sub></b>	<b>DD&lt;2</b>	<b>2&lt;DD&lt;4</b>	<b>4&lt;DD&lt;12</b>	<b>DD&gt;12</b>
<b>RI<sub>dd</sub></b>	0.5	2.5	4	5

Tabla 3.17 - Índice de riesgo parcial para las diferentes variables. RH = Humedad Relativa, Tmax = Temperatura, WSmax= Rapidez del viento y DD<sub>r</sub> = Días sin lluvia



### 3.1.8.4 Elaboración de un Índice Meteorológico Final de Riesgo de Incendios

Para evaluar el índice final debemos considerar la influencia de todos los índices parciales (IR(mv)), siguiendo la ecuación:

$$FRI = Ri_{t\max} * Ri_{rh} + Ri_{ws\max} * Ri_{ddr}$$

El riesgo final se obtiene según la siguiente tabla:

Clasificación	FRI	Riesgo
1	< 25	Muy bajo
2	26-53	Bajo
3	54-78	Moderado
4	79-104	Medio
5	105-129	Alto
6	130-155	Muy Alto

Tabla 3.18 - Índice total de riesgo

### 3.1.9 Modelo Cartográfico de Riesgo de Incendios, Caso Cuenca Alta del Caroní

Este modelo fue desarrollado en trabajos previos realizados por el Centro de Simulación y Modelado de la Universidad de los Andes (CESIMO) para la Electrificación del Caroní (EDELCA), específicamente para la cuenca alta del río Caroní (Mendoza, 2002).

En particular, el índice generado a partir de este modelo cartográfico, está compuesto de factores que varían en largos períodos de tiempo, como la ubicación de las vías principales, la ubicación de los centros poblados, la vegetación natural característica de un área, el comportamiento histórico de los incendios, entre otros. A estos tipos de índices se le denominan índices estructurales, por el contrario, los índices dinámicos son aquellos derivados de factores que varían en cortos períodos de tiempo como el estado de la vegetación y las condiciones meteorológicas (Sebastián, 2001).

El modelo considera dos tipos de factores en su planteamiento: los que evalúan la probabilidad de ocurrencia de incendios, entre los que se tienen, cercanía a vías y rutas de penetración, inflamabilidad de la vegetación y densidad de los incendios. Y los que evalúan la importancia de preservación, entre los que citamos, cercanía a centros poblados, estado sucesional de la vegetación, cercanía a ríos y cercanía a la vía principal.

### **3.1.9.1 Cercanía a Vías y Rutas de Penetración**

Los avisos generados con fuego propios de la cultura Pemón y la limpieza de caminos (dos de las razones más comunes de uso del fuego por parte de los indígenas) ocurren predominantemente a lo largo de las rutas entre comunidades y las rutas de cacería y pesca. Para verificar la relación entre la ocurrencia de los incendios y la cercanía a caminos (haciendo uso de un sistema de Información Geográfica - SIG -) se unen los mapas correspondientes a las vías principales y secundarias, con el mapa de rutas entre comunidades y se estudia la relación espacial existente entre el mapa resultante y la ocurrencia histórica de incendios en la zona de estudio.

### **3.1.9.2 Cercanía a Centros Poblados**

Proteger los centros poblados y sus alrededores es de gran importancia para el programa de control de incendios de vegetación (PCIV), ya que se trata de proteger a las comunidades y por ende proteger vidas humanas. Para este criterio se realiza un análisis de zonas de amortiguamiento (o *buffers*) alrededor de las comunidades. El mapa resultante es reclasificado en una escala de 1 a 10, asignándole un mayor peso a aquellas zonas cuya distancia sea menor, es decir, mientras más cercano a los centros poblados más significativo resulta su protección.

### **3.1.9.3 Inflamabilidad del Tipo de Vegetación**

Este criterio estudia la probabilidad de propagación del fuego de acuerdo al tipo de vegetación en donde se origine. Cada tipo de vegetación proporciona un combustible diferente para un fuego potencial, por lo tanto, es posible asignar un peso relativo a cada tipo de vegetación que indique la facilidad o dificultad de propagación del fuego.

La asignación de los pesos se realizo con la ayuda de los expertos de EDELCA, siguiendo la clasificación de la vegetación establecida en el mapa de vegetación proporcionado por la empresa. El criterio a seguir para establecer los pesos es el siguiente: Mientras más inflamable sea el tipo de vegetación, mayor su peso.

### **3.1.9.4 Estado Sucesional del Tipo de Vegetación**

El estado sucesional o seral del tipo de vegetación, son los cambios que presenta la vegetación en un ecosistema a lo largo del tiempo. Desde un punto de

vista ecológico, mientras mayor sea el estado sucesional, más importante resulta su protección.

Este criterio, al igual que el de inflamabilidad de la vegetación, es un criterio de reclasificación y se establece tomando en cuenta la importancia de conservación del tipo de vegetación, según la opinión de los expertos de la empresa.

#### **3.1.9.5 Cercanía a Ríos**

Las márgenes de los ríos son zonas prioritarias de protección debido a su importancia ambiental. En este criterio se establecen zonas de amortiguamiento (o *buffers*) alrededor de los principales ríos y se reclasifica el mapa resultante asignando un mayor peso a aquellas zonas cuya distancia sea menor, es decir, mientras más cercano al río, más significativo resulta su protección.

#### **3.1.9.6 Cercanía a la Vía Principal**

Las zonas aledañas a las vías principales son de alta prioridad en cuanto a protección, ya que representan zonas escénicas. Asimismo, los incendios cercanos a la vía principal pueden ocasionar pérdidas humanas.

El modelo propone establecer zonas de amortiguamiento (o *buffers*) y reclasificarlas tomando como criterio que mientras más cerca este la zona de la vía principal, resulta de mayor importancia su protección.

### **3.1.9.7 Densidad de Incendios**

El mapa de densidad de los incendios ofrece información sobre la tendencia de ocurrencia de incendios de la zona. Es decir, a mayor densidad de incendios, mayor la probabilidad de incendiarse en el futuro.

En este criterio se calcula la densidad de los incendios por unidad de área y seguidamente se estandariza o reclasifica.

### **3.1.9.8 Índice Final de Riesgo de Incendios**

La unión de los criterios anteriormente expuestos da como resultado un modelo cartográfico que proporciona un índice estructural de riesgo de incendios para la cuenca alta del río Caroní. Este mapa final es reclasificado con el fin de etiquetar las zonas en niveles de riesgo que van desde Muy Bajo a Extremo.

## **3.2 Selección de los Índices**

Como se enunció previamente existen dos tipos de índices de riesgo de incendios: los estructurales que constan de componentes que presentan poca variación en períodos cortos de tiempo y los dinámicos o de corto plazo, que son los índices que presentan variaciones en periodos cortos de tiempo (Sebastián, 2001). Cada uno de estos índices aporta información relevante para el control y manejo de incendios, por esa razón se implementarán tanto índices estructurales como dinámicos en el estudio, a fin de obtener un sistema integral.

Tras haber realizado un análisis de los sistemas anteriormente descritos, se seleccionaron los siguientes índices para ser implementados en el área de estudio. Los criterios que se siguieron para definir la selección fueron: características del

área en donde han sido implementados, las variables meteorológicas que involucran, los datos disponibles para los cálculos, la complejidad del modelo, la similitud con el área de estudio, la reputación del índice, la adecuación del sistema en otros países y los años en funcionamiento.

### 3.2.1 Índices Meteorológicos

- Índice de Monte Alegre o Soarez: Este índice fue seleccionado por su simplicidad de cálculo y porque ha sido implementado en países con condiciones ambientales equivalentes a las presentes en el área de estudio.
- Índice Meteorológico de Riesgo de Incendios de Canadá (FWI): Se eligió este índice por su reputación, por su demostrada adecuación en las diferentes zonas en las que ha sido implementado y por los años de investigación que ha implicado su desarrollo.

### 3.2.2 Índices Estructurales

- Índice de Riesgo de Incendios Forestales de la Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Caso Extremadura: Este índice fue seleccionado porque abarca componentes importantes en el cálculo de un índice de riesgo de incendios, tales como, su comportamiento histórico, el tipo de vegetación y las causas que lo originan.
- Modelo Cartográfico de Riesgo de Incendios, Caso Cuenca Alta del Caroní: Se eligió este índice por haber sido desarrollado específicamente para la cuenca alta del río Caroní.

## CAPÍTULO 4 - ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la implementación de los índices es necesario contar con información cartográfica, meteorológica y del SIPCIV que se debe recolectar y validar adecuadamente.

### 4.1 Información Cartográfica

A continuación se listan los mapas digitales requeridos en la implementación de los índices; cada uno de los mapas está representado en coordenadas geográficas (latitud - longitud).

- **Mapa de vegetación:** Identifica los diferentes tipos de vegetación presentes en la cuenca, tales como: bosque, sabana morichal, tepuy y matorral (Anexo 1). Este mapa fue digitalizado de su fuente, a escala 1:250000 proporcionado por EDELCA.
- **Mapa de vías y rutas de penetración:** Identifica la ubicación de las vías de acceso auxiliares y rutas de penetración disponibles en la cuenca (Anexo 2). Obtenido a partir de fuentes digitales del mapa de vías, elaboradas como parte del Plan Maestro de la cuenca del Caroní para EDELCA, por Palmaven y con anexos de rutas de penetración elaboradas conjuntamente con el personal de EDELCA.
- **Mapa de centros poblados:** Identifica la ubicación de las 60 comunidades indígenas que residen en la zona (Anexo 3).

- **Mapa de ríos:** Identifica la ubicación de los afluentes de la cuenca (Anexo 4). Obtenido a partir de fuentes digitales elaboradas como parte del Plan Maestro de la cuenca del Caroní, para CVG EDELCA por Palmaven.
- **Mapa de la vía principal:** Identifica la ubicación de la principal vía de acceso de la zona (Anexo 5). Obtenido a partir de fuentes digitales elaboradas como parte del Plan Maestro de la cuenca del Caroní, para CVG EDELCA por Palmaven.
- **Mapa de casetas de observación:** Identifica la ubicación de las 5 casetas de observación utilizadas por los bomberos para la detección de incendios en el área (Anexo 6). Fuente: EDELCA.
- **Mapa de centros de operaciones:** Identifica la ubicación de los 4 centros de operaciones de la empresa en la cuenca (Anexo 7). Fuente: EDELCA.

## 4.2 Información Meteorológica

La información meteorológica requerida corresponde al periodo de 1986 al 2003 y fue recolectada de estaciones electrónicas que se encuentran dentro de la zona de estudio y en un radio de 50 Km. alrededor de ella (11 estaciones); esta inclusión se hizo debido al bajo número de estaciones que se encuentran en la cuenca alta (4 estaciones).



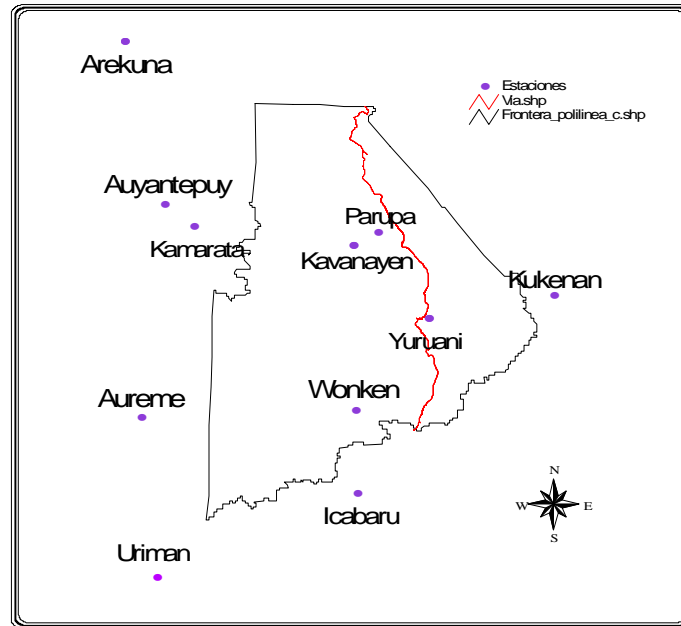


Figura 4.1 - Ubicación de las Estaciones Meteorológicas

Entre la información meteorológica suministrada se tiene:

- Datos de precipitación en ml a nivel horario.
- Datos de humedad relativa en % a nivel horario.
- Datos de temperatura en °C a nivel horario.
- Datos de velocidad del viento en m/s a nivel horario.

### 4.3 Información Histórica de los Incendios

El sistema de información para el control de incendios de vegetación (SIPCIV) es un sistema de información que consiste básicamente de una base de datos y un subsistema programado, que permite la captura y almacenamiento de las planillas

de control de incendios, proporcionando además el procesamiento de dichos datos para generar información estadística histórica (EDELCA-CESIMO, 2001).

Entre la información obtenida del sistema para la serie de años 1986 a 2003 se tiene:

- **Área de afectación:** Indica el área total afectada por el incendio en hectáreas.
- **Causas:** Indica el tipo de causa que origina el incendio, las categorías disponibles son: agrícola, pecuaria, forestal, cacería, quema de desechos, tradición, intencional y otras.
- **Ubicación espacial de los incendios históricos:** Representan las coordenadas de ubicación geográfica (latitud - longitud) de cada uno de los incendios.
- **Fecha de ocurrencia:** Indica el día, mes y año de incidencia del incendio.
- **Estatus del incendio:** Indica si el incendio es del tipo combatido o detectado.

#### 4.4 Parámetros y Variables

Los parámetros y variables de entrada que se utilizan en la fase de implementación fueron discutidos con los expertos, en talleres llevados a cabo en la empresa EDELCA.

Los valores definitivos acordados para cada una de las tablas se exponen a continuación.

#### 4.4.1 Tipo de Incendios de acuerdo al Área de Afectación

Se discutió la tabla de clasificación de los incendios de acuerdo al área de afectación, los valores definidos fueron:

Tipo de incendio	Área de afectación en hectáreas
Conatos	< 0.5
Normal	0.5 – 5
Grandes	5 – 50
Muy Grandes	> 50

**Tabla 4.1 - Designación del Tipo de Incendio**

La tabla indica que se denominarán como incendios de tipo Conato, a aquellos que afecten un área inferior a 0.5 hectáreas, Normal a los que afecten de 0.5 a 5 hectáreas, Grandes a los que estén entre un área de 5 a 50 hectáreas y a los incendios que afecten un área mayor a 50 hectáreas se les designará Muy Grandes.

Esta información es requerida para el cálculo del subíndice de frecuencia histórica de los incendios, del índice de riesgo de incendios de la dirección general de conservación de la naturaleza de Extremadura, España.

#### 4.4.2 Tipo de Causas

La tabla de tipo de causas se elaboró a partir de los datos registrados en el SIPCIV, asignándole un peso máximo de 10 a la causa más frecuente en los registros (Tradición) y reescalando para establecer los pesos de las siguientes categorías, teniendo como resultado la tabla siguiente:

<b>Tipo de causa</b>	<b>Peso</b>
Agrícola	1
Pecuaria	1
Forestal	0
Cacería	5
Quema Desechos	0
Tradicición	10
Intencional	1
Otras	1

**Tabla 4.2 - Peso de las Causas**

Esta tabla indica que la causa con mayor peso o mas frecuente en la ocurrencia de incendios es la definida como Tradición, seguida por la causa Cacería que tiene una ocurrencia inferior al 50% de la primera y como menos frecuentes se tienen las causas denominadas Agrícolas, Pecuarias, Intencionales y Otras. Cabe destacar que el significado de cada una de estas causas y lo que engloban, se sigue del Sistema de Información para el Programa de Control de Incendios de Vegetación SIPCIV.

Esta información se utilizará para el cálculo del subíndice de causas de los incendios, del índice de riesgo de la dirección general de conservación de la naturaleza de Extremadura, España.

### 4.4.3 Tipo de Vegetación

La tabla de clasificación de incendios según su combustibilidad también se obtiene a partir de los datos registrados en el SIPCIV y los pesos se definieron según juicio de expertos. A continuación se muestra la tabla definitiva:

Tipo de combustible	Peso
Bosques	4
Matorral	7
Sabana	10
Morichal	4
Tepuy	2

Tabla 4.3 - Peso de acuerdo al Tipo de Vegetación

De la tabla anterior se concluye que la Sabana es la vegetación más combustible (con mayor facilidad para la propagación de incendios), seguida del Matorral y luego con pesos mas bajos se tienen Bosque, Morichal y Tepuy.

Esta información es requerida para el cálculo del subíndice de tipo de vegetación, del índice de riesgo de incendios de la dirección general de conservación de la naturaleza de Extremadura, España.

### 4.4.4 Descuento por Lluvia

Se ajustaron los intervalos de lluvia de acuerdo a los valores registrados en la zona y se concluyó que lluvias superiores a los 20mm pueden contrarrestar la

posibilidad de ocurrencia de incendios, a continuación se muestra la tabla definitiva:

<b>Descuento por lluvia</b>	
<b>Milímetros caídos</b>	<b>Descuento</b>
- 5	Ninguno
5 - 10	0.3
10 - 20	0.6
20 - 25	0.8
+ 25	recomenzar el acumulativo

**Tabla 4.4 - Descuento por Lluvia Caída**

Cuando se registre un valor de lluvia caída inferior a los 5mm no se hace ningún descuento en el índice de riesgo; cuando se registre un valor de lluvia caída entre 5 a 10mm, se hará un descuento del 30% en el índice y así sucesivamente para el resto de las categorías.

Esta información se utilizará para el cálculo del índice de Monte Alegre o Soarez.

#### **4.4.5 Inflamabilidad del Tipo de Vegetación**

Entendiendo por inflamabilidad la posibilidad de que se origine un incendio de acuerdo al tipo de vegetación, se establecieron los siguientes valores para la tabla de inflamabilidad:

<b>Tipo de vegetación</b>	<b>Reclasificación</b>
Bosque	5
Matorral	7
Sabana	10
Morichal	8
Tepuy	1
Sin información	No Data

**Tabla 4.5 - Pesos según la Inflamabilidad de la Vegetación**

La tabla anterior indica que la Sabana es el tipo de vegetación más propensa a incendios, en segundo lugar se tiene al Morichal con un peso de 8 y por último con un menor riesgo el Tepuy.

Esta información es requerida para el cálculo del subíndice que representa la inflamabilidad del tipo de vegetación en el índice cartográfico.

#### **4.4.6 Importancia Sucesional**

El estado sucesional o seral del tipo de vegetación, son los cambios que presenta la vegetación en un ecosistema a lo largo del tiempo. Desde un punto de vista ecológico, mientras mayor sea el estado sucesional, más importante resulta su protección.

<b>Tipo de vegetación</b>	<b>Reclasificación</b>
Bosque	9
Matorral	7
Sabana	2

Morichal	6
Tepuy	10
Sin información	No Data

**Tabla 4.6 - Pesos según la Importancia de Preservación**

En base a la importancia de conservación de la vegetación, se tiene que el Tepuy es el tipo de vegetación más importante de preservar, seguido del Bosque y en último lugar de importancia sucesional se encuentra la Sabana.

Esta información se utilizará para el cálculo del criterio que representa el estado sucesional del tipo de vegetación, en el índice cartográfico.

#### **4.4.7 Pesos de los Criterios del Índice Cartográfico**

El índice cartográfico está conformado por 7 criterios, a los cuales se les asigna un peso para indicar la influencia que deben tener sobre el valor final del índice, a continuación se muestra la tabla definitiva establecida en el taller de discusión:

<b>Criterios del Modelo Cartográfico</b>	<b>Pesos</b>
Cercanía a vías y rutas de penetración	8
Inflamabilidad del tipo de vegetación	10
Densidad o comportamiento histórico de los incendios	7
Cercanía a centros poblados	3
Estado sucesional del tipo de vegetación	10
Cercanía a los ríos	6



Cercanía a la vía principal	1
-----------------------------	---

**Tabla 4.7 - Pesos de los Criterios del Índice Cartográfico**

La tabla indica que los criterios más relevantes a la hora de definir el índice estructural deben ser la inflamabilidad y el estado sucesional del tipo de vegetación, seguidos de los demás criterios en menor grado de importancia.

## CAPÍTULO 5 - IMPLEMENTACIÓN DE LOS ÍNDICES

### 5.1 Especificaciones de los Índices

En el capítulo 2 se profundizó sobre las generalidades de los índices de riesgo de incendios; en esta sección se expondrán las especificaciones que se tomarán en cuenta para la implementación de los índices.

En términos espaciales, los índices de riesgo de incendios que se implementarán en este trabajo son de escala local., es decir, son índices especialmente desarrollados tomando en cuenta las características de un área específica la cuenca alta del río Caroní.

Respeto a las escalas temporales que se manejarán en la implementación se tienen: Índices para estimaciones a corto plazo o dinámicos, es decir, índices que se actualizan a nivel diario basados principalmente en información meteorológica, tales como: el índice de Monte Alegre o el canadiense; e índices para estimaciones a largo plazo entre los que se encuentran el índice estructural de Extremadura y el índice cartográfico (Chuvieco et. al., 1997).

Para representar la influencia del componente humano como agente de ignición en los índices de riesgo, se seguirá el enfoque inductivo que consiste en estimar el riesgo observando la distribución espacial de los incendios, a partir de los datos provenientes del SIPCIV.

La resolución de los mapas que se utilizará en la fase de implementación se fija en 10 kilómetros, por ser esta la resolución que posee la cuadrícula de ubicación empleada por los bomberos para determinar las coordenadas geográficas de los incendios en el SIPCIV.

Los mapas que se emplearán en el proyecto están en formato ráster. Un ráster es un área espacial dividida en celdas regulares (malla o retícula) a las que se les asigna un atributo o valor (Introduction to Arcview GIS, 1996). Esta representación permitirá obtener mapas de riego de incendios mas detallados, es decir, con información puntual del nivel de riesgo existente en cada celda del ráster.

Los datos meteorológicos que se utilizarán en la implementación de los índices provienen de 11 estaciones meteorológicas que tiene instalada la empresa en la cuenca y en un radio de 50 km alrededor de ella (Figura 4.1). Estos datos son valores puntuales que se interpolarán en un SIG para obtener un modelo espacial ráster, según el método de interpolación spline o segmentaria con tensión. Este método de interpolación es ampliamente utilizado para el manejo de datos climáticos y se basa en el principio de la mínima curvatura con tensión, siendo independiente de la distribución espacial de los puntos de observación.

Spline es un método de propósito general, que ajusta una línea curva entre los puntos de referencia, minimizando la curvatura total de la superficie. Es ideal para extensiones que varían suavemente tales como elevación, concentración de la población y medidas de precipitación.

La función de interpolación de spline o segmentaria establece que la función debe pasar a través de los puntos de referencia (o lo más cercano a ellos) y al mismo tiempo, su curvatura debe ser lo más suavizada posible (Longley et. al., 1999).

El método de spline con tensión en Arcview 3.2 consta de dos parámetros: el Peso que define la tensión o tirantez aplicada a la curvatura y el Número de Puntos que identifica los puntos por región usados para la aproximación local. En la implementación se fijo el valor del Peso en 1 y el número de puntos en 3; estos

valores se determinaron a partir de las pruebas de comparación entre la superficie resultante de la interpolación y las isolíneas o isoyetas generadas a partir de los mismos datos de entrada.

## 5.2 Especificaciones del Software

Como se especificó en los capítulos previos, se recomienda el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en este tipo de proyectos, ya que el riesgo de incendios depende de factores que tienen gran variación espacial (Englefield et al.). Asimismo, mediante el uso de SIG se podrán integrar los diferentes componentes del índice de riesgo, tales como: el tipo de vegetación, las variables climatológicas, la información histórica del comportamiento de los incendios, entre otros.

El SIG que se empleará en el desarrollo e implementación de los índices será el ArcView en su versión 3.2, por ser el software utilizado y licenciado actualmente en la empresa para el análisis y manejo de este tipo de información. ArcView 3.2 es una herramienta SIG con capacidades de visualización, consulta y análisis de información geográfica, desarrollada por el Environmental Systems Research Institute (ESRI), de Redlands California (ESRI, 2005).

Arcview 3.2 cuenta con un lenguaje de programación nativo denominado AVENUE el cual permite crear macros o scripts para personalizar las funciones del programa, la interfaz de trabajo y automatizar las aplicaciones del sistema. Asimismo, Arcview cuenta con la herramienta de *Dialog Designer*, la cual permitirá crear diálogos e integrar nuevas funciones y objetos al ambiente de programación de manera accesible (Sigsa, 2005).

## 5.3 Implementación

### 5.3.1 Índices Meteorológicos

#### 5.3.1.1 Implementación del Índice de Monte Alegre o Soarez

La implementación se basa en la metodología empleada para la determinación del índice de Monte Alegre o Soarez definida en la sección 3.1.2. Básicamente en la implementación se plantea la expresión espacial del índice y los subíndices que lo conforman.

Las capas utilizadas como datos de entrada en este modelo son: el índice de riesgo del día anterior, la frontera, la humedad relativa a las 14 horas y la precipitación del día. En caso de no disponer de la información del día previo la fórmula del cálculo del índice se reduce a:

$$FMA = 100 * \sum \frac{1}{H}$$

Los datos meteorológicos (precipitación y humedad relativa) se interpolan según el método de interpolación de spline con tensión (Ver 5.1) en arcview. El resultado de este proceso es un ráster cuadrado, para acoplarlo a la zona se hace una intercepción con la capa de frontera que indica los límites de la región en estudio. Finalmente se evalúa la fórmula en cada una de las celdas del ráster haciendo las correcciones de precipitación especificadas en la tabla 4.4, se genera el índice meteorológico de incendios para un día dado y se reescala siguiendo los valores especificados en la tabla 3.7.

Los diagramas de flujo para la implementación del índice se muestran a continuación:

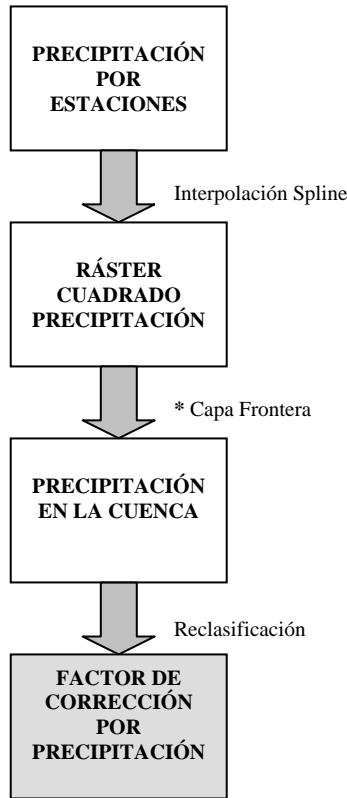


Figura 5.1 - Diagrama de flujo para generar el Factor de Corrección por Precipitación.

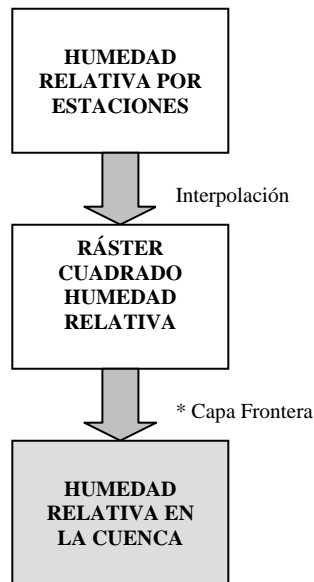


Figura 5.2 - Diagrama de flujo para generar la capa de Humedad Relativa de la cuenca

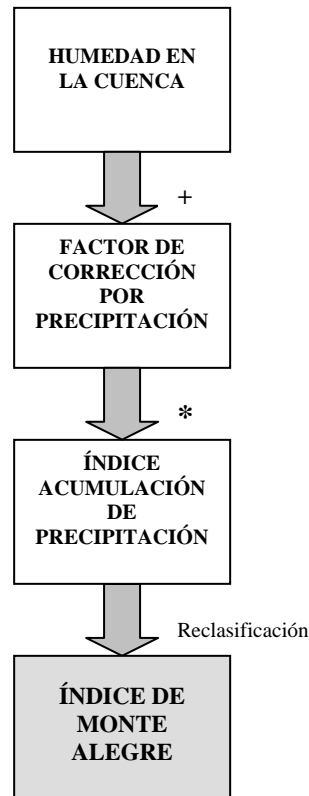


Figura 5.3 - Diagrama de flujo del índice meteorológico de Monte Alegre.

Para una mejor comprensión de los detalles de implementación de los diferentes índices y subíndices en Arcview 3.2, se presenta a continuación (solo en esta sección) una descripción detallada de los pasos que involucra su desarrollo. Los datos corresponden al índice calculado para el día 04/02/2002.

- Calcular la interpolación de la humedad relativa: Esto se hace en el menú *Surface* utilizando el comando *Interpolated Grid* teniendo como argumento la capa de estaciones meteorológicas con la información de la humedad relativa. Como resultado de esta operación se obtiene la ventana donde se define el método y los parámetros de la interpolación (Figura 5.4).

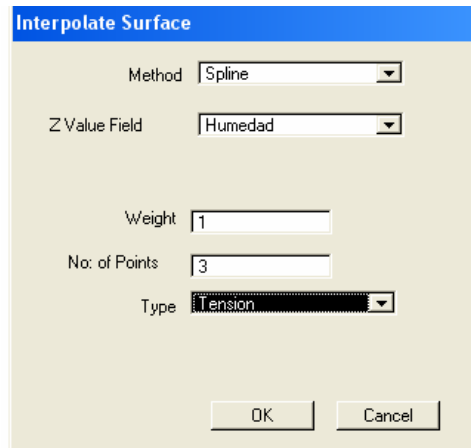
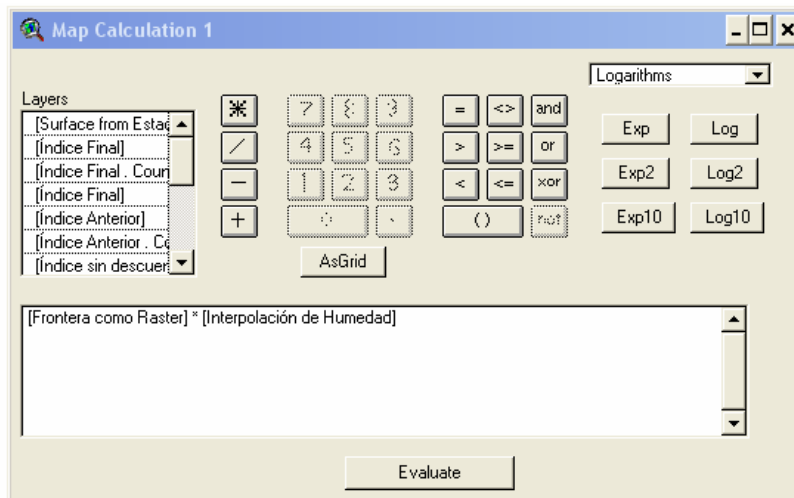


Figura 5.4 – Ventana de Datos para la Interpolación de Humedad

- La capa resultante es interceptada con la capa de frontera para obtener la información de humedad relativa en la zona de estudio (Figura 5.6), esto se hace empleando en el menú *Analysis* la opción *Map Calculator* (Figura 5.5).



5.5 – Ventana de Map Calculator



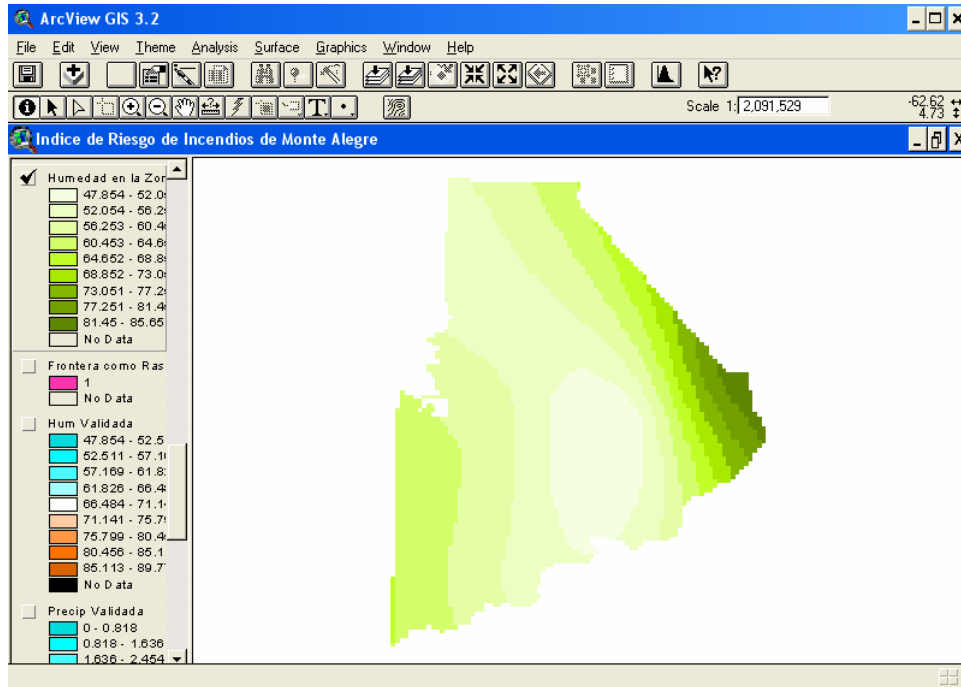


Figura 5.6 – Humedad Interpolada en la Cuenca para el 04/02/2002

- Este mismo proceso se realiza para la información de precipitación de las estaciones meteorológicas de la cuenca.
- Para hallar la capa de precipitación de descuento de lluvia, se evalúa la capa de precipitación interpolada con los intervalos sugeridos en la tabla 4.4, empleando la herramienta *Map Calculator* del menú Análisis (Figura 5.7). Cada evaluación genera un ráster, seguidamente se unen todos los ráster resultantes para obtener la capa de precipitación con corrección de lluvia (Figura 5.8).

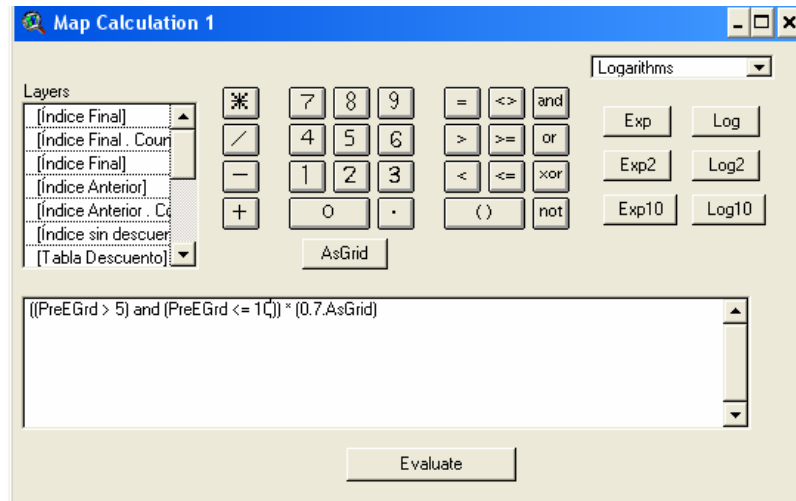


Figura 5.7 - Evaluación de los Intervalos de la Tabla 4.4

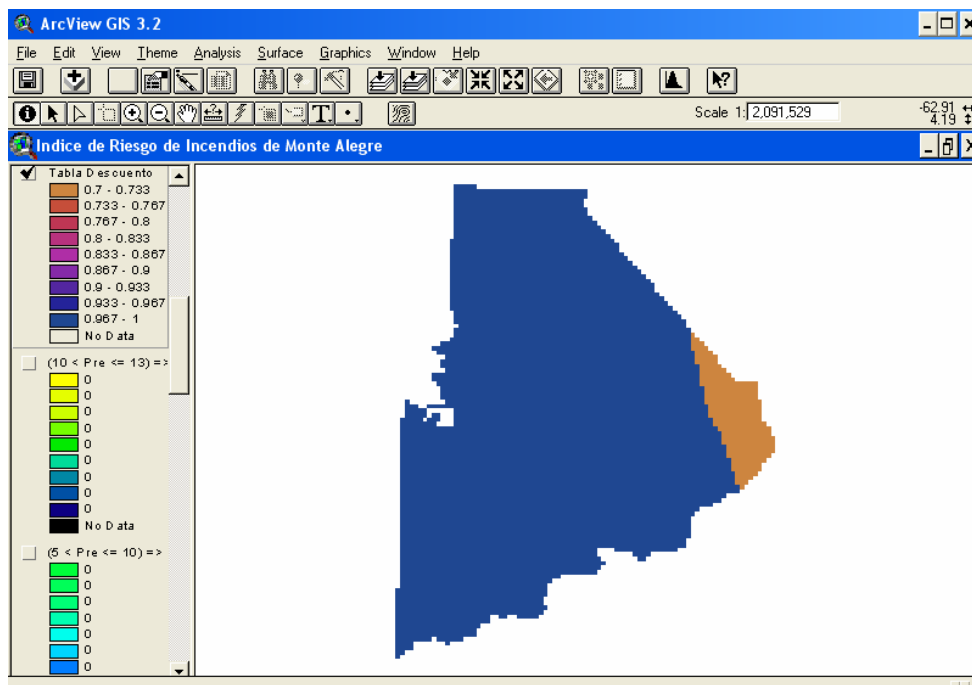


Figura 5.8 - Capa de Descuento por Lluvia para el 04/02/2002

- Por ultimo se evalúa con el *Map Calculador* la formula del índice de Monte Alegre sustituyendo los valores de humedad por la capa de humedad, los valores del índice anterior por el ráster generado por el calculo del índice

del día previo y los datos de precipitación por la capa de descuento de lluvia (Figura 5.9).

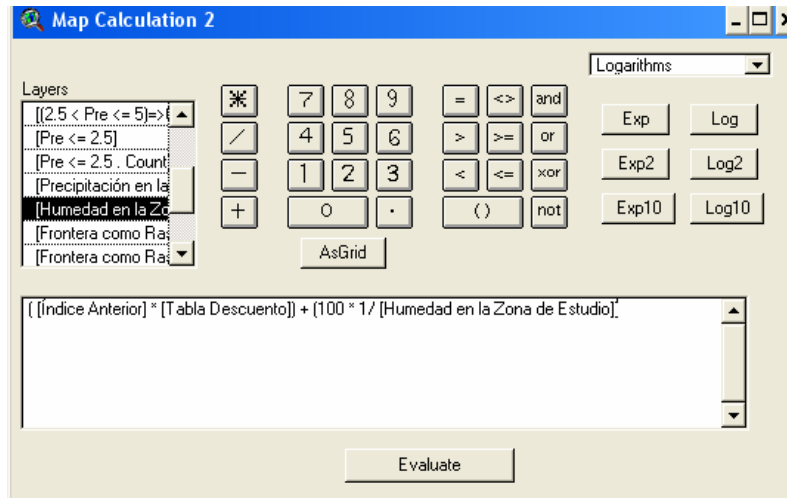


Figura 5.9 - Cálculo del Índice de Monte Alegre en Map Calculator

Todos los cálculos que intervienen en este proceso fueron programados en AVENUE en scripts incluidos en el sistema, con el fin de automatizar el proceso de generación de los mapas de riesgo de Monte Alegre (Anexo 9).

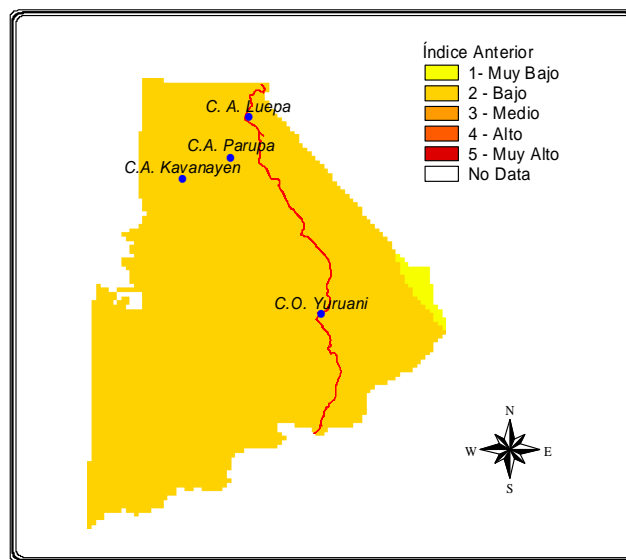


Figura 5.10 - Índice meteorológico de Monte Alegre para el 04/02/2002.

### 5.3.1.2 Implementación del Índice de Canadá

La implementación se basa en la metodología, fórmulas y algoritmos empleados para la determinación del índice de Canadá definida en la sección 3.1.4. Esencialmente la implementación consiste en hallar la expresión espacial del índice siguiendo el algoritmo establecido en el documento original de Van Wagner de 1987.

Las capas o datos de entrada utilizadas en este modelo son: índice de riesgo del día anterior, frontera, humedad relativa a las 12 horas, velocidad del viento a las 12 horas, temperatura a las 12 horas y precipitación del día.

Los datos meteorológicos son interpolados siguiendo el método de interpolación de spline con tensión (Ver 5.1). El resultado de este proceso es un ráster cuadrado, para acoplarlo a la zona se hace una intercepción con la capa de frontera que indica los límites de la región en estudio, obteniéndose los valores de las variables climáticas en la zona.

Las diferentes capas de datos meteorológicos se combinan en arcview 3.2 siguiendo la metodología, fórmulas y algoritmos empleados en el índice canadiense, dando como resultado la obtención de 3 índices de humedad del combustible, 2 índices del comportamiento del fuego y un índice de riesgo de incendios que se reescala según la tabla 3.15.

Los diagramas de flujo para la implementación del índice se muestran a continuación:



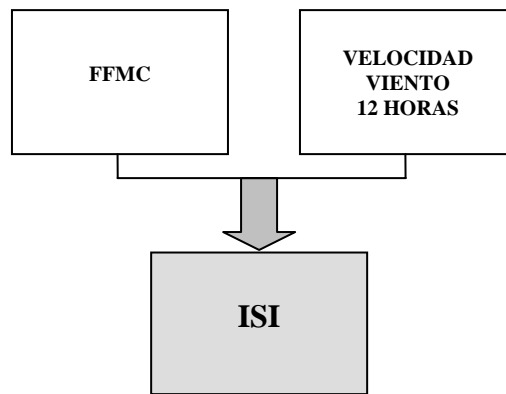


Figura 5.14 – Índice de Propagación Inicial ISI

El mapa resultante es:

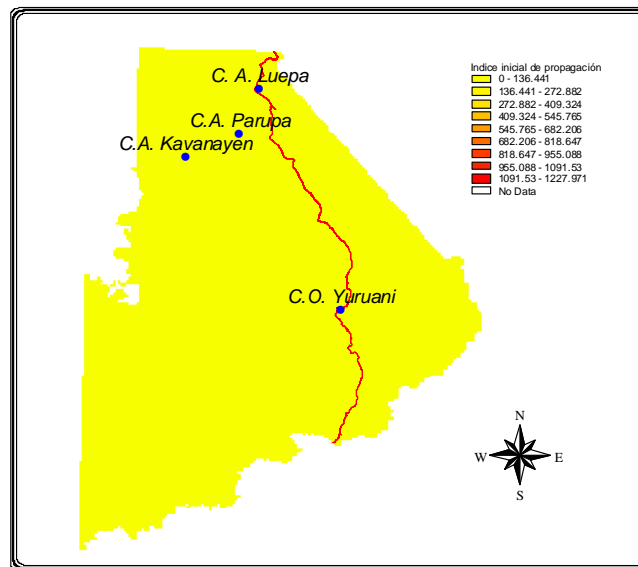


Figura 5.15 – Índice de Propagación Inicial para el 05/02/2002

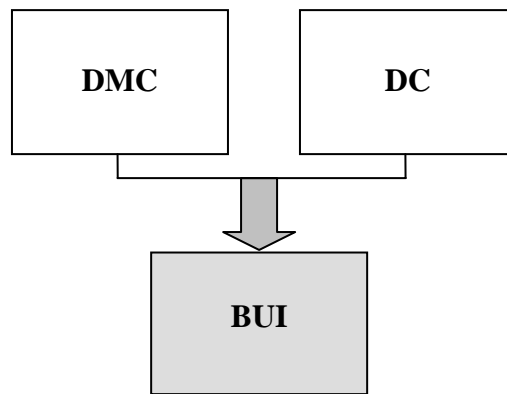


Figura 5.16 – Índice de Combustible Disponible BUI

El mapa resultante es:

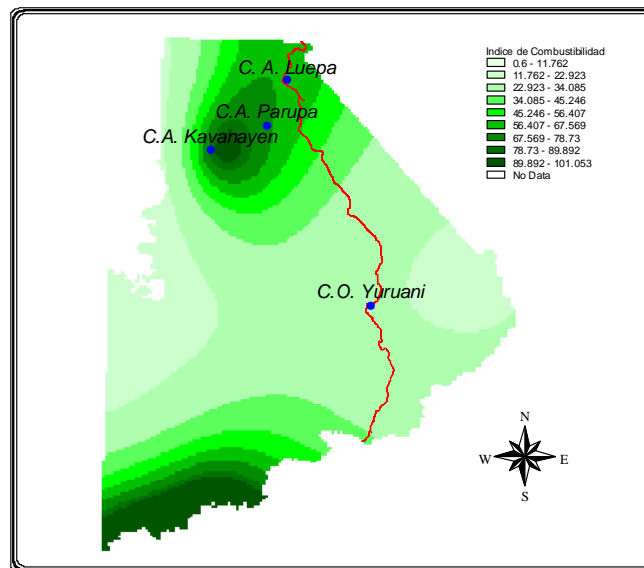


Figura 5.17 – Índice de Combustibilidad para el 05/02/2002

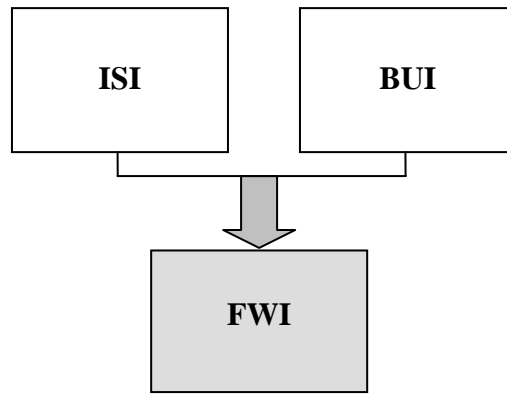


Figura 5.18 - Índice de Riesgo de Incendios FWI

El mapa resultante es:

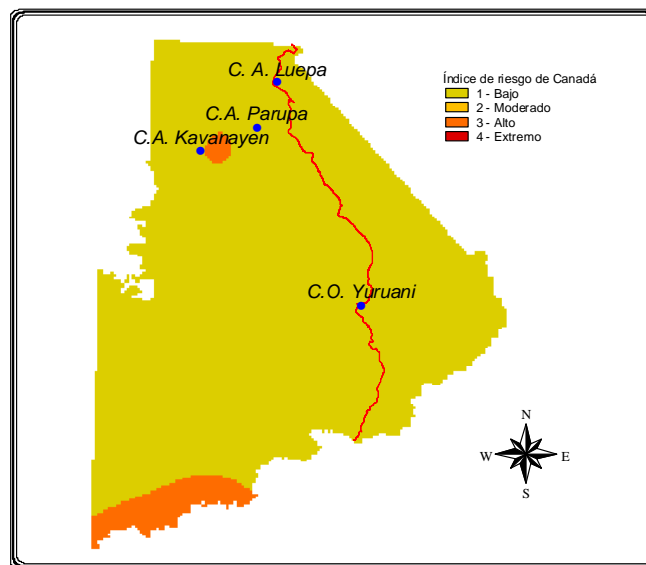


Figura 5.19 - Índice de Riesgo de Canadá para el 05/02/2002

Todos los cálculos que intervienen en este proceso fueron programados en AVENUE en scripts incluidos en el sistema, con el fin de automatizar el proceso de generación de los mapas de riesgo del índice de Canadá (Anexo 10).



## 5.3.2 Índices Estructurales

### 5.3.2.1 Implementación del Índice de Riesgo de Extremadura - España

La implementación se basa en la metodología empleada para la determinación del índice de riesgo de incendios forestales en Extremadura (España) definida en la sección 3.1.1. Básicamente la implementación es el proceso de hallar la expresión espacial en Arcview 3.2 del índice.

En primer lugar se calculan los componentes del índice (siniestralidad, causas y vegetación) mediante el módulo espacial ráster, para cada una de las celdas; tomando como valores de entrada los especificados en el capítulo 4 y las capas: ubicación geográfica de los incendios históricos, causa asociada al incendio, tipo de vegetación asociada al incendio, tipo de incendio en base al área de afectación, pesos de frecuencia, causalidad y combustibilidad. Seguidamente se genera el índice de riesgo final que no es más que la combinación de los tres subíndices calculados previamente y se reescala siguiendo los valores especificados en la tabla 3.4.

Los diagramas de flujo para la implementación del índice se muestran a continuación:

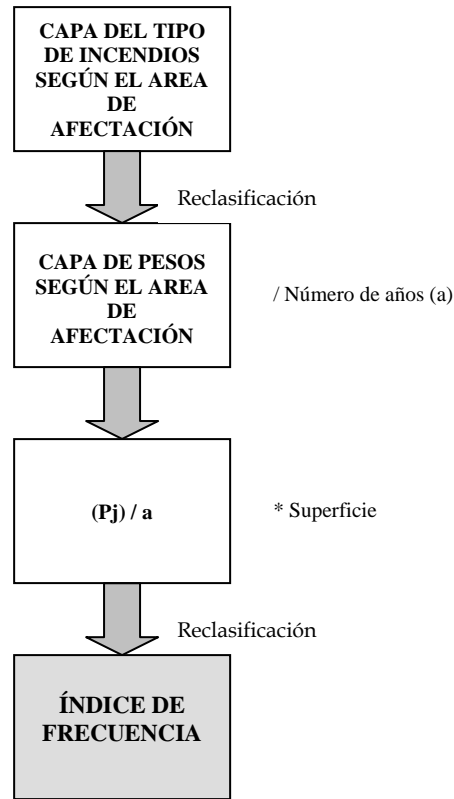


Figura 5.20 - Diagrama de flujo para generar el Índice de Frecuencia en el Análisis Ráster.

El mapa resultante es:

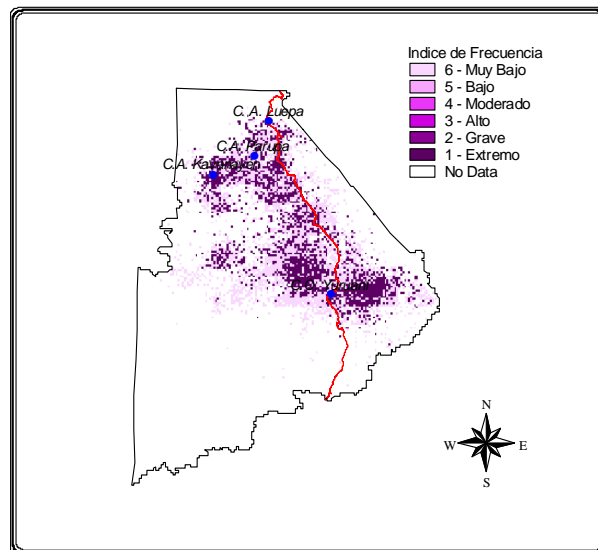


Figura 5.21 - Índice de Frecuencia del Análisis Ráster del periodo 1986 a 2002.

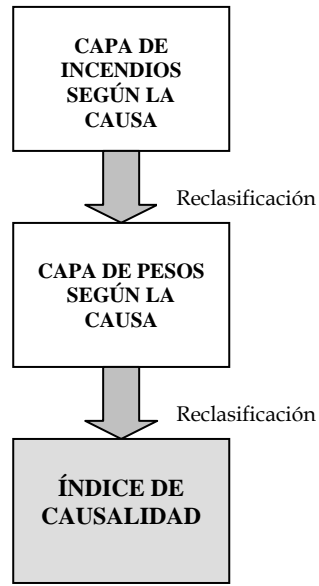


Figura 5.22 - Diagrama de flujo para generar el Índice de Causalidad en el Análisis Ráster.

El mapa resultante es:

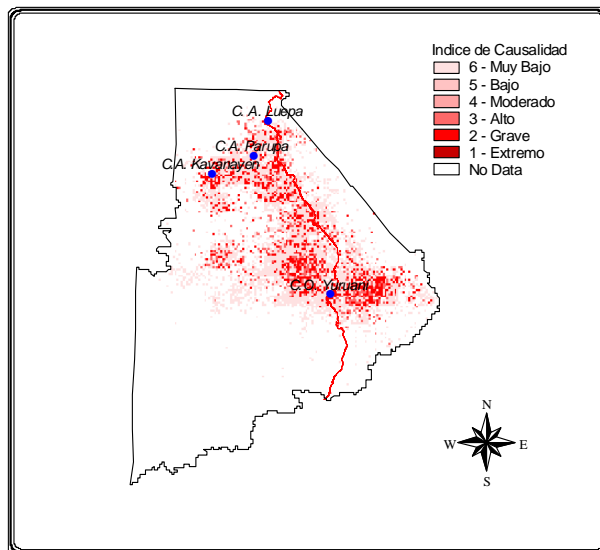


Figura 5.23 - Índice de Causalidad del Análisis Ráster del periodo 1986 a 2002.

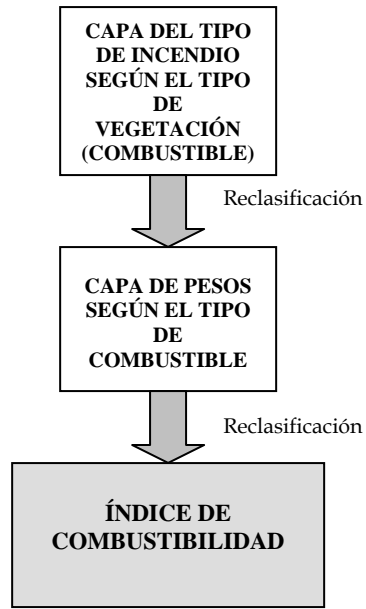


Figura 5.24 - Diagrama de flujo para generar el Índice de Combustibilidad en el Análisis Ráster.

El mapa resultante es:

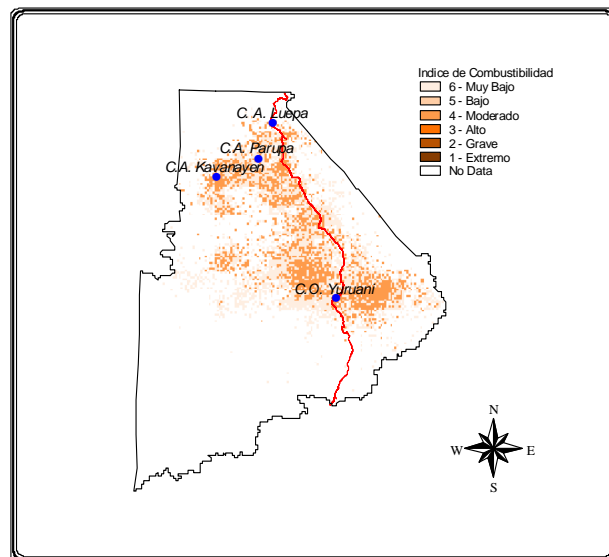


Figura 5.25 - Índice de Combustibilidad del Análisis Ráster del periodo 1986 a 2002.

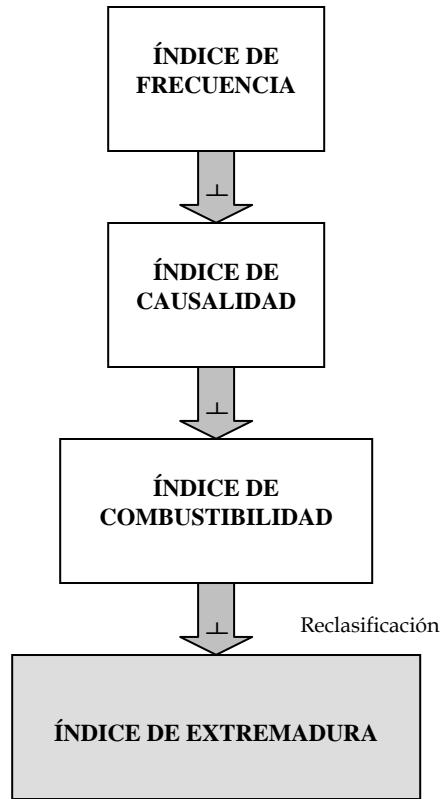


Figura 5.26 - Diagrama de flujo para generar el Índice Espacio-Temporal en el Análisis Ráster.

El mapa resultante es:

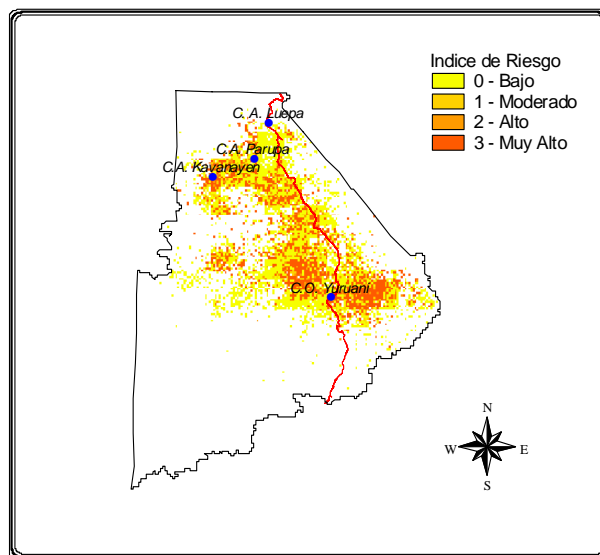


Figura 5.27 - Índice de Riesgo de Incendios de Extremadura del periodo 1986 a 2002.

Todos los cálculos que intervienen en este proceso fueron programados en AVENUE en scripts incluidos en el sistema, con el fin de automatizar el proceso de generación de los mapas de riesgo del índice de Extremadura (Anexo 8).

### **5.3.2.2 Implementación del Índice Cartográfico**

La implementación se basa en la metodología empleada para la determinación del índice de riesgo de incendios cartográfico definida en la sección 3.1.9. Este índice fue específicamente diseñado para la cuenca alta del Caroní y la implementación se lleva a cabo haciendo uso de una herramienta SIG.

En primer lugar se calculan los componentes del índice (cercanía a vías y rutas de penetración, inflamabilidad del tipo de vegetación, densidad de los incendios, cercanía a centros poblados, estado sucesional de la vegetación, cercanía a ríos y cercanía a la vía principal) mediante el componente espacial ráster de Arcview 3.2 para cada una de las celdas; tomando como valores de entrada los especificados en el capítulo 4.

Las capas empleadas en esta fase son: ubicación geográfica de los incendios históricos, vías secundarias y rutas, centros poblados, tipo de vegetación, ríos y vía principal. Seguidamente se genera el índice de riesgo final y se reescala en cuatro niveles de riesgo según la desviación estándar de sus valores.

Los diagramas de flujo para la implementación del índice se muestran a continuación:

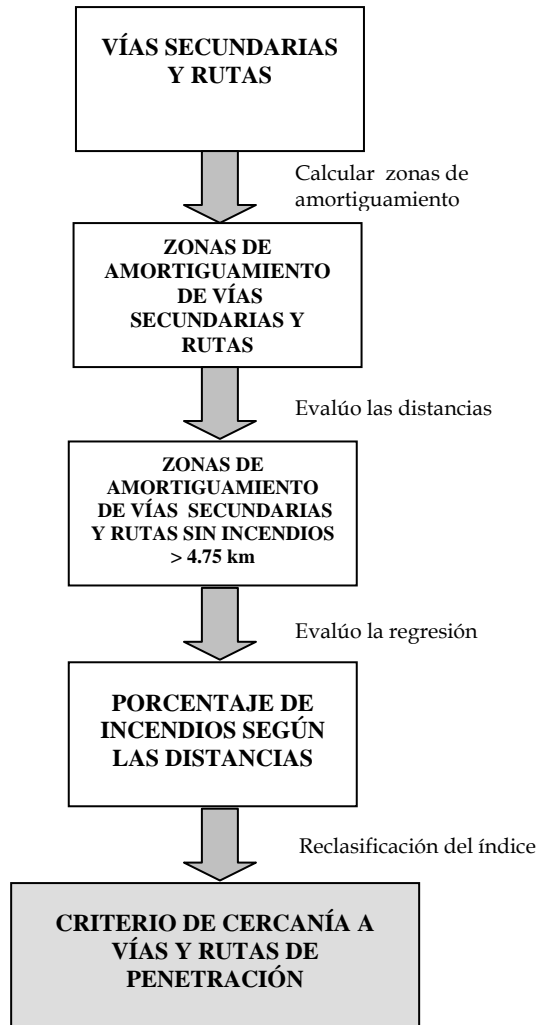


Figura 5.28 – Criterio de Cercanía a Vías y Rutas de Penetración.

El mapa resultante es:

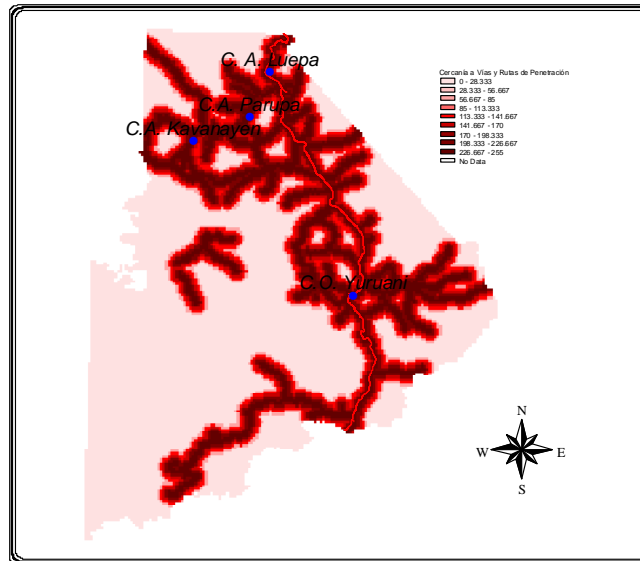


Figura 5.29 – Criterio de Cercanía a Vías y Rutas de Penetración



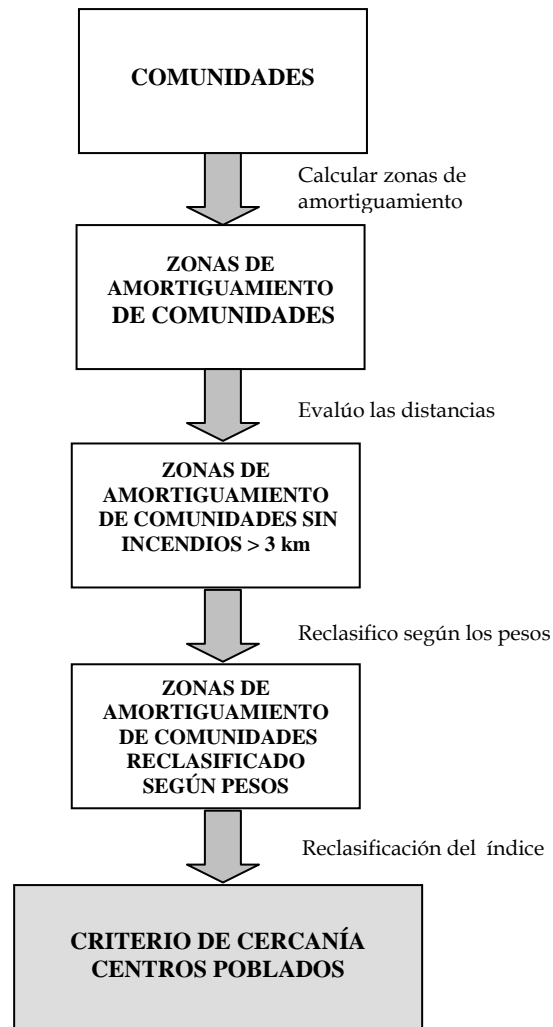


Figura 5.30 - Criterio de Cercanía a Centros Poblados

El mapa resultante es:

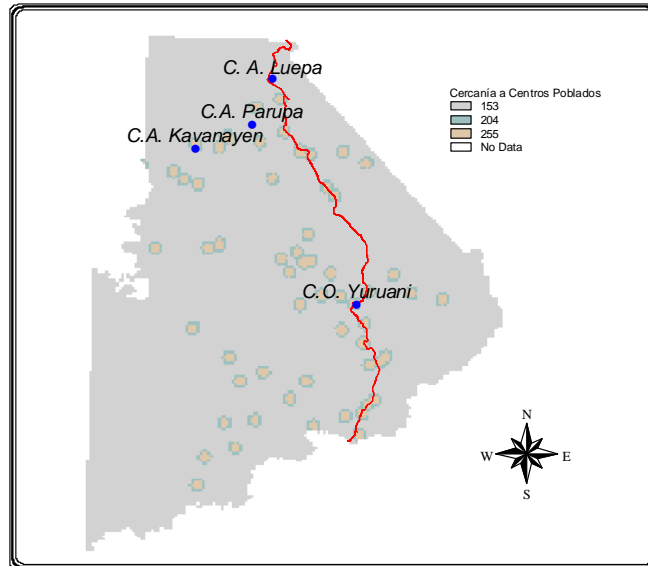


Figura 5.31 - Criterio de Cercanía a Centros Poblados

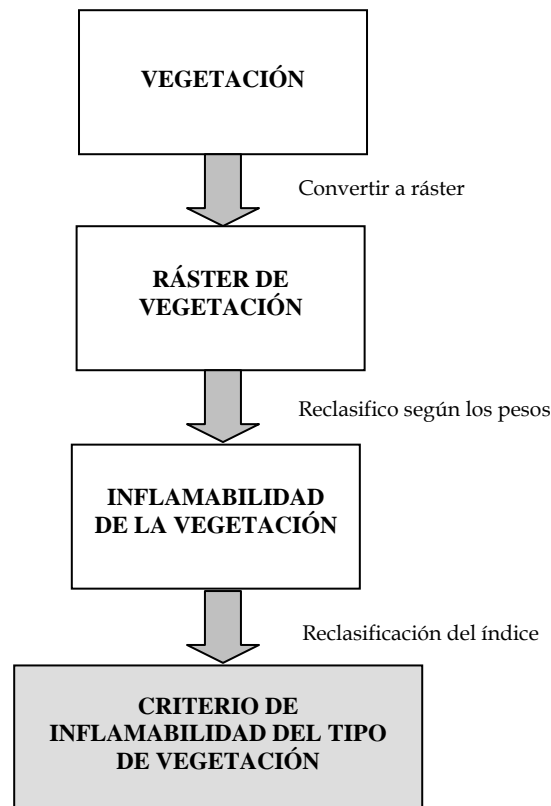


Figura 5.32 - Criterio de Inflamabilidad del Tipo de Vegetación

El mapa resultante es:

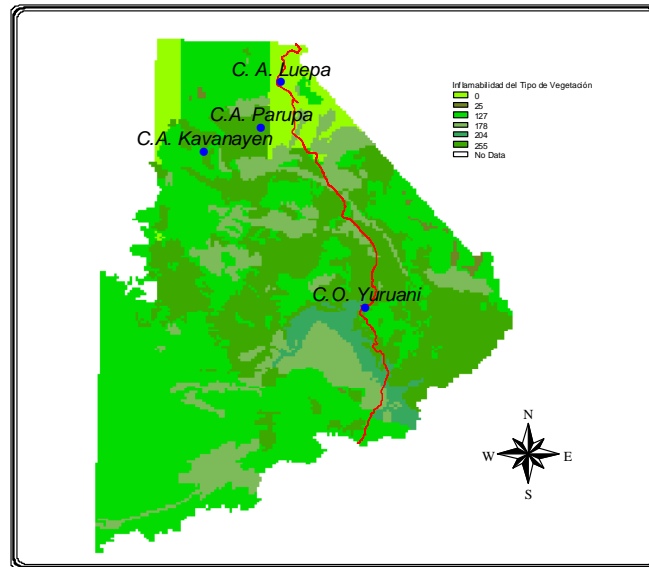


Figura 5.33 – Criterio de Inflammabilidad del Tipo de Vegetación

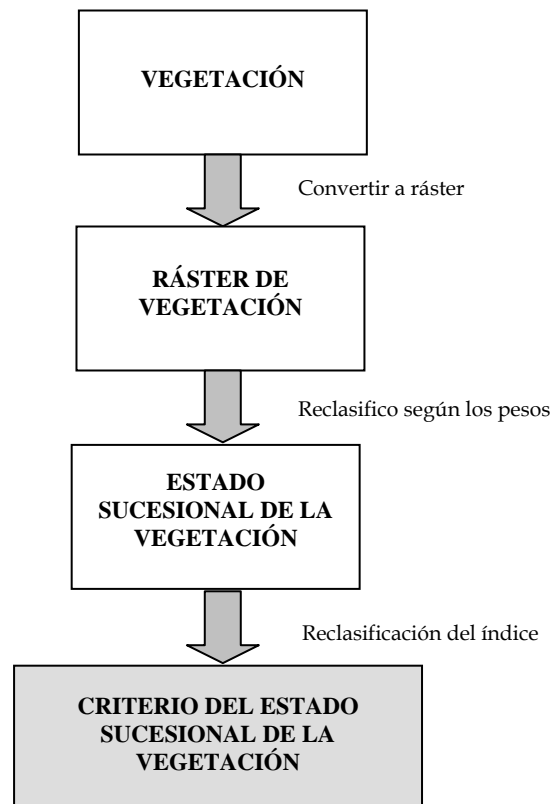


Figura 5.34 – Criterio del Estado Sucesional del Tipo de Vegetación

El mapa resultante es:

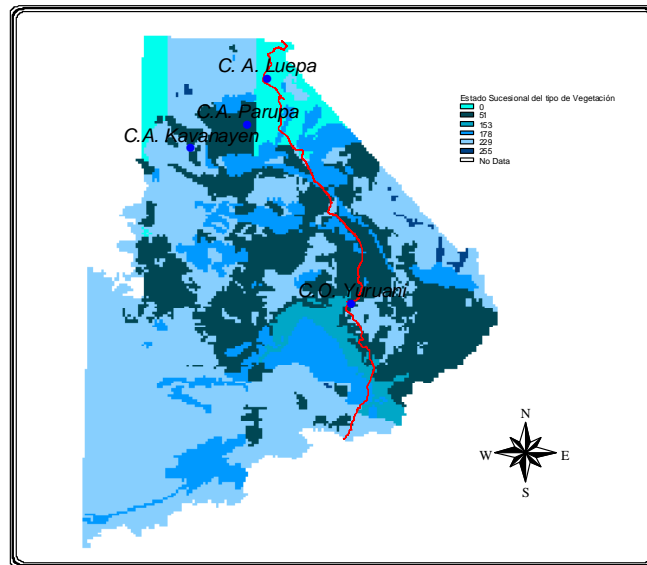


Figura 5.35 - Criterio del Estado Sucesional del Tipo de Vegetación

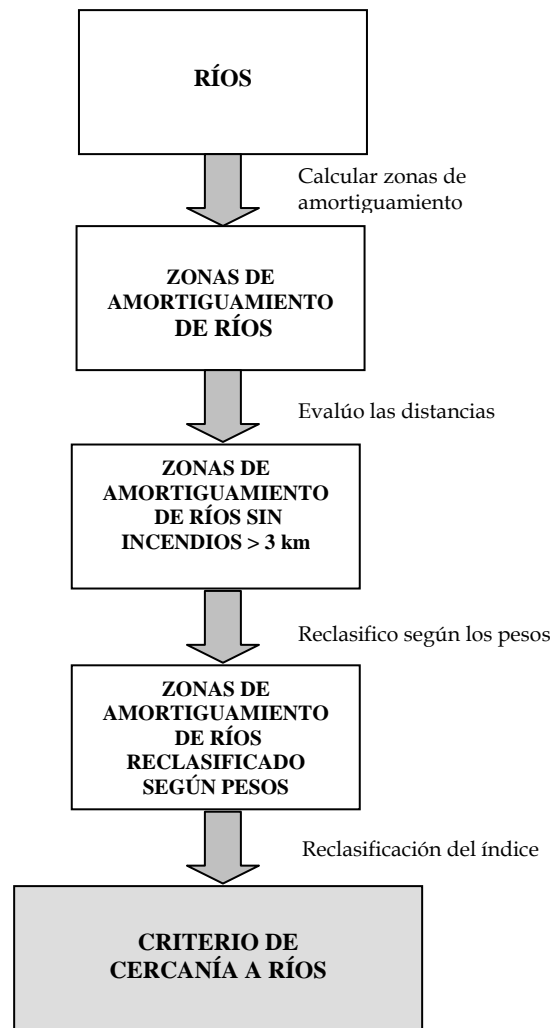


Figura 5.36 - Criterio de Cercanía a Ríos

El mapa resultante es:

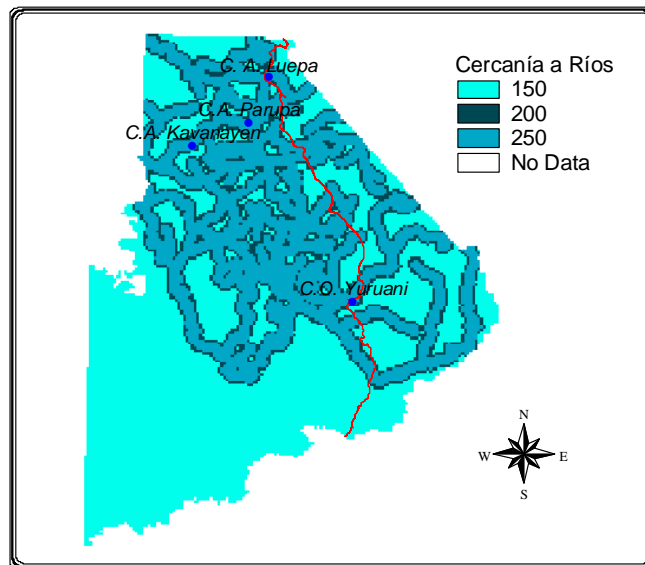


Figura 5.37 - Criterio de Cercanía a Ríos

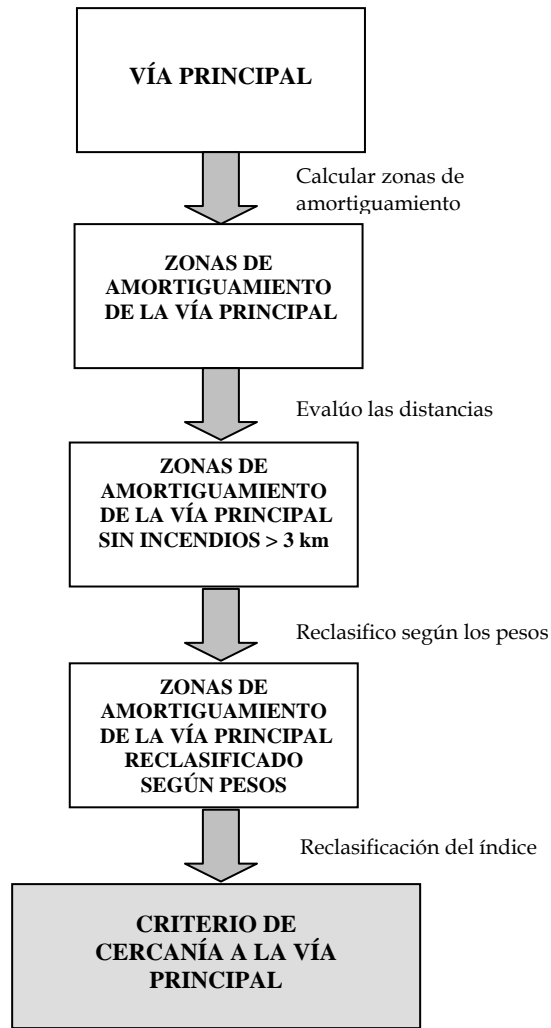


Figura 5.38 - Criterio de Cercanía a la Vía Principal

El mapa resultante es:

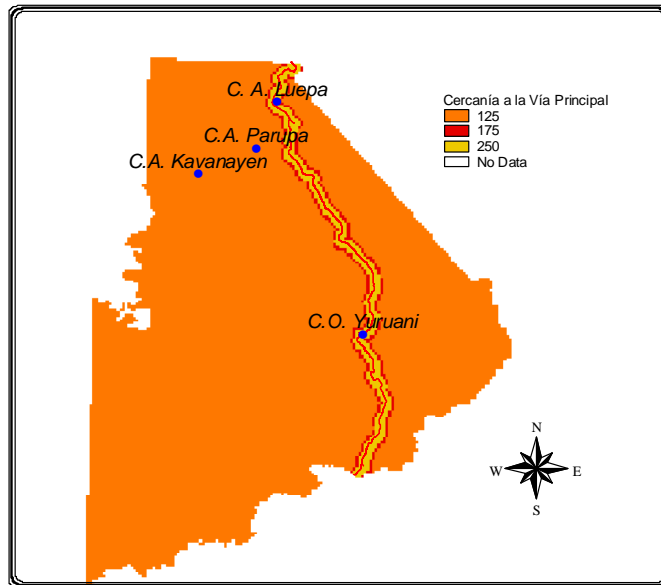


Figura 5.39 - Criterio de Cercanía a la Vía Principal

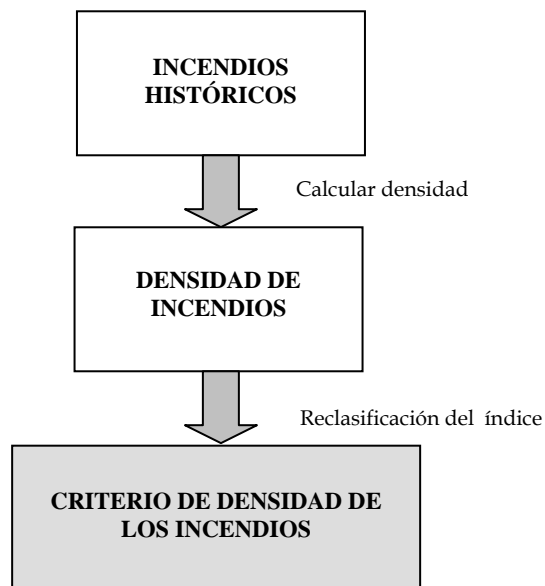


Figura 5.40 - Criterio de Densidad de los Incendios



El mapa resultante es:

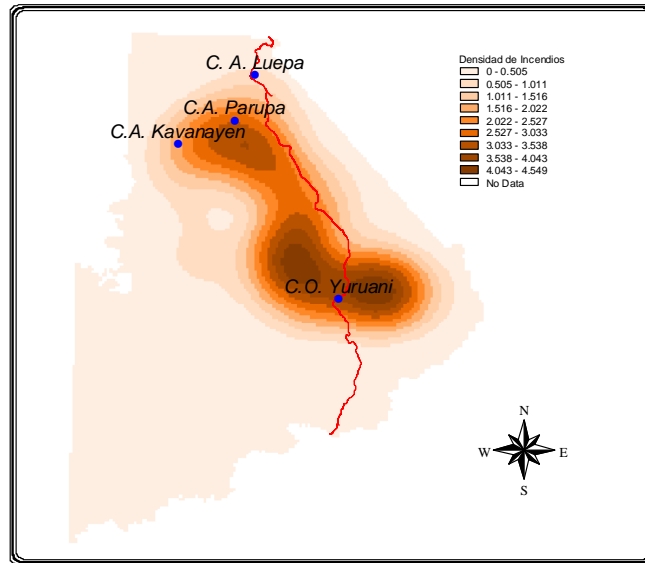


Figura 5.41 – Criterio de Densidad de Incendios del periodo 1986 a 2002.

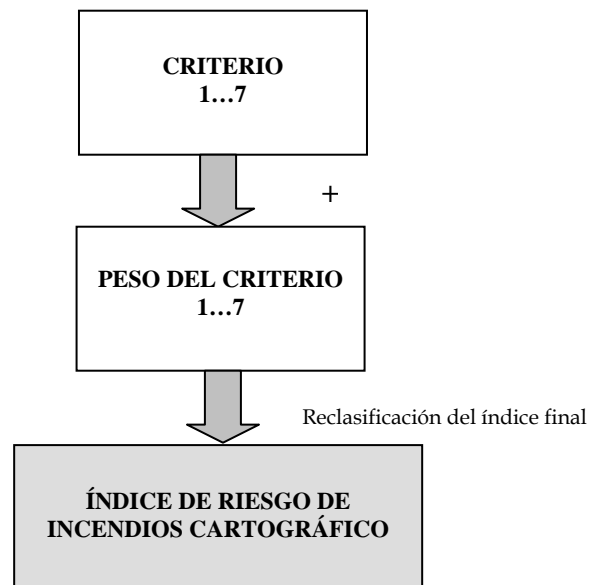


Figura 5.42 – Índice de Riesgo de Incendios Cartográfico

El mapa resultante es:

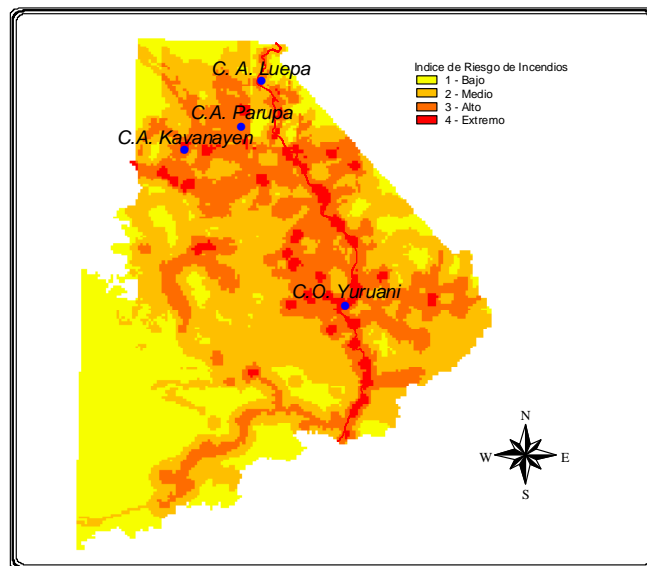


Figura 5.43 - Índice de Riesgo de Incendios Cartográfico del periodo 1986 a 2002.

Todos los cálculos que intervienen en este proceso fueron programados en AVENUE en scripts incluidos en el sistema, con el fin de automatizar el proceso de generación de los mapas de riesgo del índice Cartográfico (Anexo 11).

#### 5.4 El Sistema Apok

El sistema Apok (fuego en lengua nativa Pemón) fue desarrollado como una herramienta de apoyo para la estimación del riesgo de incendios en la cuenca alta del río Caroní, específicamente para el uso del PCIV.

El sistema fue implementado utilizando el lenguaje de programación AVENUE disponible en Arcview 3.2, y consta de un menú desplegable y una barra de herramientas que se activan cuando el usuario abre un nuevo proyecto (Figura 5.44).

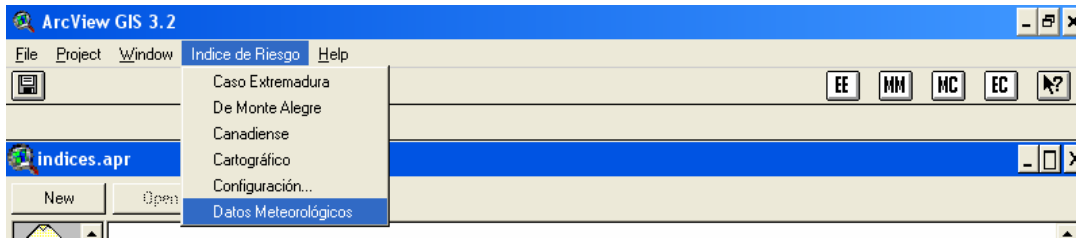


Figura 5.44 – Menú Desplegable y Botones del Sistema Apok

En el menú desplegable el usuario puede escoger la opción de calcular cualquiera de los cuatro índices implementados (discutidos en secciones anteriores del informe), definir las rutas de los archivos de configuración del sistema (Figura 5.45) o ingresar información meteorológica necesaria para el cálculo de los índices (Figura 5.46).

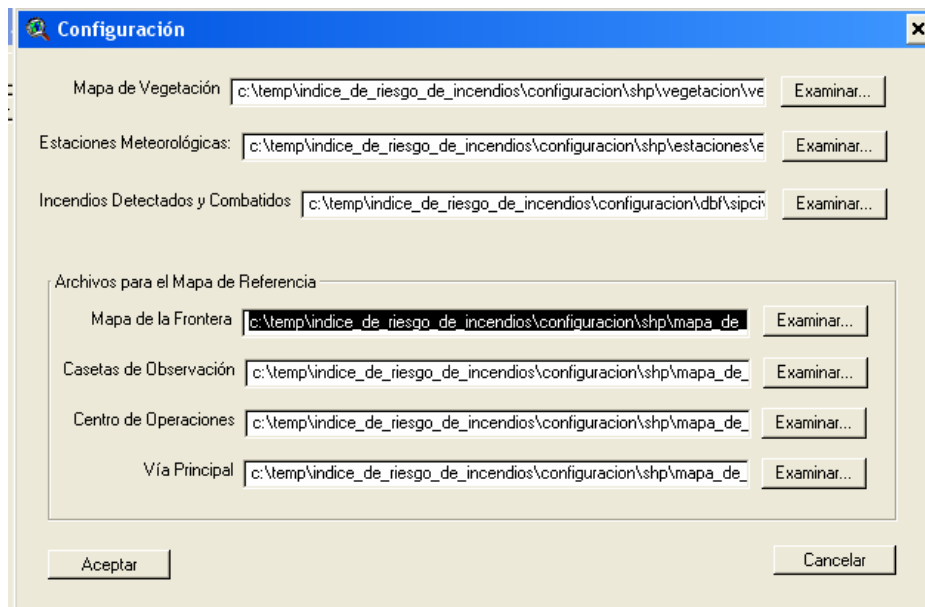


Figura 5.45 – Diálogo de Configuración del Sistema Apok

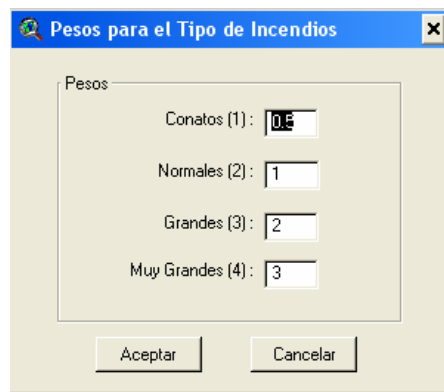
Estación Meteorológica	Humedad Relativa a las 14:00 horas	Humedad Relativa a las 12:00 horas	Precipitación acumulada del día	Temperatura a las 12 horas	Velocidad del Viento a las 12 horas
Auyantepuy (5044)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Icabaru (5015)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kavanayen (5019)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Arekuna (5002)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Parupa (2023)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Yuruani (5025)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Uriman (2031)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Wonken (5133)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kukenan tepuy (5038)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aureme (5050)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kamarata (2062)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Figura 5.46 – Diálogo de Datos Meteorológicos del Sistema Apok

Tres tipos de datos son requeridos para el cálculo de los diferentes índices:

- Datos Meteorológicos:** Precipitación, humedad, velocidad del viento y temperatura registradas en estaciones meteorológicas ubicadas dentro de la zona y en sus alrededores.
- Datos históricos sobre ubicación y área de afectación de los incendios:** Estos datos se obtienen a partir de consultas al sistema de información SIPCIV.
- Datos Cartográficos:** Mapas de vegetación, ubicación de las torres de observación y centros de operaciones, vías, ríos, entre otros.

A través de los diálogos el usuario puede especificar el lapso de tiempo que incluirá en el cálculo (en el caso de los índices estructurales), los subíndices que desea visualizar en la salida y los pesos de los componentes (Figura 5.47).



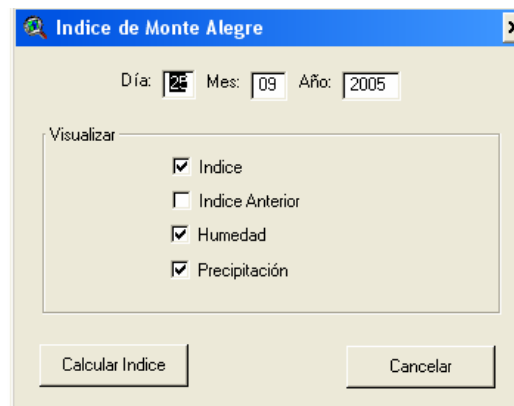
El diálogo 'Pesos para el Tipo de Incendios' muestra un formulario con el título 'Pesos'. Contiene cuatro campos de entrada de texto con sus respectivos pesos asignados:

Subíndice	Peso
Conatos (1)	0.5
Normales (2)	1
Grandes (3)	2
Muy Grandes (4)	3

En la parte inferior del diálogo hay dos botones: 'Aceptar' y 'Cancelar'.

Figura 5.47 – Diálogo de Configuración de Pesos del Sistema Apok

Para los índices dinámicos el usuario podrá indicar si desea incluir la información del índice del día previo en el cálculo del riesgo del día (Figura 5.48).



El diálogo 'Índice de Monte Alegre' muestra un formulario con el título 'Índice de Monte Alegre'. Incluye campos para la fecha:

Día: 25 Mes: 09 Año: 2005

Debajo de la fecha, hay un grupo de opciones con el título 'Visualizar':

- Índice
- Índice Anterior
- Humedad
- Precipitación

En la parte inferior del diálogo hay dos botones: 'Calcular Índice' y 'Cancelar'.

Figura 5.48 – Diálogo del Índice de Monte Alegre

Más que expresar el resultado de los índices en tablas, el Sistema Apok muestra los resultados en forma de mapas de riesgo que permiten fácilmente visualizar e identificar los niveles de riesgo en el área (Figura 5.49). Ya que el sistema está

implementado bajo una herramienta SIG, permite adicionalmente al usuario incorporar otras capas de información y realizar análisis complementarios a partir de los mapas obtenidos.

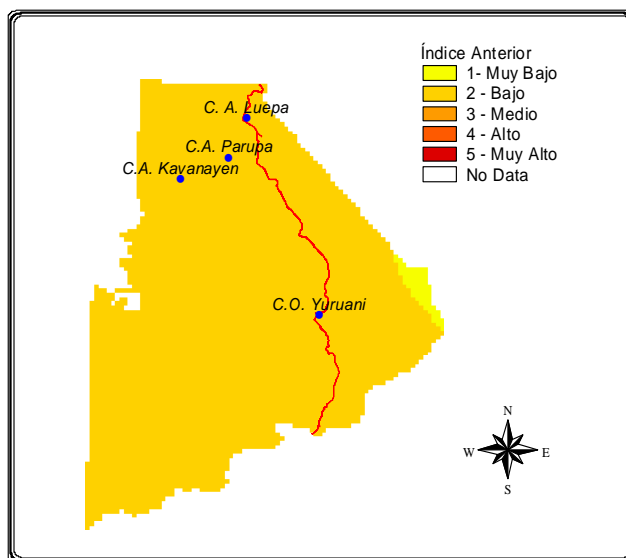


Figura 5.49 - Índice de Riesgo de Incendios de Monte Alegre

#### 5.4.1 El Sistema Apok como una Herramienta de Apoyo para el Programa de Prevención de Incendios

Una de las mejores estrategias para controlar los incendios de vegetación es prevenir. Cuando los incendios son inducidos por acción humana una medida de prevención necesaria es la educación.

En la cuenca alta del río Caroní, los incendios ocurren principalmente por acción de los indígenas Pemón habitantes de la zona. El fuego es parte integral de su cultura y lo usan fundamentalmente como medio de comunicación, para la limpieza de caminos, para la caza y la agricultura.

En la actualidad EDELCA está trabajando activamente en un programa de prevención y educación ambiental. De acuerdo con algunos Pemón, la práctica del uso del fuego se realiza hoy día con menos conocimiento de sus consecuencias ambientales que en épocas anteriores. Muchos reconocen que algunos efectos no deseados en su ambiente pueden ser producto del uso indiscriminado del fuego.

En este contexto, una cartelera comunitaria con los mapas de riesgo de incendios generados por el Sistema Apok puede ser útil; logrando así identificar los peores y mejores días para el uso del fuego en cada comunidad (Ablan et. al., 2005).

## CAPÍTULO 6 - VALIDACIÓN

Antes de utilizar operacionalmente un índice este debe experimentar rigurosas pruebas de evaluación, validación y calibración. Estudios recientes indican que la mayoría de los índices meteorológicos que han sido implementados en varias naciones, no han sido sometidos a este tipo de pruebas antes de su uso. Lo que advierte que dichos índices son poco seguros, dan un falso sentido de confianza, conllevan a malas decisiones operacionales y acarrear pérdidas económicas, materiales y humanas (Potter et. al., 2005).

La forma ideal de validar los índices sería ponerlos en funcionamiento en una temporada de incendios, realizar un seguimiento de los resultados que generan y compararlos con lo que ocurre en la cuenca diariamente. Esta práctica ayudaría a verificar que tan precisos son los resultados arrojados por los índices en cuanto a la predicción de incendios en la zona y a determinar la calibración que debe aplicarse en cada uno de ellos. Este tipo de validación se espera sea llevada a cabo en trabajos posteriores.

En este proyecto se realizó la validación en base a análisis estadísticos, básicamente cálculos de correlación, utilizando información histórica. Este tipo de validación explica el grado de asociación o de relación que tienen los 3 niveles de riesgo del índice (Bajo, Medio y Alto) con la ocurrencia de incendios. Se esperaría que la incidencia de incendios sea mayor en áreas etiquetadas de alto riesgo que en zonas con riesgos más bajos.

A continuación se detallan los procedimientos desarrollados para cada uno de los tipos de índices.



## 6.1 Validación de los Índices Estructurales

Para validar los índices estructurales se generaron los índices por cada año, para la serie de 1986 al 2001 y se graficaron los incendios registrados en el SIPCIV para el siguiente año, es decir, para el índice de riesgo del año 2000 se grafican los incendios ocurridos en la cuenca para el año 2001 y así sucesivamente.

- **Índice de Extremadura**

Se validó el índice de Extremadura realizando un análisis de correlación de Spearman entre el número de incendios totales y los distintos niveles de riesgo (Figura 6.1). Este coeficiente de correlación es una técnica no paramétrica que se basa en los rangos, en vez de en los valores originales de la variable (Ebiometria, 2005).

	N° de Incendios por Año		
	Bajo	Medio	Alto
1987	1	22	79
1988	2	52	167
1989	1	36	127
1990	3	51	193
1991	2	31	124
1992	1	25	88
1993	1	32	134
1994	0	37	67
1995	0	29	51
1996	1	28	103
1997	0	31	88
1998	0	14	40
1999	2	38	69
2000	1	27	78
2001	1	21	74

Figura 6.1 - Tabla de Número de incendios y Porcentaje de Celdas del Índice de Extremadura

Los resultados de los análisis obtenidos en el software estadístico S-plus en su versión 6.0, para el índice de Extremadura se muestran en la Figura 6.2.

```

S-PLUS - [Commands]
File Edit View Insert Data Statistics Graph Options Window Help
Linear
> a<-c(1,22,79,2,52,167,1,36,127,3,21,193,2,31,124,1,25,88,1,32,134,0,37,67,0,29,51,1,28,103,0,31,88,0,14,40,2,
> b<-c(1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3,1,2,3)
> cor.test(a,b,method="spearman")

Spearman's rank correlation

data: a and b
normal-z = 6.2422, p-value = 0
alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
sample estimates:
rho
0.9411162
    
```

Figura 6.2 – Análisis de Correlación de Spearman para el Índice de Extremadura

Los resultados indican que hay una alta relación entre las variables observadas (correlación = 0.9411), por lo que se esperaría que en niveles más altos de riesgo se presente mayor incidencia de incendios, que en los niveles más bajos.

- **Índice Cartográfico**

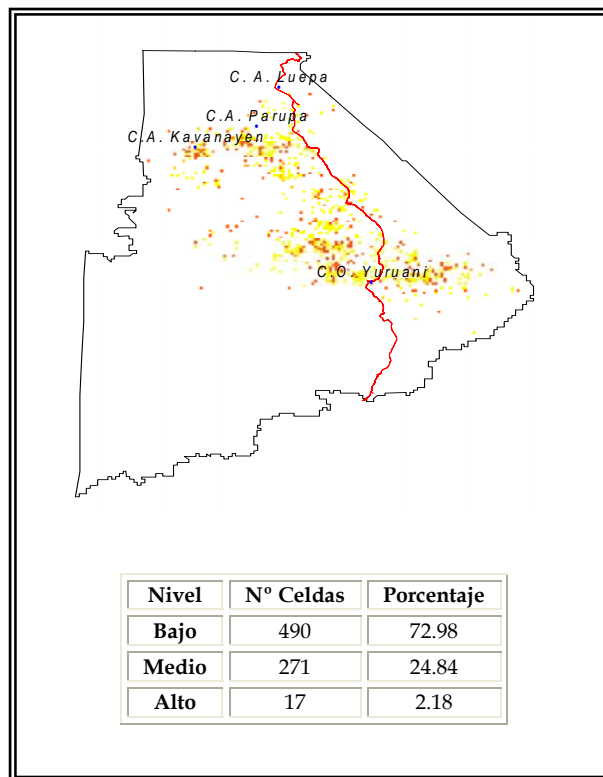
De igual forma se validó el índice Cartográfico realizando un análisis de correlación de Spearman entre el número de incendios totales y los distintos niveles de riesgo (Figura 6.3).

	Nº de Incendios por Año		
	Bajo	Medio	Alto
1988	9	211	661
1989	22	448	1276
1990	11	344	1150

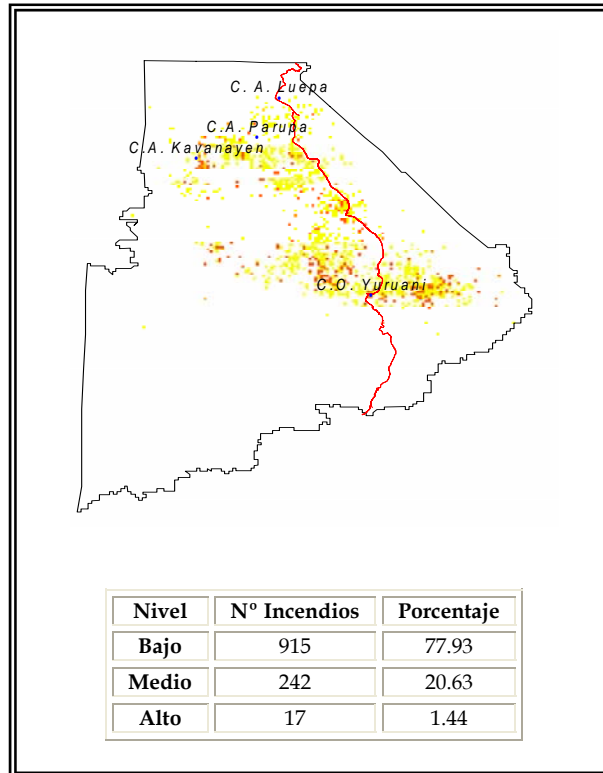


Como se mencionó en secciones anteriores los índices estructurales son índices que presentan poca variabilidad debido a que los componentes que los generan son poco variantes en el tiempo, por ejemplo: la vegetación, la ubicación de los poblados, etc.; por esta razón se validaron adicionalmente los índices, realizando un análisis comparativo entre los mapas. Es decir, se observó el número de incendios y el porcentaje de celdas correspondientes a los distintos niveles de riesgo, el mapa final del índice y la ubicación de los incendios (Figura 6.5, 6.6, 6.7 y 6.8).

- **Índice de Extremadura**



**Figura 6.5 -Índice de Extremadura para el Año 1993**



**Figura 6.6 -Índice de Extremadura para el Año 1994**

Del análisis del índice de Extremadura se puede concluir que hay consistencia entre los resultados obtenidos entre un año y el siguiente, por ejemplo, el número de incendios por nivel de riesgo está similarmente distribuido entre los años estudiados, el mayor número de incendios se presenta en áreas etiquetadas como de alto riesgo, el porcentaje de celdas por niveles de riesgo es similar en los diferentes años y se puede observar un patrón consistente entre los mapas de riesgo finales obtenidos en cada año.

- **Índice cartográfico**

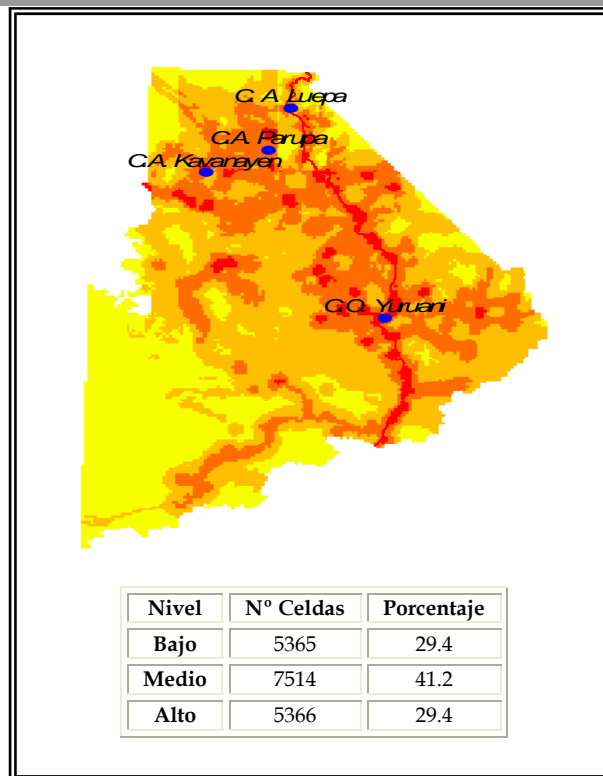


Figura 6.7 -Índice cartográfico para el Año 1993

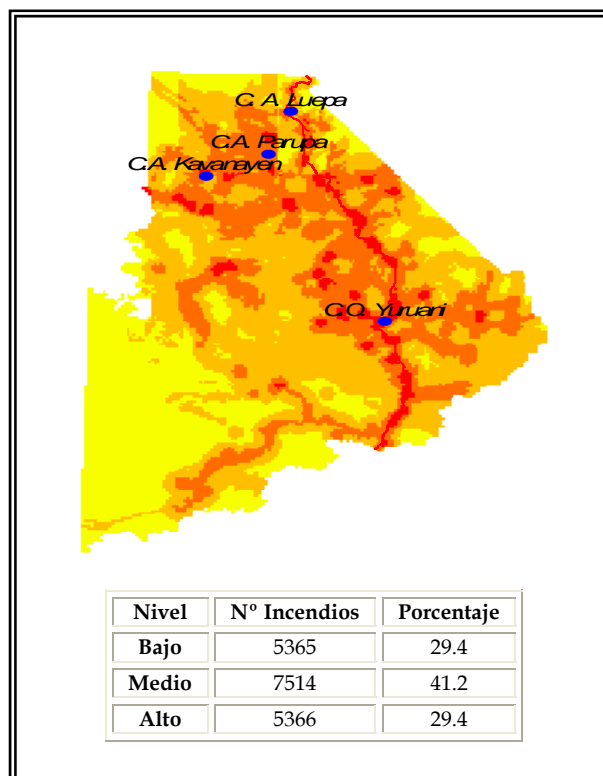


Figura 6.8 -Índice cartográfico para el Año 1994

Del análisis del índice cartográfico se puede concluir que no hay cambios entre el mapa de riesgo de un año y el siguiente; esto se debe a que la densidad histórica de los incendios que es el único criterio variable en el proceso, tiene muy poca influencia en el cálculo final del índice (peso bajo).

## 6.2 Validación de los Índices Meteorológicos

Para validar los índices meteorológicos se seleccionaron aleatoriamente según una distribución uniforme 25 días entre los meses identificados como temporada alta, es decir, de alto riesgo de ocurrencia de incendios (esta temporada comprende los meses de febrero a septiembre) de la serie de años de 1986 al 2003.

Se crearon las tablas de los datos meteorológicos para cada uno de los días seleccionados y de 2 días anteriores (Anexo 12), con la finalidad de generar el índice de riesgo incluyendo en el cálculo la influencia de los índices de días previos.

Seguidamente se generaron los índices de riesgo y se graficaron los incendios que se registraron en el SIPCIV para el día seleccionado. Con los resultados obtenidos se creó una tabla en la que se registró el número de incendios combatidos por nivel de riesgo en el día calculado y el porcentaje de celdas con nivel bajo, medio y alto (Figura 6.9 y 6.12).

- **Índice de Monte Alegre**

	N° de celdas			% de celdas			N° de incendios combatidos		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
13/03/1999	190.00	5267.00	0.00	3.48	96.52	0.00	0.00	2.00	0.00
17/03/1999	0.00	5457.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	2.00	0.00

18/04/1999	0.00	5457.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	2.00	0.00
03/05/1999	1415.00	4042.00	0.00	25.93	74.07	0.00	1.00	3.00	0.00
25/05/1999	1307.00	4150.00	0.00	23.95	76.05	0.00	1.00	4.00	0.00
29/06/1999	5457.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
14/03/2000	650.00	4807.00	0.00	11.91	88.09	0.00	0.00	1.00	0.00
03/06/2000	5457.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
10/02/2001	103.00	5354.00	0.00	1.89	98.11	0.00	0.00	2.00	0.00
12/02/2001	1231.00	4226.00	0.00	22.56	77.44	0.00	0.00	1.00	0.00
03/03/2001	1960.00	3797.00	0.00	35.92	69.58	0.00	1.00	0.00	0.00
27/03/2001	303.00	5154.00	0.00	5.55	94.45	0.00	0.00	2.00	0.00
03/04/2001	4821.00	636.00	0.00	88.35	11.65	0.00	0.00	1.00	0.00
26/06/2001	3856.00	1601.00	0.00	70.66	29.34	0.00	0.00	0.00	0.00
29/06/2001	2193.00	3264.00	0.00	40.19	59.81	0.00	0.00	0.00	0.00
04/02/2002	978.00	4479.00	0.00	17.92	82.08	0.00	0.00	1.00	0.00
05/02/2002	285.00	5172.00	0.00	5.22	94.78	0.00	0.00	2.00	0.00
09/02/2002	140.00	5317.00	0.00	2.57	97.43	0.00	0.00	2.00	0.00
15/02/2002	153.00	5304.00	0.00	2.80	97.20	0.00	0.00	2.00	0.00
25/02/2002	1942.00	3515.00	0.00	35.59	64.41	0.00	1.00	1.00	0.00
19/03/2002	5039.00	418.00	0.00	92.34	7.66	0.00	0.00	1.00	0.00
21/06/2002	4802.00	655.00	0.00	88.00	12.00	0.00	1.00	0.00	0.00
27/06/2002	4802.00	655.00	0.00	88.00	12.00	0.00	1.00	0.00	0.00
27/02/2003	4593.00	864.00	0.00	84.17	15.83	0.00	1.00	0.00	0.00
09/03/2003	0.00	5457.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	1.00	0.00

Figura 6.9 - Tabla de Número de incendios y Porcentaje de Celdas del Índice de Monte Alegre

Se halló la correlación entre el número de incendios combatidos y el porcentaje de celdas correspondientes a los niveles de riesgo (Figura 6.9). El coeficiente de correlación resultante fue 0.7697 para el índice de Monte Alegre (Figura 6.11), lo que indica que existe una relación significativa entre las variables involucradas. Por lo tanto, se esperaría que en la zona etiquetada con nivel de riesgo Alto en el mapa final del índice ocurra mayor número de incendios que en las zonas etiquetadas con niveles Bajo o Medio.



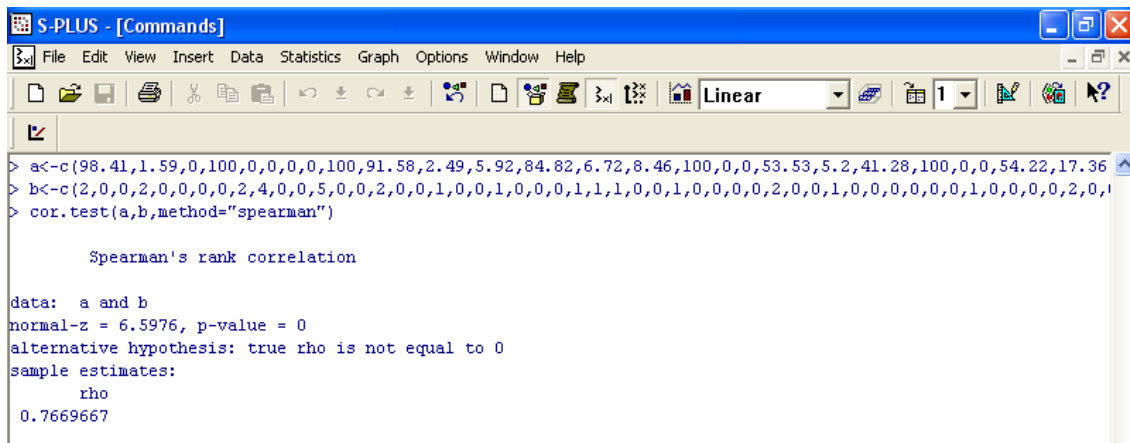


	N° de celdas			% de celdas			No de incendios Combatidos		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
13/03/1999	17954.00	291.00	0.00	98.41	1.59	0.00	2.00	0.00	0.00
17/03/1999	18245.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
18/04/1999	0.00	0.00	18245.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	2.00
03/05/1999	16709.00	455.00	1081.00	91.58	2.49	5.92	4.00	0.00	0.00
25/05/1999	15475.00	1226.00	1544.00	84.82	6.72	8.46	5.00	0.00	0.00
29/06/1999	18245.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
14/03/2000	9766.00	948.00	7531.00	53.53	5.20	41.28	1.00	0.00	0.00
03/06/2000	18245.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
10/02/2001	9893.00	3167.00	5185.00	54.22	17.36	28.42	0.00	1.00	1.00
12/02/2001	12363.00	1174.00	4708.00	67.76	6.43	25.80	1.00	0.00	0.00
03/03/2001	14204.00	827.00	3214.00	77.85	4.53	17.62	1.00	0.00	0.00
27/03/2001	2887.00	194.00	15164.00	15.82	1.06	83.11	0.00	0.00	2.00
03/04/2001	0.00	982.00	17263.00	0.00	5.38	94.62	0.00	0.00	1.00
26/06/2001	15883.00	55.00	2307.00	87.05	0.30	12.64	0.00	0.00	0.00
29/06/2001	12372.00	0.00	5873.00	67.81	0.00	32.19	0.00	0.00	0.00
04/02/2002	9441.00	734.00	8070.00	51.75	4.02	44.23	1.00	0.00	0.00
05/02/2002	4130.00	0.00	14115.00	22.64	0.00	77.36	0.00	0.00	2.00
09/02/2002	3215.00	0.00	15030.00	17.62	0.00	82.38	0.00	0.00	2.00
15/02/2002	0.00	1269.00	16976.00	0.00	6.96	93.04	0.00	1.00	1.00
25/02/2002	9393.00	993.00	7859.00	51.48	5.44	43.07	1.00	0.00	1.00
19/03/2002	17169.00	681.00	395.00	94.10	3.73	2.16	1.00	0.00	0.00
21/06/2002	16988.00	31.00	1226.00	93.11	0.17	6.72	1.00	0.00	0.00
27/06/2002	16982.00	124.00	1139.00	93.08	0.68	6.24	1.00	0.00	0.00
27/02/2003	17813.00	115.00	317.00	97.63	0.63	1.74	1.00	0.00	0.00
09/03/2003	0.00	0.00	18245.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	1.00

**Figura 6.12 - Tabla de Número de incendios y Porcentaje de Celdas del Índice de Canadá**

Se halló la correlación entre el número de incendios combatidos y el porcentaje de celdas correspondientes a los niveles de riesgo (Figura 6.12). El coeficiente de correlación resultante fue 0.7669 para el índice de Canadá (Figura 6.13), lo que indica que existe una relación significativa entre las variables involucradas. Por lo tanto, se esperaría que en la zona etiquetada con nivel de riesgo Alto en el mapa

final del índice ocurra mayor número de incendios que en las zonas etiquetas con niveles Bajo o Medio.



```
S-PLUS - [Commands]
File Edit View Insert Data Statistics Graph Options Window Help
Linear
> a<-c(98.41,1.59,0,100,0,0,0,0,100,91.58,2.49,5.92,84.82,6.72,8.46,100,0,0,53.53,5.2,41.28,100,0,0,54.22,17.36)
> b<-c(2,0,0,2,0,0,0,0,2,4,0,0,5,0,0,2,0,0,1,0,0,1,0,0,0,1,1,1,0,0,1,0,0,0,0,2,0,0,1,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,2,0,1)
> cor.test(a,b,method="spearman")

Spearman's rank correlation

data: a and b
normal-z = 6.5976, p-value = 0
alternative hypothesis: true rho is not equal to 0
sample estimates:
rho
0.7669667
```

Figura 6.13 - Análisis de Correlación para el Índice de Canadá

## CONCLUSIONES

En éste trabajo se desarrolló un sistema de predicción de riesgo de incendios para la cuenca alta del río Caroní. Este sistema se denominó Sistema Apok y cuenta con índices de tipo meteorológico que representan las condiciones dinámicas del riesgo a nivel diario (índice de Canadá e índice de Monte Alegre) y con índices estructurales que representan tendencias a largo plazo de los niveles de riesgo (índice de Extremadura e índice cartográfico).

El sistema Apok consta de una interfaz fácil de utilizar que permite al usuario obtener mapas de riesgo de incendios como resultado del cálculo de los índices, que podrán ser usados como herramientas de soporte para el programa de control de los incendios de vegetación (PCIV) de la electrificación del Caroní (EDELCA) en la toma de decisiones, tanto en la etapa preoperacional como en temporada de incendios. Entre las que podemos citar:

- Programar los vuelos para la detección de incendios de forma más efectiva tomando en cuenta la estimación de riesgo que genera el sistema.
- Alertar a los puestos de observación o centros de combate de acuerdo a los niveles de riesgo en su área de influencia.
- Planificar la ubicación espacial de los recursos para el combate de incendios acorde con el riesgo estimado por el sistema.

Los mapas de riesgo pueden ser fácilmente combinados con otros mapas utilizando las herramientas de análisis espacial disponibles en un SIG, para realizar análisis que ofrecen información útil para la preparación y evaluación de las actividades de los programas de control de incendios de vegetación. Por ejemplo,

el promedio de riesgo por subcuencas o el riesgo existente en la vecindad de una población dada, pueden ser fácilmente estimados.

El sistema desarrollado será de gran utilidad en el programa de prevención y educación ambiental, que actualmente esta llevando a cabo la empresa EDELCA, ya que los mapas de riesgo generados pueden servir de indicativos para que las comunidades indígenas de la zona, tomen las previsiones necesarias en las actividades que involucran el uso del fuego, de acuerdo a la información reportada por el índice.

El análisis estadístico efectuado en la fase de validación, da como resultado que el número o la incidencia de incendios en la cuenca, está significativamente relacionada o asociada a los niveles establecidos en el mapa final de riesgo de incendios, en los diferentes índices.

## RECOMENDACIONES

En base a la experiencia obtenida en la realización de este proyecto es posible realizar las siguientes consideraciones:

- Es recomendable validar el sistema Apok instalándolo en los centros de operaciones de la empresa, con los resultados reales de cada día; antes de adoptarlo formalmente. Esto ayudará a verificar la precisión de la predicción, así como a determinar las valencias y virtudes de los índices implementados.
- Los datos meteorológicos utilizados en el cálculo de los índices se obtienen mediante tablas que se ingresan manualmente al sistema. Sería conveniente establecer una conexión directa con la base de datos meteorológica de la empresa, con el fin de hacer más eficiente y seguro el proceso.
- Los datos meteorológicos empleados en el sistema, provienen de la interpolación de valores medidos en estaciones meteorológicas electrónicas apostadas en el área. Con la finalidad de obtener una mayor precisión y certidumbre de los datos, se sugiere la incorporación de sensores remotos.
- La empresa EDELCA presenta deficiencias en el registro de los datos meteorológicos en las distintas estaciones; observándose gran número de valores faltantes en las variables meteorológicas empleadas en los cálculos. Es recomendable en estos casos utilizar la media móvil de los últimos 5 registros observados, a fin de garantizar los resultados del índice final de riesgo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ablan Magdiel, 2003.** *Modelos Meteorológicos y Cartográficos de Riesgos de Incendios.* Centro de Simulación y Modelado (CESIMO), Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Ablan M., Acevedo M., y López T., 2001.** *Análisis Estadístico de la Base de Datos del SIPCIV,* Centro de Simulación y Modelado (CESIMO), Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Ablan M., Dávila M., Hoeger H., Ramos A., Rivas E., and Zerpa F., 2005.** *Modeling Fire Risk: The Upper Caroni Watershed Case,* IASTED, Oranjestad – Aruba.
- Arcview 3.2,* Internet site: **www.esri.com, 2005.**
- Arcview 3.2,* Internet site: **www.sigsa.info/index.php?option=content&task=view&id=48, 2005.**
- Barney, J. R. , Fahnestock, G. R. Et Al. 1984.** *Fire Management,* en Karl, F. Wenger (ed.) *Forestry Handbook.* New York. John Wiley & Sons 189-251 p.
- Chagarlamudi P., 1998.** *Geomantics in Emergency Planning and Management: Canadian Forest FIRE management Experience.*  
[www.gisdevelopment.net/aars/1998/ts5/ts5004pt.htm](http://www.gisdevelopment.net/aars/1998/ts5/ts5004pt.htm), Department of Natural Resources Ottawa, Ontario, Canada.
- Chuvieco E., F.J. Salas y C. Vega. 1997.** *Remote Sensing and GIS for Long Term Fire Risk Mapping.* En *A review of remote sensing methods for the study of large wildland fire.* Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España.

**Chuvienco Emilio, 1997.** *A review of remote sensing methods for the study of large wildland fire.* Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España, Agosto 1997.

**Dentoni Maria and Muñoz Miriam, 1999.** *Sistema de Evaluación de Peligro de Incendios, Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Argentina.* Internet site, [www.medioambiente.gov.ar/documentos/pnmf/publicaciones/sistema\\_evaluacion/sistema\\_documento\\_completo.PDF](http://www.medioambiente.gov.ar/documentos/pnmf/publicaciones/sistema_evaluacion/sistema_documento_completo.PDF)

**EDELCA - CESIMO, 2001.** *SIPCIV, Manual de usuario Versión 3.0.* Mérida - Venezuela, Septiembre 2003.

**Englefield Peter, Lee Bryan, and Suddaby Rod, 2005.** *Spatial Fire Management System,* [gis.esri.com/library/userconf/proc00/professional/papers/PAP489/p489.htm](http://gis.esri.com/library/userconf/proc00/professional/papers/PAP489/p489.htm). Natural Resources Canadá, Edmonton, Alberta, Canadá.

**Gutiérrez Javier, 2000.** *Sistemas de Información Geográfica: funcionalidades, aplicaciones y perspectivas,* Revista Internacional de Desarrollo Local. Vol. 1, N. 1, p. 41-48, Set. 2000.

*Interpolación espacial, Spline con tensión,* Internet site: [www.gisits.com/docs/Interpolacion\\_espacial.PDF](http://www.gisits.com/docs/Interpolacion_espacial.PDF), 2001.

**Longley P., Goodchild M., Maguire D. Y Rhind D. 1999.** *Geographical Information Systems,* John Wiley & Sons, INC., Estados Unidos.

**Maracchi and Costantini, 1998.** *Forest Fire Research. III International Conference on Forest Fire Research.* Edited by: D. X. Viegas, University of Coimbra,



Portugal.

**Magaña Octavio, 1985.** *Índice de Peligro de Incendios Forestales.* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, México, 1985.

**Mendoza, Laura. 2002.** *Modelo cartográfico de riesgo de incendios para la cuenca alta del río Caroní.* Tesis de Pregrado. Ingeniería de Sistemas, Universidad de los Andes.

**Pezzopane J., Neto S., and Vilela M., 2001.** *Risco de incêndios em função da característica do clima, Relevo e cobertura do solo.* Universidade Federal de Viosa, Brasil.

**Potter B., Goodrick S., and Brown T., 2005.** *Development of a Statistical Validation Methodology for Fire Weather Indices.* USDA Forest Service, EEUU.

**Ralph Nelson, 1964.** *The National Fire Danger Rating System.* U.S. Department of Agriculture – Forest Service, North Carolina, United State, 1964.

**Rodríguez Iokiñe 2004,** *Conocimiento Indígena Vs Científico: El Conflicto Por El Uso Del Fuego En El Parque Nacional Canaima, Venezuela,* Inverciencia, Marzo 2004, Vol. 29 N° 3.

**San-Miguel.Ayanz Jesús, 2002.** *Methodologies for the evaluation of forest FIRE risk: from long-term (static) to dynamic indices.* In *Forest Fires: Ecology and Control.* Anfodillo I. and Carraro V. (eds). Univesity degli Studi di Padova, pp. 117-132.

**Sebastián L. Salvador R and San Miguel Ayanz, 2001.** *Two models for a structure*

*forest fire index at a regional scale, 21 EARSeL Workshop remote sensing and GIS applications to forest FIRE management. New methods and sensor, May 14-17, Paris, France.*

**EBIOMETRIA**, Internet site: [www.e-pfb.com/ebiometria/pfb\\_teb/tecnicas\\_y\\_casos/te11.pdf](http://www.e-pfb.com/ebiometria/pfb_teb/tecnicas_y_casos/te11.pdf), 2005.

**EDELCA** – Electrificación del Caroní, La cuenca alta del río Caroní, Internet site: [www.edelca.com.ve](http://www.edelca.com.ve), 2005.

**Environmental System Research Institute, 1996.** *Introduction to Arcview GIS*, Estados Unidos.

**Marrero Roberto 2005**, *Guía Turística Comentada de La Gran Sabana*, Editor Daniel Galea Manrique para PRECOTUR, Publicaciones Ecológicas y Turísticas. [www.mystictours.com.ve/publicaciones/precotur-libro1/00000.html](http://www.mystictours.com.ve/publicaciones/precotur-libro1/00000.html)

*Programa de control de incendios de vegetación PCIV – EDELCA*, Internet site: [www.edelca.com.ve/descargas/entrecorriente\\_0304.pdf](http://www.edelca.com.ve/descargas/entrecorriente_0304.pdf), 2004.

*Ubicación y caracterización de zonas de riesgo de incendios forestales en los departamentos de Lambayeque y Piura. Piura, Perú*, Internet site: [www.proyectoalgarrobo.org.pe/incendios.pdf](http://www.proyectoalgarrobo.org.pe/incendios.pdf) , 2002.

**Vélez Ricardo, 2000.** *La defensa contra Incendios Forestales*. Mc. Graw Hill. 2000.

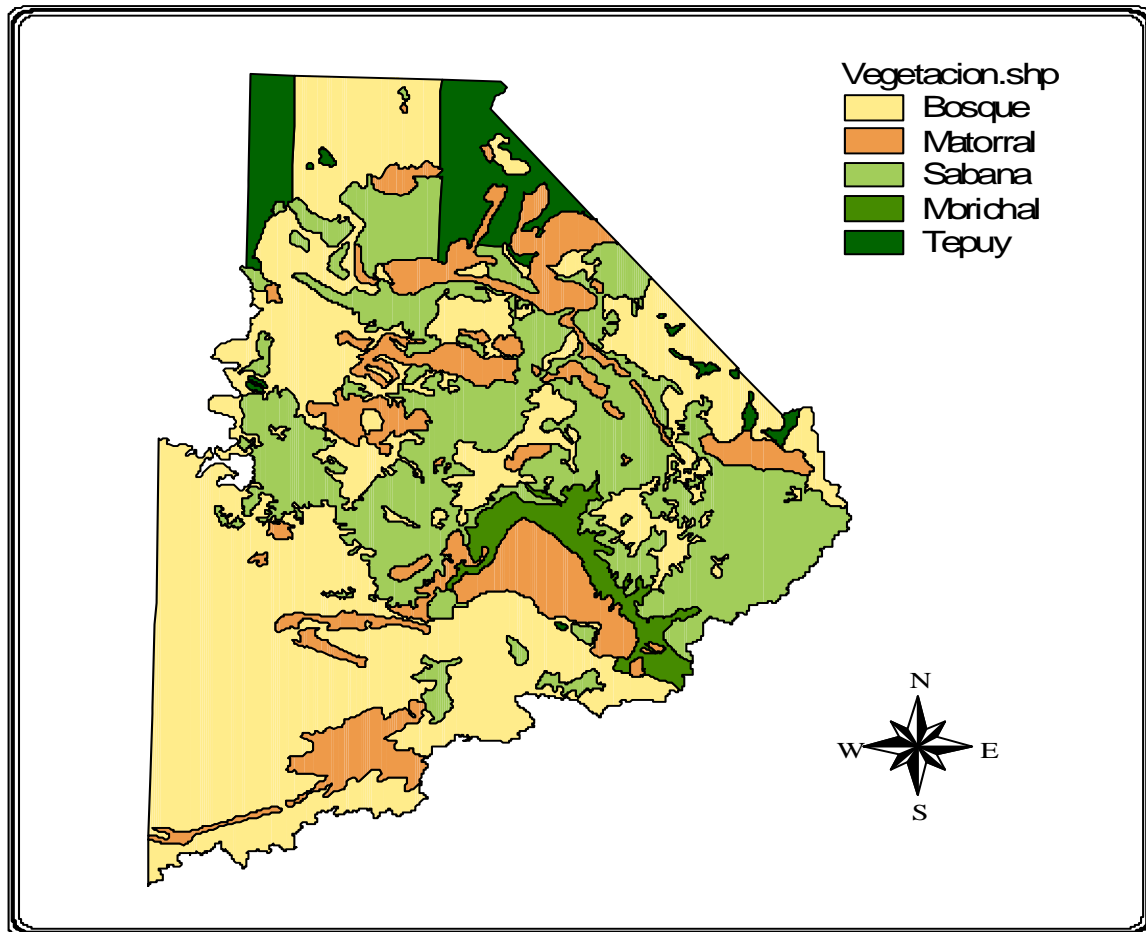
**Vidal A., N. Desvíos, J.M. Pereira, J. García y E. Chuvieco. 1997.** *NOAA-AVHRR Satellite Data Processing: State of the Art and Choices in Megafires. En: A review of remote sensing methods for the study of large wildland fires.* Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España, Agosto 1997.

**Wagner Van, 1987,** *Structure of the Canadian Fire Weather Index, Canadian Forestry Service, Ottawa, 1974, The Print Shoppe LTD.*

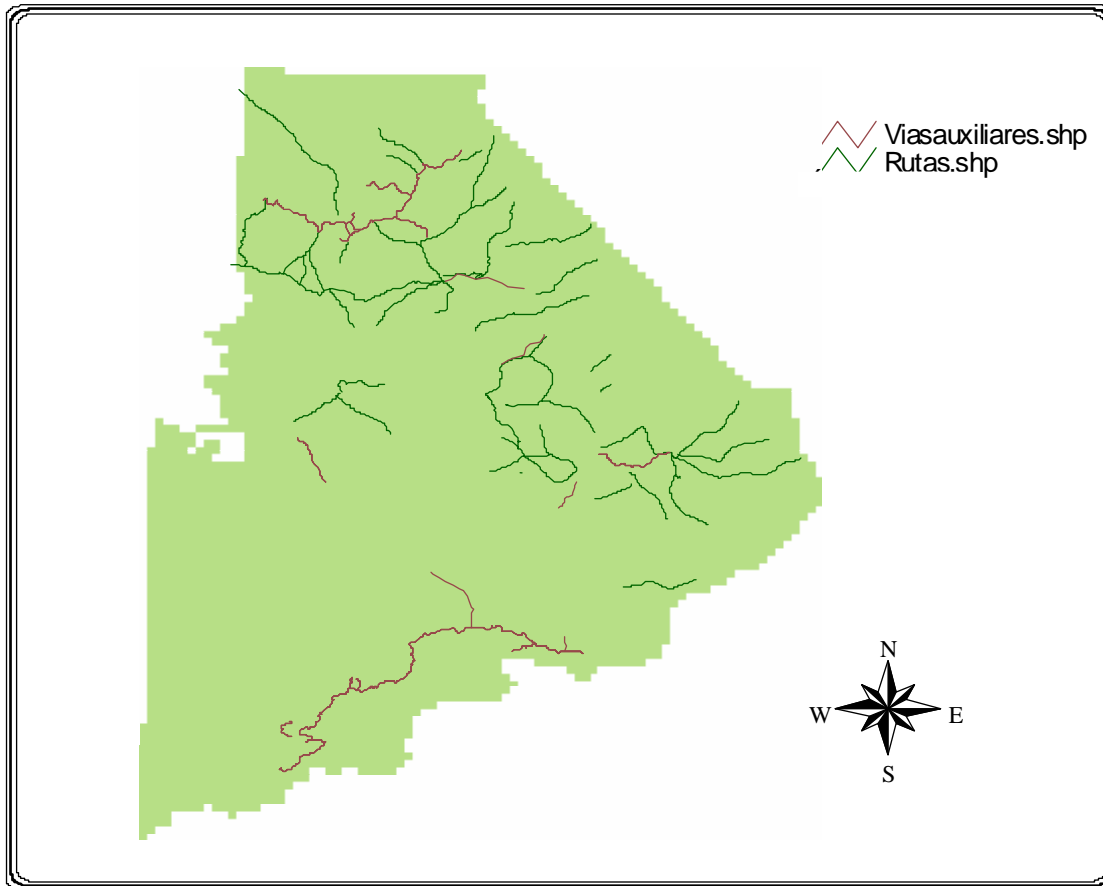
**Zerpa P. Francisco J. 2000.** *Sistema de Información Espacio-Temporal para la Caracterización de Áreas de Riesgo de Incendios de la Vegetación. Caso de Estudio: Cuenca Alta del Río Caroní.* Tesis de Maestría, Postgrado de Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.

## ANEXOS

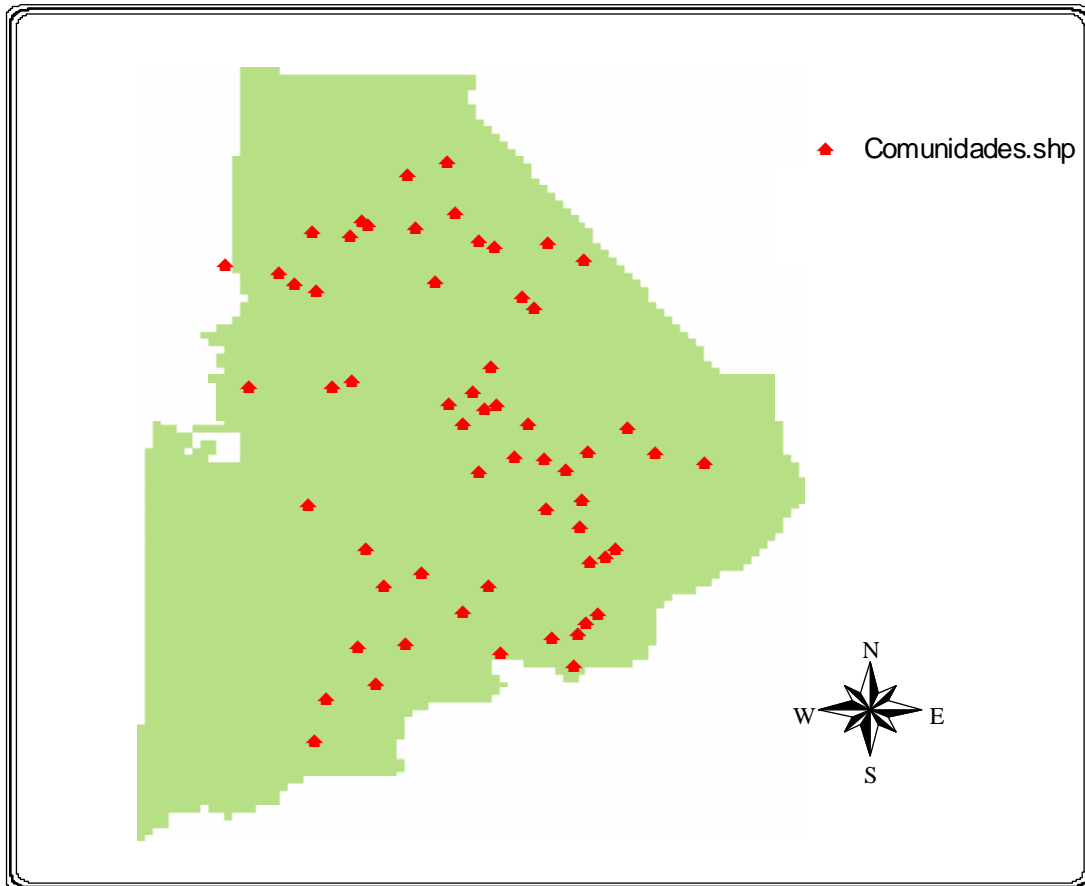
### Anexo 1 - Mapa de Vegetación



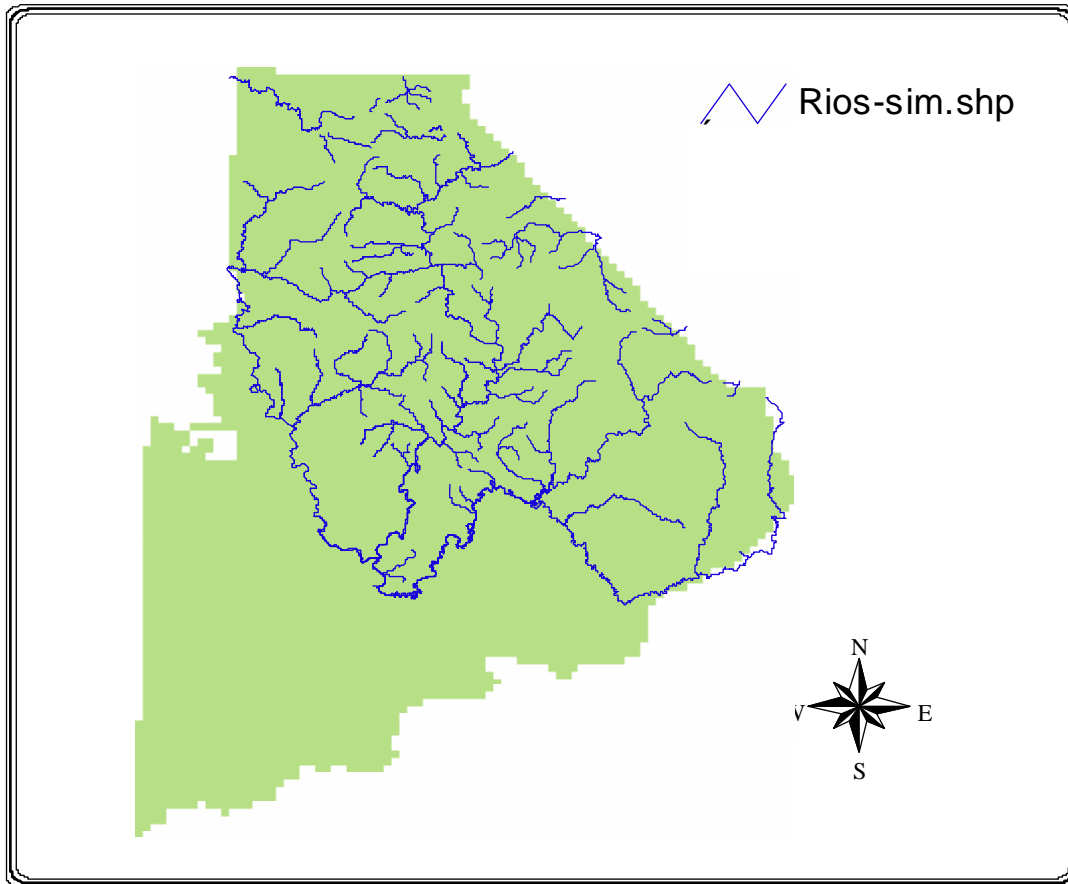
## Anexo 2 - Mapa de Vías y Rutas de Penetración



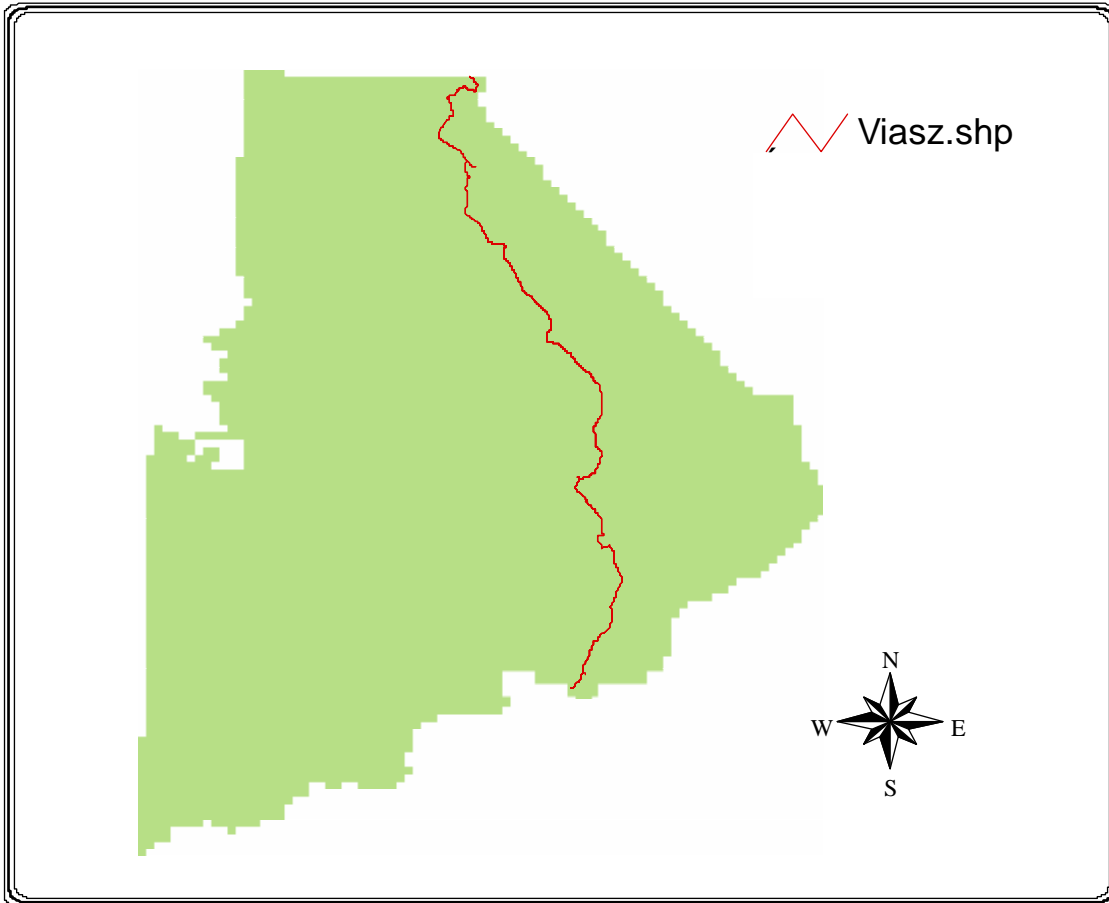
### Anexo 3 - Mapa de Centros Poblados



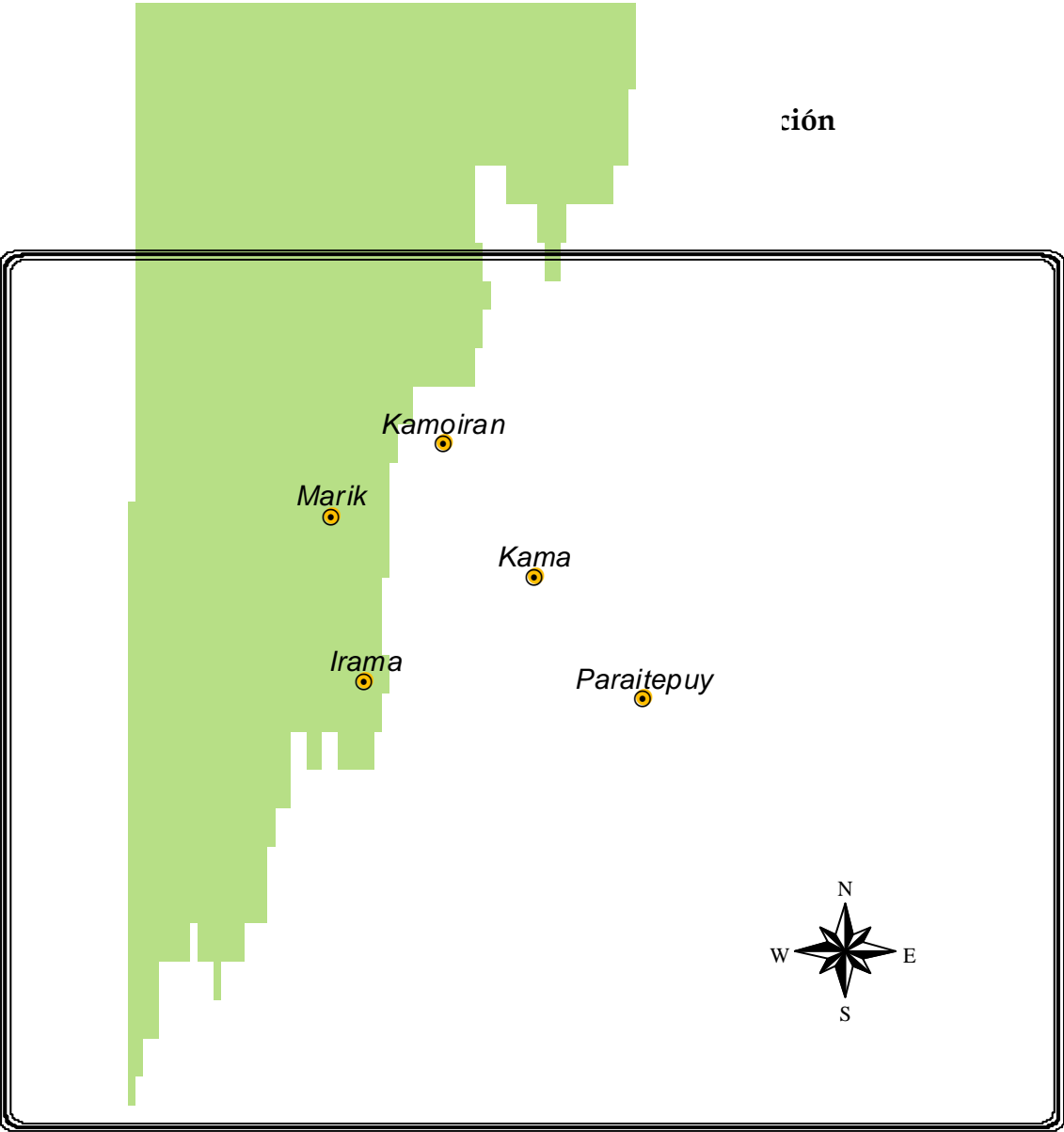
### Anexo 4 - Mapa de Ríos



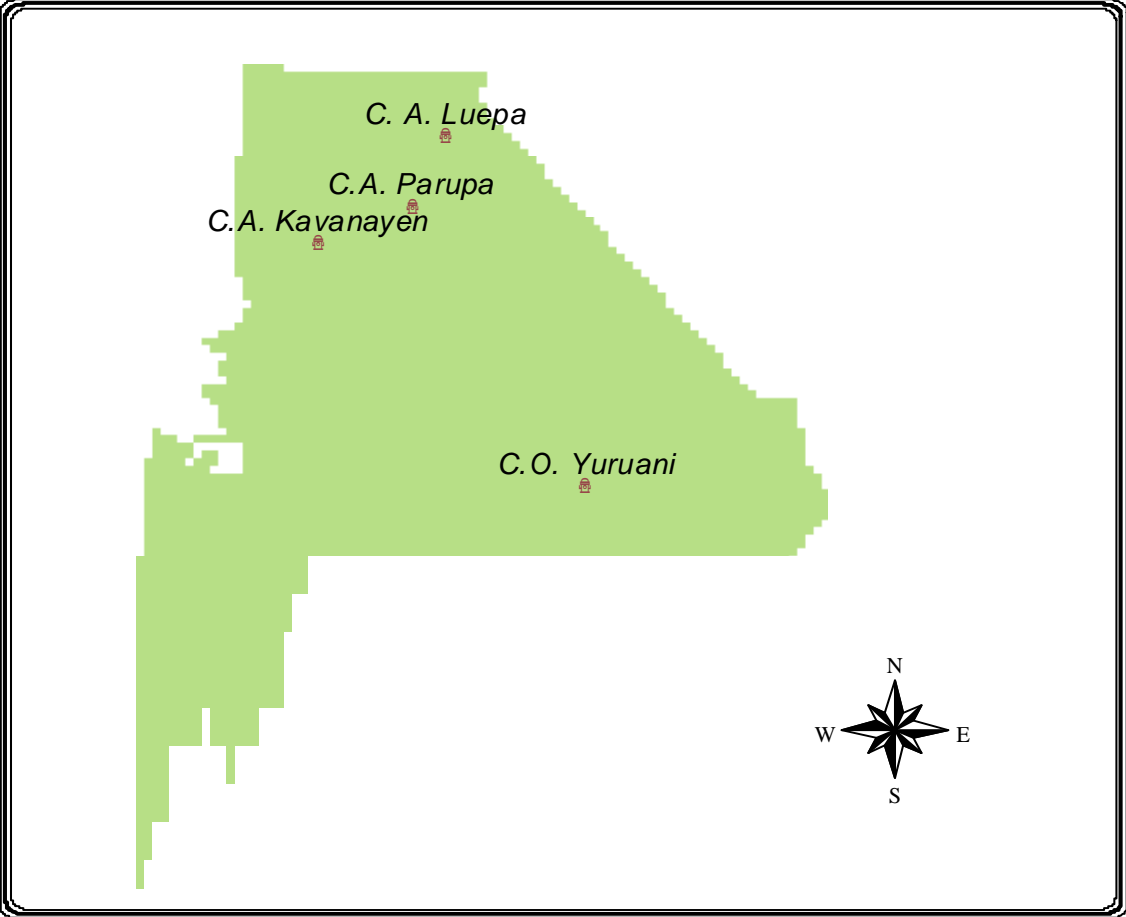
### Anexo 5 - Mapa de la Vía Principal







Anexo 7 - Mapa de Centros de Operaciones



## Anexo 8 – Scripts principal en AVENUE para el Cálculo del Índice de Extremadura

```

***Script principal para calcular el Riesgo de incendio siguiendo las pautas del índice de Extremadura - España
'1.1***Inicializaciones del Dialogo
'Obtención de los estados de las casillas de verificación
booleanRiesgo = self.GetDialog.FindByName("chk_Riesgo").IsSelected
booleanFrecuencia = self.GetDialog.FindByName("chk_Frecuencia").IsSelected
booleanCausalidad = self.GetDialog.FindByName("chk_Causalidad").IsSelected
booleanCombustibilidad = self.GetDialog.FindByName("chk_Combustibilidad").IsSelected
diaInicial = self.GetDialog.FindByName("txt_DiaInicial").GetText
mesInicial = self.GetDialog.FindByName("txt_MesInicial").GetText
anoInicial = self.GetDialog.FindByName("txt_AnoInicial").GetText
diaFinal = self.GetDialog.FindByName("txt_DiaFinal").GetText
mesFinal = self.GetDialog.FindByName("txt_MesFinal").GetText
anoFinal = self.GetDialog.FindByName("txt_AnoFinal").GetText
'Carga del archivo de configuración
ConfVTab=VTab.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Configuracion\dbf\config.dbf".AsFileName,false)
'Busca la ruta del mapa de vegetación en la tabla config.dbf
vegPath=ConfVTab.ReturnValueString(ConfVTab.FindField("Ruta"),0)
'Busca la ruta de la tabla de incendios detectados y combatidos en la tabla config.dbf
detCombPath=ConfVTab.ReturnValueString(ConfVTab.FindField("Ruta"),2)
if(detCombPath = "" ) then
  MsgBox.Info( "La ruta para el archivo de incendios detectados y combatidos es inválido. Revise nuevamente en la configuración general", "Ruta de archivo inválido" )
  exit
end
archivo_vegetacion = vegPath
fechaInicial = anoInicial + mesInicial + diaInicial
fechaFinal = anoFinal + mesFinal + diaFinal
Self.GetDialog.Close
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("detectados&combatidos.dbf")=nil)
if(ArchivoProyecto.Not)then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("detectados&combatidos.dbf"))
end
'1.2***Inicialización de las variables de pesos
'Pesos para los tipos de incendios
PTipoIncendiosVTab=VTab.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\dbf\pesos_TipoIncendios.dbf".AsFileName,false,false)
conato=PTipoIncendiosVTab.ReturnValueNumber(PTipoIncendiosVTab.FindField("Peso"),0)
normal=PTipoIncendiosVTab.ReturnValueNumber(PTipoIncendiosVTab.FindField("Peso"),1)
grande=PTipoIncendiosVTab.ReturnValueNumber(PTipoIncendiosVTab.FindField("Peso"),2)
muyGrande=PTipoIncendiosVTab.ReturnValueNumber(PTipoIncendiosVTab.FindField("Peso"),3)
'Pesos para los tipos de causas
PCausasVTab=VTab.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\dbf\pesos_Causas.dbf".AsFileName,false,false)
agricola=PCausasVTab.ReturnValueNumber(PCausasVTab.FindField("Peso"),0)
pecuaria=PCausasVTab.ReturnValueNumber(PCausasVTab.FindField("Peso"),1)
forestal=PCausasVTab.ReturnValueNumber(PCausasVTab.FindField("Peso"),2)
caceria=PCausasVTab.ReturnValueNumber(PCausasVTab.FindField("Peso"),3)
quemaDesechos=PCausasVTab.ReturnValueNumber(PCausasVTab.FindField("Peso"),4)
tradicion=PCausasVTab.ReturnValueNumber(PCausasVTab.FindField("Peso"),5)
intencional=PCausasVTab.ReturnValueNumber(PCausasVTab.FindField("Peso"),6)
otras=PCausasVTab.ReturnValueNumber(PCausasVTab.FindField("Peso"),7)
'Pesos para los tipos de vegetación
PCombustibilidadVTab=VTab.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\dbf\pesos_Combustibilidad.dbf".AsFileName,false,false)
bosques=PCombustibilidadVTab.ReturnValueNumber(PCombustibilidadVTab.FindField("Peso"),0)
matorral=PCombustibilidadVTab.ReturnValueNumber(PCombustibilidadVTab.FindField("Peso"),1)
sabana=PCombustibilidadVTab.ReturnValueNumber(PCombustibilidadVTab.FindField("Peso"),2)

```

```

morichal=PCombustibilidadVTab.ReturnValueNumber(PCombustibilidadVTab.FindField("Peso"),3)
tepuy=PCombustibilidadVTab.ReturnValueNumber(PCombustibilidadVTab.FindField("Peso"),4)
listaCombus={bosques, matorral, sabana, morichal, tepuy, 0}
'2.1***Crear la tabla de detectados y combatidos básica a partir de la ventana de tiempo
det_cobVtab=VTab.Make(detCombPath.AsFileName,true,false)
ArchivoFisico=(File.Exists(detCombPath.AsFileName))
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("DETECTADOS&COMBATIDOS_Basica.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
myTable=Table.Make(det_cobVtab)
myTable.SetName("DETECTADOS&COMBATIDOS_Basica.dbf")
end
theTable = av.GetProject.FindDoc("DETECTADOS&COMBATIDOS_Basica.dbf")
theVtab = theTable.GetVtab
theBitmap = theVtab.GetSelection
expr = "( [Fecha] >= "+ fechaInicial + ".AsDate ) and ([Fecha] <= "+ fechaFinal + ".AsDate )"
booleano = theVtab.Query(expr, theBitmap, #VTAB_SELTYPE_NEW)
theVtab.UpdateSelection
theVtab.Export (
"$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\dbf\DETECTADOS&COMBATIDOS.dbf".asFileName,
dBASE, true)
'2.2***Crear la tabla de detectados y combatidos a partir de los pesos y la consulta del SIPCIV
Det_ComVTab=VTab.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\dbf\DETECTADOS&COM
BATIDOS.dbf".AsFileName,true,false)
f1=Field.Make("Peso_Incen",#FIELD_DOUBLE,20,1)
f2=Field.Make("Peso_Causa",#FIELD_DOUBLE,20,1)
f3=Field.Make("Tipo_Incen",#FIELD_DOUBLE,20,1)
det_cobVtabC=(Det_ComVTab.Clone)
det_cobVtabClone=VTab.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\dbf\DETECTADOS&C
OMBATIDOS.dbf".AsFileName,true,false)
ArchivoFisico=(File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\dbf\DETECTADOS&COMB
ATIDOS.dbf".AsFileName))
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("detectados&combatidos.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
myTable=Table.Make(det_cobVtabClone)
myTable.SetName("detectados&combatidos.dbf")
end
det_cobVtabClone.AddFields({f1,f2,f3})
for each rec in det_cobVtabClone
'Pesos de tipos de incendios
area=(det_cobVtabClone.ReturnValue(det_cobVtabClone.FindField("Aream2"),rec).AsNumber)/10000
if(area<0.5) then
det_cobVtabClone.SetValue(f1, rec, conato)
det_cobVtabClone.SetValue(f3, rec, 1)
elseif(area<5 and area>0.5) then
det_cobVtabClone.SetValue(f1, rec, normal)
det_cobVtabClone.SetValue(f3, rec, 2)
elseif(area<50 and area>5) then
det_cobVtabClone.SetValue(f1, rec, grande)
det_cobVtabClone.SetValue(f3, rec, 3)
elseif(area>50) then
det_cobVtabClone.SetValue(f1, rec, muyGrande)
det_cobVtabClone.SetValue(f3, rec, 4)
end
'Pesos de causas de incendios
causa=det_cobVtabClone.ReturnValue(det_cobVtabClone.FindField("Causa"),rec)
if(causa=1) then
det_cobVtabClone.SetValue(f2, rec, agricola)
elseif(causa=2) then
det_cobVtabClone.SetValue(f2, rec, pecuaria)
elseif(causa=3) then
det_cobVtabClone.SetValue(f2, rec, forestal)
elseif(causa=4) then
det_cobVtabClone.SetValue(f2, rec, caceria)
elseif(causa=5) then
det_cobVtabClone.SetValue(f2, rec, quemaDesechos)

```

```

elseif(causa=6) then
  det_cobVtabClone.SetValue(f2, rec, tradicion)
elseif(causa=7) then
  det_cobVtabClone.SetValue(f2, rec, intencional)
elseif(causa=8) then
  det_cobVtabClone.SetValue(f2, rec, otras)
end
end
'3.1 *** Verificar si existe una vista o una tabla reclass.dbf para borrarlas
ArchivoProyecto1=(av.GetProject.FindDoc("índice de Riesgo de Incendios. Caso Extremadura")=nil)
ArchivoProyecto2=(av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf")=nil)
if(ArchivoProyecto1.Not)then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("índice de Riesgo de Incendios. Caso Extremadura"))
  av.PurgeObjects
end
if(ArchivoProyecto2.Not) then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf"))
  av.PurgeObjects
end
'3.2***Crear y abrir una nueva vista del proyecto
theView=View.Make
theView.SetName("índice de Riesgo de Incendios. Caso Extremadura")
theWindow=theView.GetWin
theWindow.Open
theWindow.Maximize
'3.3***Dibujar el mapa de Frontera, las Casetas y las Estaciones
av.Run("DibujarMapaCaroni",{})
'4***Asignar Unidades de Mapa y Unidades de Distancia
theView = av.GetActiveDoc
theView.SetUnits(#UNITS_LINEAR_DEGREES)
theView.GetDisplay.SetDistanceUnits(#UNITS_LINEAR_KILOMETERS)
'5***Agregar el Mapa de vegetación como un nuevo tema al proyecto
theView = av.GetActiveDoc
'Agregar el campo pesos a la tabla de combustibilidad
tablaCombustNoC = VTab.Make((archivo_vegetacion.Left(archivo_vegetacion.Count-4)
+" dbf").asFileName,true,false)
tablaCombust=(TablaCombustNoC.Clone)
f1=tablaCombust.FindField("Peso_Combust")
for each rec in tablaCombust
  IDCombust=(tablaCombust.ReturnValue(tablaCombust.FindField("Vegell_id"),rec))
  if(IDCombust=1) then
    tablaCombust.SetValue(f1, rec, listaCombust.Get(rec))
  elseif(IDCombust=2) then
    tablaCombust.SetValue(f1, rec, listaCombust.Get(rec))
  elseif(IDCombust=3) then
    tablaCombust.SetValue(f1, rec, listaCombust.Get(rec))
  elseif(IDCombust=4) then
    tablaCombust.SetValue(f1, rec, listaCombust.Get(rec))
  elseif(IDCombust=5) then
    tablaCombust.SetValue(f1, rec, listaCombust.Get(rec))
  elseif(IDCombust=6) then
    tablaCombust.SetValue(f1, rec, listaCombust.Get(rec))
  end
end
end
theSrcName = SrcName.Make(archivo_vegetacion)
if (theSrcName = nil) then
  MsgBox.Error("No existe una ruta de archivo válida para cargar el mapa de Vegetación.", "Ruta de archivo
  Invalida.")
  exit
end
theTheme = Theme.Make(theSrcName)
theTheme.SetName("Vegetacion.shp")
theView.AddTheme(theTheme)
theTheme.SetVisible(true)
theTheme.SetActive(true)

```

```

'6***Dibujar los incendios registrados históricamente según sus coordenadas
theTheme.SetActive(false)
theView=av.GetActiveDoc
theVTab=av.GetProject.FindDoc("detectados&combatidos.dbf").GetVtab
xField=theVTab.FindField("longitud")
yField=theVTab.FindField("latitud")
xyzSrc=XYName.Make(theVTab,xField,yField)
VtheTheme=Theme.Make(xyzSrc)
theView.AddTheme(VtheTheme)
VtheTheme.SetVisible(true)
'7***Seleccionar los incendios que se registran dentro de la cuenca
vegTheme=theView.FindTheme(theTheme.GetName)
incenTheme=theView.FindTheme("Detectados&Combatidos.dbf")
incentheFTab = incentheTheme.GetFTab
nuevaTabla=incenTheme.SelectByTheme(vegTheme,#FTAB_RELTYPE_ISCOMPLETELYWITHIN,0,#VTAB_SELECT
YPE_NEW)
  if (incentheFTab.GetSelection.Count = 0) then
    MsgBox.Error("No se han registrado incendios dentro de la cuenca.", "")
    exit
  end
incenTheme.SetActive( TRUE )
'8***Crear un nuevo tema a partir de la información seleccionada en el paso anterior

theView = av.GetActiveDoc
for each t in theView.GetActiveThemes
  if (t.Is( FTHEME ).Not) then
    if (t.CanExportToFtab.Not) then continue end
    def= "$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\shp\IncAre.shp".AsFileName
    else
    tbl = t.GetFTab
    def= "$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\shp\IncAre.shp".AsFileName
    anFTab = tbl.Export(def, Shape, tbl.GetSelection.Count > 0)
  end
end
incenAreaTheme = FTheme.Make(anFTab)
theView.AddTheme(incenAreaTheme)
incenAreaTheme.SetName ("Incendios en la Cuenca del Caroní")
incenTheme.SetVisible (false)
vegTheme.SetActive( TRUE )
incenTheme.SetActive(False)
'9***Crear un raster a partir del mapa de vegetación
theView = av.GetActiveDoc
  for each t in theView.GetActiveThemes
    def = av.GetProject.MakeFileName("RasVeg", "")
    if (t.GetClass.GetClassName = "FTheme") then
      anFTab = t.GetFTab
      fl = {}
      for each f in anFTab.GetFields
        if (f.IsVisible and (f.IsTypeNumber or f.IsTypeString)) then
          fl.Add(f)
        end
      end
      if (fl.Count = 0) then
        return NIL
      end
      theDocName = theView.GetClass.GetClassName
      aFN = "$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\Grid\RasVeg".AsFileName
      if (aFN = NIL) then
        return NIL
      end
    ' Tamaño de la ventana y tamaño de celda
    box = Rect.Make(-63@4,5@5)
    cellSize = 0.01
    aField=anFTab.FindField("Peso_Combu")
    if (aField = NIL) then

```

```

    MsgBox.Error("No existe el campo Vegell_id, verifique el mapa de Vegetación", "")
    return NIL
end
aPrj = theView.GetProjection
GridVeg = Grid.MakeFromFTab(anFTab,aPrj,aField,{cellSize, box})
if (GridVeg.HasError) then
    MsgBox.Error(t.GetName ++ "No se pudo convertir a Grid", "Error de Conversión")
    return NIL
end
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (GridVeg.SaveDataSet(aFN).Not) then
    Grid.SetVerify(status)
    return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
ThemeVeg = GTheme.Make(GridVeg)
if (GridVeg.GetVTab <> NIL) then
    theVTab = GridVeg.GetVTab
    if (aField.IsTypeNumber) then
        toField = theVTab.FindField("Value")
    end
    if (anFTab.IsBase and anFTab.IsBeingEditedWithRecovery.Not) then
        theVTab.Join(toField,anFTab,aField)
    end
end
theView.AddTheme(ThemeVeg)
ThemeVeg.SetName ("Mapa Raster de Vegetación")
end
end
theView.GetWin.Activate
'10***Crear un raster del tipo de incendio a partir de la capa de incendios
incenAreaTheme.SetActive(true)
vegTheme.SetActive(False)
theView = av.GetActiveDoc
for each t in theView.GetActiveThemes
    def = av.GetProject.MakeFileName("RasTIncen", "")
    if (t.GetClass.GetClassName = "FTheme") then
        anFTab = t.GetFTab
        fl = {}
        for each f in anFTab.GetFields
            if (f.IsVisible and (f.IsTypeNumber or f.IsTypeString)) then
                fl.Add(f)
            end
        end
        if (fl.Count = 0) then
            return NIL
        end
        theDocName = theView.GetClass.GetClassName
        aFN = "$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\Grid\RasTIncen".AsFileName
        if (aFN = NIL) then
            return NIL
        end
    end
end
' Tamaño de la ventana y tamaño de celda
box = Rect.Make(-63@4,5@5)
cellSize = 0.01
aField=anFTab.FindField("Tipo_incen")
if (aField = NIL) then
    MsgBox.Error("No existe el campo Tipo_incen en la tabla.", "")
    return NIL
end
aPrj = theView.GetProjection
GridTipoIncen = Grid.MakeFromFTab(anFTab,aPrj,aField,{cellSize, box})
if (GridTipoIncen.HasError) then
    MsgBox.Error(t.GetName ++ "No se pudo convertir a Grid", "Error de Conversión")

```

```

    return NIL
end
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (GridTipoIncen.SaveDataSet(aFN).Not) then
    Grid.SetVerify(status)
    return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
ThemeTipoIncen = GTheme.Make(GridTipoIncen)
if (GridTipoIncen.GetVTab <> NIL) then
    theVTab = GridTipoIncen.GetVTab
    if (aField.IsTypeNumber) then
        toField = theVTab.FindField("Value")
    end
    if (anFTab.IsBase and anFTab.IsBeingEditedWithRecovery.Not) then
        theVTab.Join(toField,anFTab,aField)
    end
end
theView.AddTheme(ThemeTipoIncen)
ThemeTipoIncen.SetName ("Mapa de tipos de incendios")
end
end
theView.GetWin.Activate
'11**Crear un raster del estado del incendio a partir de la capa de incendios
incenAreaTheme.SetActive(true)
theView = av.GetActiveDoc
firstTime = TRUE
for each t in theView.GetActiveThemes
    if (firstTime) then
        def = av.GetProject.MakeFileName("RasEdo", "")
    else
        def = FileName.GetCWD.MakeTmp("RasEdo", "")
    end
    if (t.GetClass.GetClassName = "FTheme") then
anFTab = t.GetFTab
fl = {}
for each f in anFTab.GetFields
    if (f.IsVisible and (f.IsTypeNumber or f.IsTypeString)) then
        fl.Add(f)
    end
end
if (fl.Count = 0) then
    return NIL
end
theDocName = theView.GetClass.GetClassName
aFN = "$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\Grid\RasEdo".AsFileName
if (aFN = NIL) then
    return NIL
end
ae = theView.GetExtension(AnalysisEnvironment)
box = Rect.Make(-63@4,5@5)
cellSize = 0.01
aField=anFTab.FindField("Estado")
if (aField = NIL) then
    return NIL
end
aPrj = theView.GetProjection
GridEdoIncen = Grid.MakeFromFTab(anFTab,aPrj,aField,{cellSize, box})
if (GridEdoIncen.HasError) then
    MsgBox.Error(t.GetName ++ "No se pudo convertir a grid","Error de Conversión")
    return NIL
end
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)

```



```

if (GridEdoIncen.SaveDataSet(aFN).Not) then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
ThemeEdoIncen = GTheme.Make(GridEdoIncen)
if (GridEdoIncen.GetVTab <> NIL) then
  theVTab = GridEdoIncen.GetVTab
  if (aField.IsTypeNumber) then
    toField = theVTab.FindField("Value")
  else
    toField = theVTab.FindField("S_Value")
    theLegend = ThemeEdoIncen.GetLegend
    theLegend.Unique(ThemeEdoIncen,"S_Value")
    ThemeEdoIncen.UpdateLegend
  end
  if (anFTab.IsBase and anFTab.IsBeingEditedWithRecovery.Not) then
    theVTab.Join(toField,anFTab,aField)
  end
end
theView.AddTheme(ThemeEdoIncen)
ThemeEdoIncen.SetName ("Mapa del estado del incendio")
else
  continue
end
end
theView.GetWin.Activate
'12**Crear un raster de la causas del incendio a partir de la capa de incendios
incenAreaTheme.SetActive(true)
theView = av.GetActiveDoc
for each t in theView.GetActiveThemes
  def = av.GetProject.MakeFileName("RasCau", "")
  if (t.GetClass.GetClassName = "FTheme") then
anFTab = t.GetFTab
fl = {}
for each f in anFTab.GetFields
  if (f.IsVisible and (f.IsTypeNumber or f.IsTypeString)) then
    fl.Add(f)
  end
end
if (fl.Count = 0) then
  return NIL
end
theDocName = theView.GetClass.GetClassName
aFN = "%HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\Grid\RasCau".AsFileName
if (aFN = NIL) then
  return NIL
end
'Tamaño de la ventana y tamaño de la celda
box = Rect.Make(-63@4,5@5)
cellSize = 0.01
aField=anFTab.FindField("Causa")
if (aField = NIL) then
  return NIL
end
aPrj = theView.GetProjection
GridCauIncen = Grid.MakeFromFTab(anFTab,aPrj,aField,{cellSize, box})
if (GridCauIncen.HasError) then
  MsgBox.Error(t.GetName ++ "No se pudo convertir a grid","Error de Conversión")
  return NIL
end
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (GridCauIncen.SaveDataSet(aFN).Not) then
  Grid.SetVerify(status)

```

```

    return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
ThemeCauIncen = GTheme.Make(GridCauIncen)
if (GridCauIncen.GetVTab <> NIL) then
    theVTab = GridCauIncen.GetVTab
    if (aField.IsTypeNumber) then
        toField = theVTab.FindField("Value")
    end
    if (anFTab.IsBase and anFTab.IsBeingEditedWithRecovery.Not) then
        theVTab.Join(toField,anFTab,aField)
    end
end
end
theView.AddTheme(ThemeCauIncen)
ThemeCauIncen.SetName ("Mapa de las causas del incendio")
end
end
theView.GetWin.Activate
'13**Crear un raster de peso incendios a partir de la capa de incendios
incenAreaTheme.SetActive(true)
theView = av.GetActiveDoc
for each t in theView.GetActiveThemes
    def = av.GetProject.MakeFileName("RasPTIn", "")
    if (t.GetClass.GetClassName = "FTheme") then
anFTab = t.GetFTab
fl = {}
for each f in anFTab.GetFields
    if (f.IsVisible and (f.IsTypeNumber or f.IsTypeString)) then
        fl.Add(f)
    end
end
if (fl.Count = 0) then
    return NIL
end
theDocName = theView.GetClass.GetClassName
aFN = "$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\Grid\RasPTIn".AsFileName
if (aFN = NIL) then
    return NIL
end
"Tamaño de la ventana y tamaño de celda
box = Rect.Make(-63@4,5@5)
cellSize = 0.01
aField=anFTab.FindField("Peso_incen")
if (aField = NIL) then
    return NIL
end
aPrj = theView.GetProjection
GridPesoTipoIncen = Grid.MakeFromFTab(anFTab,aPrj,aField,{cellSize, box})
if (GridPesoTipoIncen.HasError) then
    MsgBox.Error(t.GetName ++ "No se pudo convertir a grid","Error de Conversión")
    return NIL
end
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (GridPesoTipoIncen.SaveDataSet(aFN).Not) then
    Grid.SetVerify(status)
    return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
ThemePesoTipoIncen = GTheme.Make(GridPesoTipoIncen)
if (GridPesoTipoIncen.GetVTab <> NIL) then
    theVTab = GridPesoTipoIncen.GetVTab
    if (aField.IsTypeNumber) then
        toField = theVTab.FindField("Value")
    end
end

```

```

    if (anFTab.IsBase and anFTab.IsBeingEditedWithRecovery.Not) then
        theVTab.Join(toField,anFTab,aField)
    end
end
theView.AddTheme(ThemePesoTipoIncen)
ThemePesoTipoIncen.SetName ("índice de Combustibilidad")
end
end
theView.GetWin.Activate
'14***Crear un raster de peso incendios según sus causas a partir de la capa de incendios
incenAreaTheme.SetActive(true)
theView = av.GetActiveDoc
for each t in theView.GetActiveThemes
    def = av.GetProject.MakeFileName("RasPCau", "")
    if (t.GetClass.GetClassName = "FTheme") then
        anFTab = t.GetFTab
        fl = {}
        for each f in anFTab.GetFields
            if (f.IsVisible and (f.IsTypeNumber or f.IsTypeString)) then
                fl.Add(f)
            end
        end
        if (fl.Count = 0) then
            return NIL
        end
        theDocName = theView.GetClass.GetClassName
        aFN = "$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\Grid\RasPCau".AsFileName
        if (aFN = NIL) then
            return NIL
        end
        "Tamaño de la ventana y tamaño de celda
        box = Rect.Make(-63@4,5@5)
        cellSize = 0.01
        aField=anFTab.FindField("Peso_causa")
        if (aField = NIL) then
            return NIL
        end
        aPrj = theView.GetProjection
        GridPesoCauIncen = Grid.MakeFromFTab(anFTab,aPrj,aField,{cellSize, box})
        if (GridPesoCauIncen.HasError) then
            MsgBox.Error(t.GetName ++ "No se pudo convertir a grid","Error de Conversión")
            return NIL
        end
        status = Grid.GetVerify
        Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
        if (GridPesoCauIncen.SaveDataSet(aFN).Not) then
            Grid.SetVerify(status)
            return NIL
        end
        Grid.SetVerify(status)
        ThemePesoCauIncen = GTheme.Make(GridPesoCauIncen)
        if (GridPesoCauIncen.GetVTab <> NIL) then
            theVTab = GridPesoCauIncen.GetVTab
            if (aField.IsTypeNumber) then
                toField = theVTab.FindField("Value")
            end
            if (anFTab.IsBase and anFTab.IsBeingEditedWithRecovery.Not) then
                theVTab.Join(toField,anFTab,aField)
            end
        end
        theView.AddTheme(ThemePesoCauIncen)
        ThemePesoCauIncen.SetName ("índice de Causalidad")
    end
end
theView.GetWin.Activate

```

```

'15**Calcular el índice de Frecuencia
incenAreaTheme.SetActive(false)
ThemePesoTipoIncen.SetActive(true)
theView = av.GetActiveDoc
IndFrec=(GridPesoTipoIncen/18.AsGrid)*(10000.AsGrid/(100.AsGrid))
RasIF = GTheme.Make(IndFrec)
    status = Grid.GetVerify
    Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(IndFrec.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\Grid\RasFrec").AsFileName).Not) then
    Grid.SetVerify(status)
    return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
theView.AddTheme(RasIF)
RasIF.SetName ("índice de Frecuencia")
'16**Calcular el índice de Causas
theView = av.GetActiveDoc
ThemePesoTipoIncen.SetActive(false)
ThemePesoCauIncen.SetActive(false)
ThemeVeg.SetActive(true)
GridVeg.SetName ("IndVeg")
'17**Calcular el índice de Riesgo de incendio Total (De Extremadura)
ThemeVeg.SetActive(false)
GridIndiceRiesgo=(GridVeg*GridPesoCauIncen*IndFrec)
'18**Reclasificación para el índice Final
theFileNameRcl=("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\dbf\Reclass.dbf").AsFileName)
theRclsTable = VTab.Make(theFileNameRcl,false,false)
ArchivoFisico=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\dbf\Reclass.dbf").AsFileName)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
    theRclsTable = Table.Make(theRclsTable)
    theRclsTable.SetName("reclass.dbf")
end
theRclsTable = av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf").GetVtab
theFrmFld = theRclsTable.FindField("From")
theToFld = theRclsTable.FindField("To")
theOutFld = theRclsTable.FindField("Out_Value")
theReclsGrid = GridIndiceRiesgo.Reclass(theRclsTable,theFrmFld, theToFld, theOutFld, FALSE)
ThemeIndiceRiesgo= GTheme.Make(theReclsGrid)
theView.AddTheme(ThemeIndiceRiesgo)
status = Grid.GetVerify
    Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(theReclsGrid.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\Grid\RasTotal").AsFileName).Not) then
    Grid.SetVerify(status)
    return NIL
end
ThemeIndiceRiesgo.SetName ("Indice de Riesgo")
Grid.SetVerify(status)
'19** Cambio de paleta de Colores
if(booleanCombustibilidad) then
    ThemePesoTipoIncen.SetActive(true)
    temaComb = ThemePesoTipoIncen.getLegend
    temaComb.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\paleta\indice_combustibilidad.avl".As
    FileName, #LEGEND_LOADTYPE_ALL)
    ThemePesoTipoIncen.SetActive(false)
end
if(booleanCausalidad) then
    ThemePesoCauIncen.SetActive(true)
    temaCaus = ThemePesoCauIncen.getLegend

```

```

temaCaus.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\paleta\indice_causalidad.avl".AsFileName, #LEGEND_LOADTYPE_ALL)
  ThemePesoCauIncen.SetActive(false)
end
if(booleanRiesgo) then
  ThemeIndiceRiesgo.SetActive(true)
  temaRiesgo = ThemeIndiceRiesgo.getLegend
temaRiesgo.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\paleta\indice_riesgo.avl".AsFileName, #LEGEND_LOADTYPE_ALL)
  ThemeIndiceRiesgo.SetActive(false)
end
if(booleanFrecuencia) then
  RasIF.SetActive(true)
  temaFrec = RasIF.getLegend
temaFrec.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Extremadura\paleta\indice_frecuencia.avl".AsFileName, #LEGEND_LOADTYPE_ALL)
  RasIF.SetActive(false)
end
'20*** Borrar temas de la tabla de contenido
myView = av.FindDoc("indice de Riesgo de Incendios. Caso Extremadura")
themeDetectados = myView.FindTheme("Detectados&combatidos.dbf")
themeVegetacion = myView.FindTheme("Vegetacion.shp")
themeIncendios = myView.FindTheme("Incendios en la Cuenca del Caroní")
themeVegetacionRaster= myView.FindTheme("Mapa Raster de Vegetación")
themeTipoIncendio = myView.FindTheme("Mapa de tipos de incendios")
themeEstadoIncendio = myView.FindTheme("Mapa del estado del incendio")
themeCausasIncendio = myView.FindTheme("Mapa de las causas del incendio")
themeIndiceCombustibilidad = myView.FindTheme("índice de Combustibilidad")
themeIndiceCausalidad = myView.FindTheme("índice de Causalidad")
themeIndiceFrecuencia = myView.FindTheme("índice de Frecuencia")
themeIndiceIRIE = myView.FindTheme("Indice de Riesgo")
themeIndiceIRIE.SetActive(booleanRiesgo.Not)
themeIndiceFrecuencia.SetActive(booleanFrecuencia.Not)
themeIndiceCausalidad.SetActive(booleanCausalidad.Not)
themeIndiceCombustibilidad.SetActive(booleanCombustibilidad.Not)
themeDetectados.SetActive(true)
themeVegetacion.SetActive(true)
themeIncendios.SetActive(true)
themeVegetacionRaster.SetActive(true)
themeTipoIncendio.SetActive(true)
themeEstadoIncendio.SetActive(true)
themeCausasIncendio.SetActive(true)
theView = av.GetActiveDoc
for each t in theView.GetActiveThemes
  theView.DeleteTheme(t)
end
av.GetProject.SetModified(true)
theView = av.GetActiveDoc
theThemeList = theView.GetThemes
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2), 0)
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2), 0)
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2), 0)
theView.InvalidateTOC(nil)
theView.GetDisplay.Invalidate(true)
theThemeList.Get(3).SetActive(true)
theThemeList.Get(3).SetVisible(true)
'FIN***

```

## Anexo 9 – Scripts principal en AVENUE para el Cálculo del Índice de Monte Alegre

```

***Script principal para calcular el Riesgo de incendio siguiendo las pautas del índice de Monte Alegre
'0.1***Inicializaciones del Dialogo
'Obtención de los estados de las casillas de verificación
booleanIndice = self.GetDialog.FindByName("chk_Indice").IsSelected
booleanHumedad = self.GetDialog.FindByName("chk_Humedad").IsSelected
booleanPrecipitacion = self.GetDialog.FindByName("chk_Precipitacion").IsSelected
booleanUltimIndice = self.GetDialog.FindByName("chk_UltimoIndice").IsSelected
dia = self.GetDialog.FindByName("txt_Dia").GetText
mes = self.GetDialog.FindByName("txt_Mes").GetText
ano = self.GetDialog.FindByName("txt_Ano").GetText
'Carga del mapa de vegetación desde el archivo de configuración
ConfVTab=VTab.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Configuracion\dbf\config.dbf".AsFileName, false, false)
if(ConfVTab.FindField("Ruta") = nil) then
  MsgBox.Info( "No es posible abrir el archivo config.dbf. Verifique si el archivo esta en el directorio
Indice_de_Riesgo_de_Incendios\configuracion\ o si tiene configurado la variable $HOME correctamente",
"Advertencia" )
  exit
end
estacionesPath=ConfVTab.ReturnValueString(ConfVTab.FindField("Ruta"),1)
fecha = "-" + día + "-" + mes + "-" + ano
ArchivoDatMet=File.Exists(("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\dbf\dat-met" + fecha + ".dbf").AsFileName)
if(ArchivoDatMet.Not) then
  MsgBox.Info( "No existe el archivo " + "$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\dbf\dat-met" + fecha + ".dbf", "Advertencia" )
  exit
end
'Cierra el diálogo
Self.GetDialog.Close
'0.2***Inicialización de la Vista
'Verificar si existe una vista y borrarla
ArchivoProyecto1=(av.GetProject.FindDoc("índice de Riesgo de Incendios de Monte Alegre")=nil)
ArchivoProyecto2=(av.GetProject.FindDoc("Datos meteorológicos")=nil)
ArchivoProyecto3=(av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf")=nil)
ArchivoProyecto4=(av.GetProject.FindDoc("Ubicación de las Estaciones")=nil)
if(ArchivoProyecto1.Not)then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("índice de Riesgo de Incendios de Monte Alegre"))
  av.PurgeObjects
end
if(ArchivoProyecto2.Not)then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("Datos Meteorologicos"))
  av.PurgeObjects
end
if(ArchivoProyecto3.Not) then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf"))
  av.PurgeObjects
end
if(ArchivoProyecto4.Not)then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("Ubicación de las Estaciones"))
  av.PurgeObjects
end
'Crea una vista para el índice de Monte Alegre
theView=View.Make
theView.SetName("índice de Riesgo de Incendios de Monte Alegre")
theWindow=theView.GetWin
theWindow.Open
theWindow.Maximize

```

```

'Dibujar Mapa de referencia
av.Run("DibujarMapaCaroni",{})
'1.1***Datos de proyección y análisis del sistema
theView.SetUnits(#UNITS_LINEAR_DEGREES)
theView.GetDisplay.SetDistanceUnits(#UNITS_LINEAR_KILOMETERS)
'1.2***Traiga a la vista el mapa de ubicación de las estaciones metereologicas
theView = av.GetActiveDoc
theEstName = SrcName.Make(estacionesPath)
if (theEstName = nil) then
  MsgBox.Error("No existe una ruta de archivo válida para cargar el mapa de las Estaciones Meteorológicas.", "Ruta
de archivo Invalida.")
  exit
end
theEstTheme = Theme.Make(theEstName)
theView.AddTheme(theEstTheme)
theEstTheme.SetVisible(true)
theEstTheme.SetActive(true)
'1.3***Traiga el mapa con el límite de la zona de estudio
theFronName = SrcName.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\shp\FRONTERA.shp")
if (theFronName = nil) then
  MsgBox.Error("No se encuentra el archivo
$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\shp\FRONTERA.shp.", "Archivo no Encontrado.")
  exit
end
theFronTheme = Theme.Make(theFronName)
theView.AddTheme(theFronTheme)
theFronTheme.SetVisible(true)
theFronTheme.SetActive(true)
'1.4***.Haga un enlace (join) entre el tema anterior y uno donde
' se han cargado los datos de precipitación y humedad
' para la fecha dada. Note que este paso necesita
' de: la fecha, tabla de precipitación y tabla de
' la tabla de humedad
' Traiga la tabla de datos meteorológicos
theFileName1=("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\dbf\dat-met" + fecha +
".dbf").AsFileName
theVTab1 = VTab.Make(theFileName1,false,false)
ArchivoFisico=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\dbf\dat-met" + fecha +
".dbf").AsFileName)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("Datos meteorológicos")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
  theDatTable = Table.Make(theVTab1)
  theDatTable.SetName("Datos Meteorologicos")
end
theDatTable = av.FindDoc("Datos Meteorologicos")
' Traiga el shape-file de ubicación de las estaciones
theFTab2 = FTab.Make(theEstName)
ArchivoFisico=File.Exists((estacionesPath).AsFileName)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("Ubicación de las Estaciones")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
  theUbcTable = Table.Make(theFTab2)
  theUbcTable.SetName("Ubicación de las Estaciones")
end
theUbcTable = av.FindDoc("Ubicación de las Estaciones")
'Defina la tabla fuente y destino
fromTable = theDatTable
toTable = theUbcTable
toVt = toTable.GetVTab
fromVt = fromTable.GetVTab
'Defina el campo común
toField = toVt.FindField("Id")
fromField = fromVt.FindField("Id")
'Una las dos tablas
toVt.Join(toField,fromVt,fromField)
'0.2 Establece el ambiente de análisis (tamaño por defecto de las celdas, etc.)

```

```

' para las operaciones raster
theAnEnv = TheView.GetExtension(AnalysisEnvironment)
theAnEnv.SetCellSize(#ANALYSISENV_VALUE,0.01)
caja = Rect.Make(-62.95@2.33,2.37@4.2)
theAnEnv.SetExtent(#ANALYSISENV_VALUE,caja)
theAnEnv.Activate
'2***. Realice la interpolación de Humedad
campos = toVt.GetFields
theInterpHum = Interp.MakeSpline(#SPLINE_TENSION, 1, 3)
HumGrd = Grid.MakeByInterpolation(toVt,Prj.MakeNull,campos.Get(7),theInterpHum,Nil)
theHumTheme = GTheme.Make(HumGrd)
theView.AddTheme(theHumTheme)
theHumTheme.SetName("Interpolación de Humedad")
theHumTheme.SetVisible(true)
theHumTheme.SetActive(true)
'3***. Realice la interpolación con Precipitación
theInterpPre = Interp.MakeSpline(#SPLINE_TENSION, 1, 3)
PreGrd = Grid.MakeByInterpolation(toVt,Prj.MakeNull,campos.Get(8),theInterpPre,Nil)
thePreTheme = GTheme.Make(PreGrd)
theView.AddTheme(thePreTheme)
thePreTheme.SetName("Interpolación de Precipitación")
thePreTheme.SetVisible(true)
thePreTheme.SetActive(true)
'4*** Validaciones para los Raster de interpolaciones de datos Meteorológicos
'La precipitación tiene que ser mayor o igual a 0
LCeroGrd = PreGrd >= 0.AsGrid
theLCeroTheme = GTheme.Make(LCeroGrd)
theView.AddTheme(theLCeroTheme)
theLCeroTheme.SetName("Precip >= 0")
theLCeroTheme.SetVisible(true)
theLCeroTheme.SetActive(true)
PreGt0 = LCeroGrd * PreGrd
thePreGt0Theme = GTheme.Make(PreGt0)
theView.AddTheme(thePreGt0Theme)
thePreGt0Theme.SetName("Precip Validada")
thePreGt0Theme.SetVisible(true)
thePreGt0Theme.SetActive(true)
' Ahora hay que validar la humedad (tiene que ser menor a 100)
HumGt100 = ((HumGrd <= 100.AsGrid) * HumGrd) + (100.AsGrid * (HumGrd > 100.AsGrid))
theHumGt100Theme = GTheme.Make(HumGt100)
theView.AddTheme(theHumGt100Theme)
theHumGt100Theme.SetName("Hum Validada")
theHumGt100Theme.SetVisible(true)
theHumGt100Theme.SetActive(true)
'Cambie el ambiente de análisis para enfocarse solo en la zona de estudio
theAnEnv = TheView.GetExtension(AnalysisEnvironment)
theAnEnv.SetCellSize(#ANALYSISENV_VALUE,0.018284)
caja = TheFronTheme.ReturnExtent
theAnEnv.SetExtent(#ANALYSISENV_VALUE,caja)
theAnEnv.Activate
'5*** Ahora se recorta ambos, humedad y precipitación a sólo la zona de estudio
FronGrd = Grid.MakeFromFTab(TheFronTheme.GetFTab,Prj.MakeNull,Nil,Nil)
theFronGrdTheme = GTheme.Make(FronGrd)
theView.AddTheme(theFronGrdTheme)
theFronGrdTheme.SetName("Frontera como Raster")
theFronGrdTheme.SetVisible(true)
theFronGrdTheme.SetActive(true)
HumEGrd = (HumGt100 * FronGrd)
****
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(HumEGrd.SaveDataSet((" $HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\Grid\humedad\H"+fecha).As
FileName).Not) then
Grid.SetVerify(status)

```



```

    return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
****
theHumEGrdTheme = GTheme.Make(HumEGrd)
theView.AddTheme(theHumEGrdTheme)
theHumEGrdTheme.SetName("Humedad en la Zona de Estudio")
theHumEGrdTheme.SetVisible(true)
theHumEGrdTheme.SetActive(true)
PreEGrd = (PreGt0 * FronGrd)
****
    status = Grid.GetVerify
    Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(PreEGrd.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\Grid\precipitacion\P"+fecha).
AsFileName).Not) then
    Grid.SetVerify(status)
    return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
****
thePreEGrdTheme = GTheme.Make(PreEGrd)
theView.AddTheme(thePreEGrdTheme)
thePreEGrdTheme.SetName("Precipitación en la Zona de Estudio")
thePreEGrdTheme.SetVisible(true)
thePreEGrdTheme.SetActive(true)
'6***Calculo de la Tabla Descuento
'El primer intervalo son aquellos valores menores que 2.5 a los
' cuales se asigna un valor de 1
PriGrd = (PreEGrd <= 2.5)
thePriGrdTh = GTheme.Make(PriGrd)
theView.AddTheme(thePriGrdTh)
thePriGrdTh.SetName("Pre <= 2.5")
thePriGrdTh.SetVisible(true)
thePriGrdTh.SetActive(true)
' El segundo intervalo son aquellos valores mayores a 2.5 pero menores o
' iguales a 5 a los cuales se asigna un valor de 0.7
SegGrd = ((PreEGrd > 2.5) and (PreEGrd <= 5)) * (0.7.AsGrid)
theSegGrdTh = GTheme.Make(SegGrd)
theView.AddTheme(theSegGrdTh)
theSegGrdTh.SetName("(2.5 < Pre <= 5)=>0.7")
theSegGrdTh.SetVisible(true)
theSegGrdTh.SetActive(true)
'El tercer intervalo son aquellos valores mayores a 5 pero menores o
' iguales a 10 a los cuales se asigna un valor de 0.4
TerGrd = ((PreEGrd > 5.0) and (PreEGrd <= 10)) * (0.4.AsGrid)
theTerGrdTh = GTheme.Make(TerGrd)
theView.AddTheme(theTerGrdTh)
theTerGrdTh.SetName("(5 < Pre <= 10) => 0.4")
theTerGrdTh.SetVisible(true)
theTerGrdTh.SetActive(true)
'El cuarto intervalo son aquellos valores mayores a 10 pero menores o
' iguales a 13 a los cuales se asigna un valor de 0.2
CuaGrd = ((PreEGrd > 10.0) and (PreEGrd <= 13)) * (0.2.AsGrid)
theCuaGrdTh = GTheme.Make(CuaGrd)
theView.AddTheme(theCuaGrdTh)
theCuaGrdTh.SetName("(10 < Pre <= 13) => 0.2")
theCuaGrdTh.SetVisible(true)
theCuaGrdTh.SetActive(true)
'7***La tabla descuento esta conformada por la suma de todos los intervalos
DesGrd = (PriGrd + SegGrd + TerGrd + CuaGrd)
theDesGrdTh = GTheme.Make(DesGrd)
theView.AddTheme(theDesGrdTh)
theDesGrdTh.SetName("Tabla Descuento")
theDesGrdTh.SetVisible(true)

```

```

theDesGrdTh.SetActive(true)
'8***Cálculo del índice del día de hoy (sin descuento):
In1Grd = (100.AsGrid / HumEGrd)
theIn1GrdTh = GTheme.Make(In1Grd)
theView.AddTheme(theIn1GrdTh)
theIn1GrdTh.SetName("Índice sin descuento")
theIn1GrdTh.SetVisible(true)
theIn1GrdTh.SetActive(true)
'9***Calculo del porcentaje de descuento sobre el acumulado
if(booleanUltimIndice) then
  theSrcName =
Grid.MakeSrcName("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\Grid\indices\Anterior")
  PrevInGrd = Grid.Make(theSrcName)
  In2Grd = (PrevInGrd * DesGrd)
  theIn2GrdTh = GTheme.Make(In2Grd)
  theIn2GrdTh.SetName("Índice acumulado con descuento")
  theIn2GrdTh.SetVisible(true)
  theIn2GrdTh.SetActive(true)
  IndiGrd = In1Grd + In2Grd
  'Reclasificación del índice anterior
theFileNameRcl=("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\dbf\Reclass.dbf").AsFileName)
theRclsTable = VTab.Make(theFileNameRcl,false,false)
ArchivoFisico=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\dbf\Reclass.dbf").AsFileNa
me)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
  theRclsTable = Table.Make(theRclsTable)
  theRclsTable.SetName("reclass.dbf")
end
theRclsTable = av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf").GetVtab
theFrmFld = theRclsTable.FindField("From")
theToFld = theRclsTable.FindField("To")
theOutFld = theRclsTable.FindField("Out_Value")
theReclsGridAnterior = PrevInGrd.Reclass(theRclsTable,theFrmFld, theToFld, theOutFld, FALSE)
theIndiGrdThAnterior = GTheme.Make(theReclsGridAnterior)
theView.AddTheme(theIndiGrdThAnterior)
theIndiGrdThAnterior.SetName("Índice Anterior")
theIndiGrdThAnterior.SetActive(true)
theIndiGrdThLegendAnterior = theIndiGrdThAnterior.getLegend
theIndiGrdThLegendAnterior.Load
("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\paleta\indice_final.avl".AsFileName,
#LEGEND_LOADATYPE_ALL)
theIndiGrdThAnterior.SetActive(false)
else
  IndiGrd = In1Grd
end
theIndiGrdTh = GTheme.Make(IndiGrd)
theView.AddTheme(theIndiGrdTh)
theIndiGrdTh.SetName("Índice Final")
theIndiGrdTh.SetVisible(true)
theIndiGrdTh.SetActive(true)
'10***Reclasificación para el índice Final
theFileNameRcl=("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\dbf\Reclass.dbf").AsFileName)
theRclsTable = VTab.Make(theFileNameRcl,false,false)
ArchivoFisico=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\dbf\Reclass.dbf").AsFileNa
me)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
  theRclsTable = Table.Make(theRclsTable)
  theRclsTable.SetName("reclass.dbf")
end
theRclsTable = av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf").GetVtab
theFrmFld = theRclsTable.FindField("From")
theToFld = theRclsTable.FindField("To")
theOutFld = theRclsTable.FindField("Out_Value")

```

```

theReclsGrid = IndiGrd.Reclass(theRclsTable,theFrmFld, theToFld, theOutFld, FALSE)
'10.1**** Guarda el índice de Monte Alegre
  status = Grid.GetVerify
  Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(theReclsGrid.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\Grid\indices\I"+fecha).AsFile
ileName).Not) then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
****

theReclsGridAnterior = theReclsGrid
'10.2**** Guarda el índice de Monte Alegre anterior
  status = Grid.GetVerify
  Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
  if
(theReclsGridAnterior.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\Grid\indices\Ante
rior").AsFileName).Not) then
  Grid.SetVerify(status)
  end
  Grid.SetVerify(status)
****

theIndiGrdThR = GTheme.Make(theReclsGrid)
theView.AddTheme(theIndiGrdThR)
theIndiGrdThR.SetName("Índice Final")
theIndiGrdThR.SetVisible(true)
theIndiGrdThR.SetActive(booleanIndice.Not)
("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\Grid\IndReclass".AsFileName)
'11*** Ahora se reclasifica el índice final, humedad y precipitación en zona de estudio
if(booleanHumedad) then
  theHumEGrdTheme.SetActive(true)
  theHumEGrdThemeLegend = theHumEGrdTheme.getLegend
theHumEGrdThemeLegend.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\paleta\humedad.avl"
.AsFileName, #LEGEND_LOADTYPE_ALL)
  theHumEGrdTheme.SetVisible(false)
  theHumEGrdTheme.SetActive(false)
end
if(booleanPrecipitacion) then
  thePreEGrdTheme.SetActive(true)
  thePreEGrdThemeLegend = thePreEGrdTheme.getLegend
  thePreEGrdThemeLegend.Load
("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\paleta\precipitacion.avl".AsFileName,
#LEGEND_LOADTYPE_ALL)
  thePreEGrdTheme.SetVisible(false)
  thePreEGrdTheme.SetActive(false)
end
if(booleanIndice) then
  theIndiGrdThR.SetActive(true)
  theIndiGrdThLegendR = theIndiGrdThR.getLegend
  theIndiGrdThLegendR.Load
("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\MonteAlegre\paleta\indice_final.avl".AsFileName,
#LEGEND_LOADTYPE_ALL)
  theIndiGrdThR.SetActive(false)
end
'12*** Cambio de posición de los temas del mapa de referencia
theView = av.GetActiveDoc
theThemeList = theView.GetThemes
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2), 0)
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2), 0)
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2), 0)
theThemeList.Get(1).SetActive(true)
theThemeList.Get(2).SetActive(true)
theView.InvalidateTOC(nil)
theView.GetDisplay.Invalidate(true)

```

```
theIndiGrdTh.SetVisible(true)
theThemeList.Get(1).SetActive(false)
theThemeList.Get(2).SetActive(false)
theThemeList.Get(theThemeList.Count - 1).SetActive(true)
'13***Borrar Temas de la tabla de contenido
theView = av.GetActiveDoc
for each t in theView.GetActiveThemes
  theView.DeleteTheme(t)
end
av.GetProject.SetModified(true)
'***FIN
```

## Anexo 10 – Scripts principal en AVENUE para el Cálculo del Índice de Canadá

```

***Script principal para calcular el Riesgo de incendio siguiendo las pautas del índice de Canadá
'0.1***Inicializaciones del Dialogo
'Obtención de los estados de las casillas de verificación
IndiceAnteriorBoolean = self.GetDialog.FindByName("chk_IndiceAnterior").IsSelected
HumedadBoolean = self.GetDialog.FindByName("chk_Humedad").IsSelected
PrecipitacionBoolean = self.GetDialog.FindByName("chk_Precipitacion").IsSelected
VelocidadVientoBoolean = self.GetDialog.FindByName("chk_VelocidadViento").IsSelected
TemperaturaBoolean = self.GetDialog.FindByName("chk_Temperatura").IsSelected
FFMCBoolean = self.GetDialog.FindByName("chk_FFMC").IsSelected
DMCBoolean = self.GetDialog.FindByName("chk_DMC").IsSelected
DCBoolean = self.GetDialog.FindByName("chk_DC").IsSelected
ISIBoolean = self.GetDialog.FindByName("chk_ISI").IsSelected
BUIBoolean = self.GetDialog.FindByName("chk_BUI").IsSelected
DSRBoolean = self.GetDialog.FindByName("chk_DSR").IsSelected
FWIBoolean = self.GetDialog.FindByName("chk_FWI").IsSelected
dia = self.GetDialog.FindByName("txt_Dia").GetText
mes = self.GetDialog.FindByName("txt_Mes").GetText
ano = self.GetDialog.FindByName("txt_Ano").GetText
ConfVTab=VTab.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Configuracion\dbf\config.dbf".AsFileName,f
else,false)
if(ConfVTab.FindField("Ruta") = nil) then
  MsgBox.Info( "No es posible abrir el archivo config.dbf. Verifique si el archivo esta en el directorio
Indice_de_Riesgo_de_Incendios\configuracion\ o si tiene configurado la variable $HOME correctamente",
"Advertencia" )
  exit
end
'0.2***Lee la ruta de los archivos de vegetación y estaciones a partir de la tabla config.dbf
vegPath=ConfVTab.ReturnValueString(ConfVTab.FindField("Ruta"),0)
estacionesPath=ConfVTab.ReturnValueString(ConfVTab.FindField("Ruta"),1)
fecha = "-" + día + "-" + mes + "-" + ano
ArchivoDatMet=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\dbf\dat-met" + fecha +
".dbf").AsFileName)
if(ArchivoDatMet.Not) then
  MsgBox.Info( "No existe el archivo " + "$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\dbf\dat-met" + fecha
+ ".dbf", "Advertencia" )
  exit
end
'Cierra el diálogo
self.GetDialog.Close
'0.3***Verificar si existe una vista y borrarla
ArchivoProyecto1=(av.GetProject.FindDoc("índice de Riesgo de Incendios de Canadá")=nil)
ArchivoProyecto2=(av.GetProject.FindDoc("Datos meteorológicos")=nil)
ArchivoProyecto3=(av.GetProject.FindDoc("reclassFWI.dbf")=nil)
ArchivoProyecto4=(av.GetProject.FindDoc("Ubicación de las Estaciones")=nil)
if(ArchivoProyecto1.Not)then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("índice de Riesgo de Incendios de Canadá"))
  av.PurgeObjects
end
if(ArchivoProyecto2.Not)then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("Datos Meteorologicos"))
  av.PurgeObjects
end
if(ArchivoProyecto3.Not) then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("reclassFWI.dbf"))
  av.PurgeObjects
end
if(ArchivoProyecto4.Not)then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("Ubicación de las Estaciones"))
  av.PurgeObjects

```

```

end
'0.4*** Crea una vista para el índice
theView=View.Make
theView.SetName("Índice de Riesgo de Incendios de Canadá")
theWindow=theView.GetWin
theWindow.Open
theWindow.Maximize
'Carga el mapa de referencia
av.Run("DibujarMapaCaroni",{})
'0.5*** Datos de proyección y análisis del sistema
theView.SetUnits(#UNITS_LINEAR_DEGREES)
theView.GetDisplay.SetDistanceUnits(#UNITS_LINEAR_KILOMETERS)
'1.1***Traiga a la vista el mapa de ubicación de las estaciones metereologicas
theView = av.GetActiveDoc
theEstName = SrcName.Make(estacionesPath)
if (theEstName = nil) then
  MsgBox.Error("No existe una ruta de archivo válida para cargar el mapa de las Estaciones Meteorológicas.", "Ruta de archivo Invalida.")
  exit
end
theEstTheme = Theme.Make(theEstName)
theView.AddTheme(theEstTheme)
theEstTheme.SetVisible(false)
theEstTheme.SetActive(true)
'1.2***Traiga el mapa de Vegetación de la zona de estudio
theVegName =
SrcName.Make(vegPath)"$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\shp\vegetacion.shp")
if (theVegName = nil) then
  MsgBox.Error("No existe una ruta de archivo válida para cargar el mapa de Vegetación.", "Ruta de archivo Invalida.")
  exit
end
theVegTheme = Theme.Make(theVegName)
theView.AddTheme(theVegTheme)
theVegTheme.SetVisible(false)
theVegTheme.SetActive(true)
'1.3***Traiga el mapa con el límite de la zona de estudio
theFronName = SrcName.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\shp\FRONTERA.shp")
if (theFronName = nil) then
  MsgBox.Error("Nombre invalido", "")
  exit
end
theFronTheme = Theme.Make(theFronName)
theView.AddTheme(theFronTheme)
theFronTheme.SetVisible(false)
theFronTheme.SetActive(true)
'2.1***Traiga la tabla de datos meteorológicos
ArchivoFisico=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\dbf\dat-met" + fecha + ".dbf").AsFileName)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("Datos meteorológicos")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or (((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
  theDatTable = Table.Make(theVTab1)
  theDatTable.SetName("Datos Meteorologicos")
end
theDatTable = av.FindDoc("Datos Meteorologicos")
'Traiga el shape-file de ubicación de las estaciones
theFTab2 = FTab.Make(theEstName)
ArchivoFisico=File.Exists((estacionesPath).AsFileName)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("Ubicación de las Estaciones")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or (((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
  theUbcTable = Table.Make(theFTab2)
  theUbcTable.SetName("Ubicación de las Estaciones")
end
theUbcTable = av.FindDoc("Ubicación de las Estaciones")
'Defina la tabla fuente y destino

```

```

fromTable = theDatTable
toTable = theUbcTable
toVt = toTable.GetVTab
fromVt = fromTable.GetVTab
'Defina el campo común
toField = toVt.FindField("Id")
fromField = fromVt.FindField("Id")
'Una las dos tablas
toVt.Join(toField,fromVt,fromField)
'2.2***Establece el ambiente de análisis (tamaño por defecto de las celdas, etc.) para las operaciones raster
theAnEnv.SetCellSize(#ANALYSISENV_VALUE,0.01)
caja = Rect.Make(-62.95@2.33,2.37@4.2)
theAnEnv.SetExtent(#ANALYSISENV_VALUE,caja)
theAnEnv.Activate
'3.1*** Realice la interpolación de Humedad
campos = toVt.GetFields
theInterpHum = Interp.MakeSpline(#SPLINE_TENSION, 1, 3)
HumGrd = Grid.MakeByInterpolation(toVt,Prj.MakeNull,campos.Get(7),theInterpHum,Nil)
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(HumGrd.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\RasIntHum".AsFileName).Not)
then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
theHumTheme = GTheme.Make(HumGrd)
theView.AddTheme(theHumTheme)
theHumTheme.SetName("Interpolación de Humedad")
theHumTheme.SetActive(true)
'3.2*** Realice la interpolación con Precipitación
theInterpPre = Interp.MakeSpline(#SPLINE_TENSION, 1, 3)
PreGrd = Grid.MakeByInterpolation(toVt,Prj.MakeNull,campos.Get(8),theInterpPre,Nil)
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (PreGrd.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\RasIntPre".AsFileName).Not)
then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
thePreTheme = GTheme.Make(PreGrd)
theView.AddTheme(thePreTheme)
thePreTheme.SetName("Interpolación de Precipitación")
thePreTheme.SetActive(true)
'3.3*** Realice la interpolación con Temperatura
theInterpTem = Interp.MakeSpline(#SPLINE_TENSION, 1, 3)
TemGrd = Grid.MakeByInterpolation(toVt,Prj.MakeNull,campos.Get(9),theInterpTem,Nil)
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (TemGrd.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\RasIntTem".AsFileName).Not)
then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
theTemTheme = GTheme.Make(temGrd)
theView.AddTheme(theTemTheme)
theTemTheme.SetName("Interpolación de Temperatura")
theTemTheme.SetActive(true)
'3.4*** Realice la interpolación con Velocidad del Viento
theInterpVV = Interp.MakeSpline(#SPLINE_TENSION, 1, 3)
VVGrd = Grid.MakeByInterpolation(toVt,Prj.MakeNull,campos.Get(10),theInterpVV,Nil)
status = Grid.GetVerify

```

```

Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (VVGrd.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\RasIntVV".AsFileName).Not)
then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
theVVTheme = GTheme.Make(VVGrd)
theView.AddTheme(theVVTheme)
theVVTheme.SetName("Interpolación de Velocidad del Viento")
theVVTheme.SetActive(true)
'4***Se genera el Raster de Vegetación
VegGrd = Grid.MakeFromFTab(theVegTheme.GetFTab,Prj.MakeNull,Nil,Nil)
theVegGrdTheme = GTheme.Make(VegGrd)
theView.AddTheme(theVegGrdTheme)
theVegGrdTheme.SetName("Vegetación como Raster")
theVegGrdTheme.SetActive(true)
'5.1*** Humedad en el área de estudio
HEGrd = VegGrd * HumGrd
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (HEGrd.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\Hum".AsFileName).Not) then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
theHEGrdTheme = GTheme.Make(HEGrd)
theView.AddTheme(theHEGrdTheme)
theHEGrdTheme.SetName("Humedad en el area de estudio")
theHumEGrdThemeLegend = theHEGrdTheme.getLegend
theHEGrdTheme.SetActive(humedadBoolean.Not)
'5.2*** precipitación en el área de estudio
PEGrd = VegGrd * PreGrd
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (PEGrd.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\Prec".AsFileName).Not) then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
thePEGrdTheme = GTheme.Make(PEGrd)
theView.AddTheme(thePEGrdTheme)
thePEGrdTheme.SetName("Precipitacion en el area de estudio")
thePEGrdThemeLegend = thePEGrdTheme.getLegend
thePEGrdTheme.SetActive(precipitacionBoolean.Not)
'5.3*** Temperatura en el área de estudio
TEGrd = VegGrd * TemGrd
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (TEGrd.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\Temp".AsFileName).Not) then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
theTEGrdTheme = GTheme.Make(TEGrd)
theView.AddTheme(theTEGrdTheme)
theTEGrdTheme.SetName("Temperatura en el area de estudio")
theTEGrdThemeLegend = theTEGrdTheme.getLegend
theTEGrdTheme.SetActive(temperaturaBoolean.Not)
'5.4***Velocidad del viento en el área de estudio
VVEGrd = VegGrd * VVGrd
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (VVEGrd.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\VelViento".AsFileName).Not)
then

```



```

Grid.SetVerify(status)
return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
theVVEGrdTheme = GTheme.Make(VVEGrd)
theView.AddTheme(theVVEGrdTheme)
theVVEGrdTheme.SetName("Velocidad del Viento en el área de estudio")
theVVEGrdThemeLegend = theVVEGrdTheme.getLegend
theVVEGrdTheme.SetActive(velocidadVientoBoolean.Not)
'6*** Calculo del código de humedad del combustible FPMC
'Inicialización de variables
if(IndiceAnteriorBoolean)then
  Po = Grid.Make(Grid.MakeSrcName("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\P-anterior"))
  Fo = Grid.Make(Grid.MakeSrcName("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\F-anterior"))
  Do = Grid.Make(Grid.MakeSrcName("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\D-anterior"))
else
  Po = (6.AsGrid)
  Fo = (85.AsGrid)
  Do = (15.AsGrid)
end
ro=PEGrd
H=HEGrd
T=TEGrd
W=VVEGrd
mes=mes.AsNumber
'Ecuaciones para el FPMC
mo = (147.2.AsGrid) * ((101.AsGrid) - Fo) / ((59.5.AsGrid) + Fo)
rf = (ro>0.5) * (ro - (0.5.AsGrid))
rf = ((rf=0) * 0.0001) + ((rf>0) * rf)
mr1 = (ro>0.5) * (mo<=150) * (mo + (((42.5.AsGrid) * rf) * (((-100).AsGrid) / ((251.AsGrid) - mo)).Exp) *
((1.AsGrid) - ((((-6.93).AsGrid) / rf)).Exp)))
mr2 = (ro>0.5) * (mo > 150) * (mo + ((42.5.AsGrid) * rf * (((-100).AsGrid) / ((251.AsGrid) - mo)).Exp) * ((1.AsGrid)
- ((((-6.93).AsGrid) / rf)).Exp)) + ((0.0015.AsGrid) * ((mo - (150.AsGrid))^2) * (rf^(0.5.AsGrid))))
mr = mr1 + mr2
mrdef = ((mr>250) * 250) + ((mr<=250) * mr)
mr=mrdef
mo=mr
Ed = (((0.942.AsGrid) * (H ^ (0.679.AsGrid))) + ((11.AsGrid) * ((H - (100.AsGrid)) / (10.AsGrid)).Exp) +
((0.18.AsGrid) * ((21.1.AsGrid) - T) * ((1.AsGrid) - (((-0.115).AsGrid) * H).Exp))) '(4)
ko = (mo > Ed) * (((0.424.AsGrid) * ((1.AsGrid)-(H/((100.AsGrid)^(1.7.AsGrid)))))) + ((0.0694.AsGrid) *
(W^(0.5.AsGrid) * ((1.AsGrid)-(H/((100.AsGrid)^(8.AsGrid)))))) '(6a)
kd= (mo > Ed) * (ko * (0.581.AsGrid) * (((0.0365.AsGrid) * T).Exp))
m = Ed + ((mo - Ed) * ((10.AsGrid)^(-kd)))
Ew = (mo < Ed) * (((0.618.AsGrid) * (H ^ (0.753.AsGrid))) + ((10.AsGrid) * ((H - (100.AsGrid)) / (10.AsGrid)).Exp)
+ ((0.18.AsGrid) * ((21.1.AsGrid) - T) * ((1.AsGrid) - (((-0.115).AsGrid) * H).Exp))) '(5)
k1 = (mo < Ew) * (((0.424.AsGrid) * ((1.AsGrid) - (((100.AsGrid) -H)/(100.AsGrid)^(1.7.AsGrid)))))) +
((0.0694.AsGrid) * (W^(0.5.AsGrid) * ((1.AsGrid) - (((100.AsGrid) - H)/(100.AsGrid)^(8.AsGrid)))))) '(7a)
kw = (mo < Ew) * (k1 * (0.581.AsGrid) * ((0.0365.AsGrid) * T).Exp)
m = Ew - ((Ew - mo) * ((10.AsGrid)^(-kw))) '(9)
m = (mo>= Ed) * (mo>=Ew) * mo
F = (59.5.AsGrid) * ((250.AsGrid) - m) / ((147.2.AsGrid) + m)
FFMC=F
theTheme = GTheme.Make(FFMC)
theView.AddTheme(theTheme)
theTheme.SetName("Código de humedad del combustible")
theThemeLegend = theTheme.getLegend
theTheme.SetVisible(FFMCBoolean.Not)
theTheme.SetActive(FFMCBoolean.Not)
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (FFMC.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\F" + fecha).AsFileName).Not)
then
  Grid.SetVerify(status)
end
Grid.SetVerify(status)

```

```

status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (FFMC.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\F-anterior").AsFileName).Not
then
  Grid.SetVerify(status)
end
Grid.SetVerify(status)
'7***Calculo del código de Humedad del Mantillo (DMC)
P=Po
re = (ro>1.5) * (((0.92).AsGrid) * ro) - ((1.27).AsGrid) '(11)
Mo = (ro>1.5) * ((20.AsGrid) + (((5.6348).AsGrid) - Po) / ((43.43).AsGrid).Exp) '(12)
b1 = ((Po)<=33) * ((100.AsGrid)/((0.5).AsGrid) + (((0.3).AsGrid) * Po))) '(13a)
b2 = ((Po)>33) * ((Po)<= 65) * ((14.AsGrid) - ((1.3.AsGrid) * (Po.Log))) '(13b)
b3 = ((Po)>65) * (((6.2).AsGrid) * (Po.Log) - ((17.2).AsGrid)) '(13c)
b = (ro>1.5) * (b1 + b2 + b3)
Mr = Mo + (((1000.AsGrid) * re) / (((48.77).AsGrid) + (b * re))) '(14)
Mr = ((Mr>20) * Mr) + ((Mr<=20) * 300.007)
PrTot = ((244.72).AsGrid) - (((43.43).AsGrid) * (((Mr - (20.AsGrid)).Log))) '(15)
Pr = ((PrTot>=0) * PrTot) + ((PrTot<0) * 0)
Po=Pr
Le={6.5, 7.5, 9.0, 12.8, 13.9, 13.9, 12.4, 10.9, 9.4, 8.0, 7.0, 6.0}
T = ((TEGrd>=-1.1) * TEGrd) + ((TEGrd<-1.1) * -1.1)
K = ((1.894).AsGrid) * (T + (1.1.AsGrid)) * ((100.AsGrid) - H) * ((Le.Get(mes-1).AsGrid) * (10^(-6))) '(16)
P = Po + ((100.AsGrid) * K) '(17)
DMC = P
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (DMC.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\P" + fecha).AsFileName).Not
then
  Grid.SetVerify(status)
end
Grid.SetVerify(status)
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (DMC.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\P-anterior").AsFileName).Not
then
  Grid.SetVerify(status)
end
Grid.SetVerify(status)
theTheme = GTheme.Make(K)
theView.AddTheme(theTheme)
theTheme.SetName("K")
theTheme.SetVisible(false)
theTheme.SetActive(true)
theTheme = GTheme.Make(DMC)
theView.AddTheme(theTheme)
theTheme.SetName("Código de humedad del mantillo")
theThemeLegend = theTheme.getLegend
theTheme.SetVisible(DMCBoolean.Not)
theTheme.SetActive(DMCBoolean.Not)
theTheme = GTheme.Make(T)
theView.AddTheme(theTheme)
theTheme.SetName("T")
theTheme.SetVisible(false)
theTheme.SetActive(true)
'8*** código de Sequía (DC)
'Tabla para DC
Lf = {-1.6, -1.6, -1.6, 0.9, 3.8, 5.8, 6.4, 5.0, 2.4, 0.4, -1.6, -1.6}
rd = (ro > 2.8) * (((0.83.AsGrid) * ro) - (1.27.AsGrid)) '(18)
Qo = (ro > 2.8) * ((800.AsGrid) * ((-Do)/(400.AsGrid)).Exp) '(19)
Qr = (Qo + ((3.937.AsGrid) * rd)) '(20)
Qr = ((Qr=0) * 0.0001) + ((Qr>0) * Qr)
DrDef = (400.AsGrid) * (((800.AsGrid)/Qr).Log) '(21)
'Dr becomes new Do
Dr = ((DrDef < 0) * (0.AsGrid)) + ((DrDef >= 0) * DrDef)

```

```

Do = Dr
T = ((T<(-2.8))*((-2.8).AsGrid) + ((T>=(-2.8)) * T)
V = ((0.36.AsGrid) * (T + (2.8.AsGrid))) + ((Lf.Get(mes-1)).AsGrid) '(22)
V = ((V<0)*(0.AsGrid) + ((V>=0) * V)
D = (Do + ((0.5.AsGrid) * V)) '(23)
DC = D
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (DC.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\D" + fecha).AsFileName).Not then
  Grid.SetVerify(status)
end
Grid.SetVerify(status)
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (DC.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\D-anterior").AsFileName).Not)
then
  Grid.SetVerify(status)
end
Grid.SetVerify(status)
theTheme = GTheme.Make(DC)
theView.AddTheme(theTheme)
theTheme.SetName("Código de sequía")
theThemeLegend = theTheme.getLegend
theTheme.SetVisible(DCBoolean.Not)
theTheme.SetActive(DCBoolean.Not)
'9*** Calculo del INITIAL SPREAD INDEX (ISI)
fW = (((0.05039.AsGrid) * W).Exp) '(24)
fF = ((91.9).AsGrid) * (((-0.1386.AsGrid) * m).Exp) * ((1.AsGrid) + ((m^5.31)/(49300000.AsGrid))) '(25)
R = ((0.208.AsGrid) * fW * fF) '(26)
ISI = R
  status = Grid.GetVerify
  Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (ISI.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\IndProp".AsFileName).Not) then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
theTheme = GTheme.Make(ISI)
theView.AddTheme(theTheme)
theTheme.SetName("índice inicial de propagación")
theThemeLegend = theTheme.getLegend
theTheme.SetVisible(ISIBoolean.Not)
theTheme.SetActive(ISIBoolean.Not)
'10*** Calculo del BUILDUP INDEX (BUI) (P<=(0.4 * D))
U1 = (P<=(0.4.AsGrid * D)) * (((0.8.AsGrid) * P * D)/(P + ((0.4.AsGrid) * D))) '(27a)
U2 = (P>(0.4.AsGrid * D)) * (P - (((1.AsGrid) - (((0.8).AsGrid) * D) / (P + (((0.4).AsGrid) * D)))) * ((0.92.AsGrid) +
(((0.0114).AsGrid) * P)^((1.7).AsGrid)))) '(27b)
U = U1 + U2
BUI = U
  status = Grid.GetVerify
  Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (BUI.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\IndComb".AsFileName).Not) then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
theTheme = GTheme.Make(BUI)
theView.AddTheme(theTheme)
theTheme.SetName("Índice de combustible disponible")
theThemeLegend = theTheme.getLegend
theTheme.SetVisible(BUIBoolean.Not)
theTheme.SetActive(BUIBoolean.Not)
'11***Calculo del FIRE WEATHER INDEX (FWI)
fD1 = (U<=80) * (((0.626).AsGrid) * (U^((0.809).AsGrid))) + (2.AsGrid)) '(28a)
fD2= (U>80) * ((1000.AsGrid) / ((25.AsGrid) + (((108.64).AsGrid) * (((-0.023).AsGrid)*U).Exp)))) '(28b)

```

```

fD = fD1 + fD2
B = ((0.1.AsGrid) * R * fD) '(29)
B = ((B<=0) * 0.0001) + ((B>0) * B)
B = ((B>1) * B) + ((B<=1) * 1.0001)
S1 = (B>1) * (((2.72).AsGrid) * (((0.434).AsGrid) * (B.Log)^(0.647).AsGrid)).Exp) '(30a)
S3 = (((2.72).AsGrid) * (((0.434).AsGrid) * (B.Log)^(0.647).AsGrid))
B = ((0.1.AsGrid) * R * fD) '(29)
B = ((B<=0) * 0.0001) + ((B>0) * B)
S2 = (B<=1) * B '(30b)
S = S2 + S1
FWI = S
'12***Cálculo del DAILY SEVERITY RATING (DSR)
DSR = ((0.0272).AsGrid) * (FWI^(1.77).AsGrid)) '(31)
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (DSR.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\TasaRiesgo".AsFileName).Not)
then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
theTheme = GTheme.Make(DSR)
theView.AddTheme(theTheme)
theTheme.SetName("Tasa diaria de riesgo")
theThemeLegend = theTheme.getLegend
theTheme.SetVisible(DSRBoolean.Not)
theTheme.SetActive(DSRBoolean.Not)
'13***Reclasificación para el FWI
theFileNameRcl=("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\dbf\ReclassFWI.dbf").AsFileName)
theVTab = VTab.Make(theFileNameRcl,false,false)
ArchivoFisico=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\dbf\ReclassFWI.dbf").AsFileName)
)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("reclassFWI.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
  theVTab = Table.Make(theVTab)
  theVTab.SetName("reclassFWI.dbf")
end
theVTab = av.GetProject.FindDoc("ReclassFWI.dbf").GetVtab
theFrmFld = theVTab.FindField("From")
theToFld = theVTab.FindField("To")
theOutFld = theVTab.FindField("Out_Value")
theReclsFWIGrid = FWI.Reclass(theVtab,theFrmFld, theToFld, theOutFld, FALSE)
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(theReclsFWIGrid.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\IndReclFWI".AsFileNa
me).Not) then
  Grid.SetVerify(status)
end
Grid.SetVerify(status)
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(theReclsFWIGrid.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\Grid\indices\I"+fecha).AsFil
eName).Not) then
  Grid.SetVerify(status)
end
Grid.SetVerify(status)
theIndiGFWI = GTheme.Make(theReclsFWIGrid)
theView.AddTheme(theIndiGFWI)
theIndiGFWI.SetName("Índice de riesgo de Canadá")
theIndiGFWI.SetVisible(true)
theIndiGFWI.SetActive(false)
theIndiGFWI.SetActive(true)
theIndiGFWILegend = theIndiGFWI.getLegend

```

```
theIndiGFWILegend.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Canada\paleta\IndiceFWL.avl".AsFileName, #LEGEND_LOADTYPE_ALL)
theIndiGFWI.SetVisible(FWIBoolean.Not)
theIndiGFWI.SetActive(FWIBoolean.Not)
'14***Cambio de posición de los temas del mapa de referencia
theView = av.GetActiveDoc
theThemeList = theView.GetThemes
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2), 0)
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2), 0)
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2), 0)
theThemeList.Get(1).SetActive(true)
theThemeList.Get(2).SetActive(true)
theView.InvalidateTOC(nil)
theView.GetDisplay.Invalidate(true)
theIndiGFWI.SetVisible(true)
theThemeList.Get(1).SetActive(false)
theThemeList.Get(2).SetActive(false)
theThemeList.Get(theThemeList.Count - 1).SetActive(true)
'15***Borrar Temas de la tabla de contenido
theView = av.GetActiveDoc
theFronTheme.SetActive(false)
for each t in theView.GetActiveThemes
  theView.DeleteTheme(t)
end
av.GetProject.SetModified(true)
theThemeList.Get(3).SetActive(true)
theThemeList.Get(3).SetVisible(true)
'***FIN
```

## Anexo 11 – Scripts principal en AVENUE para el Cálculo del Índice de Cartográfico

```

***Script principal para calcular el índice de Riesgo de incendio según el modelo Cartográfico
'0.1***Inicializaciones del Dialogo
'Obtención de los estados de las casillas de verificación
booleanCrit1 = self.GetDialog.FindByName("chk_Criterio1").IsSelected
booleanCrit3 = self.GetDialog.FindByName("chk_Criterio2").IsSelected
booleanCrit7 = self.GetDialog.FindByName("chk_Criterio3").IsSelected
booleanCrit2 = self.GetDialog.FindByName("chk_Criterio4").IsSelected
booleanCrit4 = self.GetDialog.FindByName("chk_Criterio5").IsSelected
booleanCrit5 = self.GetDialog.FindByName("chk_Criterio6").IsSelected
booleanCrit6 = self.GetDialog.FindByName("chk_Criterio7").IsSelected
booleanCartografico = self.GetDialog.FindByName("chk_IndiceCartografico").IsSelected
booleanPrecalcular = self.GetDialog.FindByName("chk_Precalcular").IsSelected
booleanIndiceCartografico = self.GetDialog.FindByName("chk_IndiceCartografico").IsSelected
diaInicial = self.GetDialog.FindByName("txt_DiaInicial").GetText
mesInicial = self.GetDialog.FindByName("txt_MesInicial").GetText
anoInicial = self.GetDialog.FindByName("txt_AnoInicial").GetText
diaFinal = self.GetDialog.FindByName("txt_DiaFinal").GetText
mesFinal = self.GetDialog.FindByName("txt_MesFinal").GetText
anoFinal = self.GetDialog.FindByName("txt_AnoFinal").GetText
fechaInicial = anoInicial + mesInicial + diaInicial
fechaFinal = anoFinal + mesFinal + diaFinal
Self.GetDialog.Close
'Carga de los mapas provenientes de los archivos de configuración
ConfVTab=VTab.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Configuracion\dbf\config.dbf".AsFileName,f
alse,false)
'Busca la ruta de la tabla de los incendios detectados y combatidos
detCombPath=ConfVTab.ReturnValueString(ConfVTab.FindField("Ruta"),2)
if(detCombPath = "" ) then
  MsgBox.Info( "La ruta para el archivo de incendios detectados y combatidos es inválido. Revise nuevamente en
la configuración general", "Ruta de archivo inválido" )
  exit
end
'Busca el mapa de vegetación en la tabla config.dbf
vegPath=ConfVTab.ReturnValueString(ConfVTab.FindField("Ruta"),0)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("detectados&combatidos.dbf")=nil)
if(ArchivoProyecto.Not)then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("detectados&combatidos.dbf"))
end
'Inicialización de las variables de pesos para los criterios
PCriteriosVTab=VTab.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\pesoscriterios.dbf".AsF
ileName,false,false)
p1 = PCriteriosVTab.ReturnValueNumber(PCriteriosVTab.FindField("Pesos"),0)
p2 = PCriteriosVTab.ReturnValueNumber(PCriteriosVTab.FindField("Pesos"),1)
p3 = PCriteriosVTab.ReturnValueNumber(PCriteriosVTab.FindField("Pesos"),2)
p4 = PCriteriosVTab.ReturnValueNumber(PCriteriosVTab.FindField("Pesos"),3)
p5 = PCriteriosVTab.ReturnValueNumber(PCriteriosVTab.FindField("Pesos"),4)
p6 = PCriteriosVTab.ReturnValueNumber(PCriteriosVTab.FindField("Pesos"),5)
p7 = PCriteriosVTab.ReturnValueNumber(PCriteriosVTab.FindField("Pesos"),6)
'0.2 *** Verificar si existe una vista o una tabla reclass.dbf borrarla
ArchivoProyecto1=(av.GetProject.FindDoc("índice de Riesgo de Incendios. Cartográfico")=nil)
ArchivoProyecto2=(av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf")=nil)
if(ArchivoProyecto1.Not)then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("índice de Riesgo de Incendios. Cartográfico"))
  av.PurgeObjects
end
if(ArchivoProyecto2.Not) then
  av.GetProject.RemoveDoc(av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf"))
  av.PurgeObjects

```

```

end
'0.3***Crear y abrir una nueva vista del proyecto
theView=View.Make
theView.SetName("Indice de Riesgo de Incendios. Cartográfico")
theWindow=theView.GetWin
theWindow.Open
theWindow.Maximize
'1***Dibujar el mapa de Frontera, las Casetas y las Estaciones
av.Run("DibujarMapaCaroni",{})
'2***Asignar Unidades de Mapa y Unidades de Distancia
theView = av.GetActiveDoc
theView.SetUnits(#UNITS_LINEAR_DEGREES)
theView.GetDisplay.SetDistanceUnits(#UNITS_LINEAR_KILOMETERS)
'3***Crear la tabla de detectados y combatidos básica a partir de la ventana de tiempo
det_cobVtab=VTab.Make(detCombPath.AsFileName,true,false)
ArchivoFisico=(File.Exists(detCombPath.AsFileName))
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("DETECTADOS&COMBATIDOS_Basica.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
myTable=Table.Make(det_cobVtab)
myTable.SetName("DETECTADOS&COMBATIDOS_Basica.dbf")
end
theTable = av.GetProject.FindDoc("DETECTADOS&COMBATIDOS_Basica.dbf")
theVtab = theTable.GetVtab
theBitmap = theVtab.GetSelection
expr = "( [Fecha] >= "+ fechaInicial + ".AsDate) and ([Fecha] <= "+ fechaFinal + ".AsDate)"
booleano = theVtab.Query(expr, theBitmap, #VTAB_SELTYPE_NEW)
theVtab.UpdateSelection
theVtab.Export (
"$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\DETECTADOS&COMBATIDOS.dbf".asFileName,
dBASE, true)
Det_ComVTab=VTab.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\DETECTADOS&COM
BATIDOS.dbf".AsFileName,true,false)
ArchivoFisico=(File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\DETECTADOS&COMB
ATIDOS.dbf".AsFileName))
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("detectados&combatidos.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
myTable=Table.Make(Det_ComVTab)
myTable.SetName("detectados&combatidos.dbf")
end
' Se genera el Raster para la Zona de Estudio
theAnEnv = TheView.GetExtension(AnalysisEnvironment)
theAnEnv.SetCellSize(#ANALYSISENV_VALUE,0.01)
caja = Rect.Make(-62.95@2.33,2.37@4.2)
theAnEnv.SetExtent(#ANALYSISENV_VALUE,caja)
theAnEnv.Activate
' Traiga el mapa para la zona de estudio
theView = av.GetActiveDoc
theVegName = SrcName.Make(vegPath)
if (theVegName = nil) then
  MsgBox.Error("Nombre invalido","")
  exit
end
theVegTheme = Theme.Make(theVegName)
theView.AddTheme(theVegTheme)
theVegTheme.SetVisible(false)
theVegTheme.SetActive(false)
VegGrd = Grid.MakeFromFTab(theVegTheme.GetFTab,Prj.MakeNull,Nil,Nil)
'4**** Cercanía a vías y rutas de penetración
'4.1*** Traiga el mapa con todas las vías
if(booleanPrecacular) then
theTViasName = SrcName.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\shp\TodasVias.shp")
if (theTViasName = nil) then
  MsgBox.Error("Nombre invalido","")
  exit
end
end

```

```

theTViasTheme = Theme.Make(theTViasName)
theView.AddTheme(theTViasTheme)
theTViasTheme.SetVisible(false)
theTViasTheme.SetActive(true)
'4.2**** Hacer un Find Distance para el mapa que contiene todas las vías
r=av.Run("VariosBuffer",{1,5})
'4.3*** Grid de vías con proximidad menores a 4.75
MascaraVias = (r <= 4.75.AsGrid)
theMascaraViasTheme = GTheme.Make(MascaraVias)
theView.AddTheme(theMascaraViasTheme)
theMascaraViasTheme.SetVisible(false)
theMascaraViasTheme.SetActive(false)
theMascaraViasTheme.SetName("MascaraVias")
CeroVias = (MascaraVias * r)
theCeroViasTheme = GTheme.Make(CeroVias)
theView.AddTheme(theCeroViasTheme)
theCeroViasTheme.SetVisible(false)
theCeroViasTheme.SetActive(false)
theCeroViasTheme.SetName("CeroVias")
reg_1 = ((41.2).AsGrid) - (((7.6).AsGrid) * CeroVias)
thereg_1Theme = GTheme.Make(reg_1)
theView.AddTheme(thereg_1Theme)
thereg_1Theme.SetVisible(false)
thereg_1Theme.SetActive(false)
thereg_1Theme.SetName("reg_1")
Crit1Cero = reg_1 * MascaraVias
theCrit1CeroTheme = GTheme.Make(Crit1Cero)
theView.AddTheme(theCrit1CeroTheme)
theCrit1CeroTheme.SetVisible(false)
theCrit1CeroTheme.SetActive(false)
theCrit1CeroTheme.SetName("Crit1Cero")
Crit1 = (Crit1Cero * 255.AsGrid) / ((41.2).AsGrid)
Crit1 = Crit1 * VegGrd
*** Guardar el Criterio 6. Cercanía a Vías y Rutas de Penetración.
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (Crit1.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit1").AsFileName).Not)
then
    Grid.SetVerify(status)
    return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
***
else
    theSrcName = Grid.MakeSrcName("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit1")
    Crit1 = Grid.Make(theSrcName)
    Crit1 = Crit1 * VegGrd
    *** Guardar el Criterio 6. Cercanía a Vías y Rutas de Penetración.
    status = Grid.GetVerify
    Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
    if
    (Crit1.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit1Prec").AsFileName).Not)
    then
        Grid.SetVerify(status)
        return NIL
    end
    Grid.SetVerify(status)
    ***
end
theCrit1Theme = GTheme.Make(Crit1)
theCrit1Legend = theCrit1Theme.getLegend
theCrit1Legend.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\paleta\cercViasRutas.av!".AsFileN
ame, #LEGEND_LOADTYPE_ALL)
theView.AddTheme(theCrit1Theme)
theCrit1Theme.SetVisible(false)

```



```

theCrit1Theme.SetActive(false)
theCrit1Theme.SetName("Cercanía a Vías y Rutas de Penetración")
'5**** Cercanía a centros poblados
'5.1*** Traiga el mapa de comunidades
if(booleanPrecalcular) then
theComName = SrcName.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\shp\comunidades.shp")
if (theComName = nil) then
  MsgBox.Error("Nombre invalido","")
  exit
end
theComTheme = Theme.Make(theComName)
theView.AddTheme(theComTheme)
theComTheme.SetVisible(false)
theComTheme.SetActive(true)
'5.2**** Hacer un Find Distance para el mapa
r=av.Run("VariosBuffer",{1,3})
'5.3*** Grid de comunidades con proximidad menores a 3 Km
MascaraCom = (r <= 3.AsGrid)
theMascaraComTheme = GTheme.Make(MascaraCom)
theView.AddTheme(theMascaraComTheme)
theMascaraComTheme.SetVisible(false)
theMascaraComTheme.SetName("Mascara Comunidades")
CeroCom = (MascaraCom * r)
theCeroComTheme = GTheme.Make(CeroCom)
theView.AddTheme(theCeroComTheme)
theCeroComTheme.SetVisible(false)
theCeroComTheme.SetActive(false)
theCeroComTheme.SetName("CeroCom")
'5.4 **** Reclasificación para CeroCom
theFileNameRcl=("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\CeroComReclass.dbf").AsFileName)
theVTab = VTab.Make(theFileNameRcl,false,false)
ArchivoFisico=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\CeroComReclass.dbf").AsFileName)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("CeroComReclass.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
  theVTab = Table.Make(theVTab)
  theVTab.SetName("CeroComReclass.dbf")
end
theVTab = av.GetProject.FindDoc("CeroComReclass.dbf").GetVtab
theFrmFld = theVTab.FindField("From")
theToFld = theVTab.FindField("To")
theOutFld = theVTab.FindField("Out_Value")
theCeroComReclsGrid = CeroCom.Reclass(theVtab,theFrmFld, theToFld, theOutFld, FALSE)
ZonaCom = theCeroComReclsGrid
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(ZonaCom.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\ZonaCom".AsFileName).
Not) then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
theZonaComTheme = GTheme.Make(ZonaCom)
theView.AddTheme(theZonaComTheme)
theZonaComTheme.SetVisible(false)
theZonaComTheme.SetActive(false)
theZonaComTheme.SetName("ZonaCom")
CritMas = ZonaCom * MascaraCom
theCritMasTheme = GTheme.Make(CritMas)
theView.AddTheme(theCritMasTheme)
theCritMasTheme.SetVisible(false)
theCritMasTheme.SetActive(false)
theCritMasTheme.SetName("CritMas")

```

```

Crit2 = (255.AsGrid * CritMas)/(10.Asgrid)
Crit2 = Crit2 * VegGrd
*** Guardar el Criterio 2. Cercanía a centros Poblados.
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (Crit2.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit2").AsFileName).Not
then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
***
else
  theSrcName = Grid.MakeSrcName("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit2")
  Crit2 = Grid.Make(theSrcName)
  Crit2 = Crit2 * VegGrd
  *** Guardar el Criterio 2. Cercanía a centros Poblados.
  status = Grid.GetVerify
  Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
  if
  (Crit2.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit2Prec").AsFileName).Not
  then
    Grid.SetVerify(status)
    return NIL
  end
  Grid.SetVerify(status)
  ***
end
theCrit2Theme = GTheme.Make(Crit2)
theCrit2Legend = theCrit2Theme.getLegend
theCrit2Legend.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\paleta\cercPob.avl".AsFileName,
#LEGEND_LOADTYPE_ALL)
theView.AddTheme(theCrit2Theme)
theCrit2Theme.SetVisible(false)
theCrit2Theme.SetActive(false)
theCrit2Theme.SetName("Cercanía a Centros Poblados")
'6 *** Criterio Inflamabilidad del tipo de vegetación
'6.1 *** Traer el mapa de vegetación
theVegName = SrcName.Make(vegPath)
if (theVegName = nil) then
  MsgBox.Error("No existe una ruta de archivo válida para cargar el mapa de Vegetación.", "Ruta de archivo
Invalida.")
  exit
end
theVegTheme = Theme.Make(theVegName)
theView.AddTheme(theVegTheme)
theVegTheme.SetVisible(false)
theVegTheme.SetActive(true)
'6.2*** Convertir a Raster el mapa de vegetación
  t = theView.GetActiveThemes.Get(0)
  ' Tamaño de la ventana y tamaño de celda
  box = Rect.Make(-63@4,5@5)
  cellSize = 0.01
  aField=t.GetFTab.FindField("Vegell_id")
  if (aField = NIL) then
    MsgBox.Error("No existe el campo Vegell_id, verifique el mapa de Vegetación", "")
    return NIL
  end
  aPrj = theView.GetProjection
  GridVeg = Grid.MakeFromFTab(t.GetFTab,aPrj,aField,{cellSize, box})
  status = Grid.GetVerify
  Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
  if
  (GridVeg.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\GridVeg".AsFileName).Not
  ) then

```

```

Grid.SetVerify(status)
return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
ThemeVeg = GTheme.Make(GridVeg)
theView.AddTheme(ThemeVeg)
ThemeVeg.SetName ("Mapa Raster de Vegetación")
ThemeVeg.SetActive(false)
theView.GetWin.Activate
'6.3 *** Reclassificar el tipo de vegetación según la tabla de pesos
theFileNameRcl=("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\VegReclass.dbf").AsFileName)
theVTab = VTab.Make(theFileNameRcl,false,false)
ArchivoFisico=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\VegReclass.dbf").AsFileName)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("VegReclass.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
theVTab = Table.Make(theVTab)
theVTab.SetName("VegReclass.dbf")
end
theVTab = av.GetProject.FindDoc("VegReclass.dbf").GetVtab
theFrmFld = theVTab.FindField("From")
theToFld = theVTab.FindField("To")
theOutFld = theVTab.FindField("Out_Value")
theVegReclsGrid = GridVeg.Reclass(theVtab,theFrmFld, theToFld, theOutFld, FALSE)
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(theVegReclsGrid.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\theVegRcls".AsFileName).Not) then
Grid.SetVerify(status)
return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
VegInfla = theVegReclsGrid
theVegInfla = GTheme.Make(VegInfla)
theView.AddTheme(theVegInfla)
theVegInfla.SetName("VegInfla")
theVegInfla.SetVisible(false)
theVegInfla.SetActive(false)
crit3 = (255.AsGrid * VegInfla)/10.ASGrid
'*** Guardar el Criterio 3. Inflamabilidad del Tipo de Vegetación.
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (Crit3.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit3").AsFileName).Not)
then
Grid.SetVerify(status)
return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
'***
theCrit3 = GTheme.Make(crit3)
theCrit3Legend = theCrit3.getLegend
theCrit3Legend.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\paleta\inflamabilidad.avl".AsFileName, #LEGEND_LOADTYPE_ALL)
theView.AddTheme(theCrit3)
theCrit3.SetName("Inflamabilidad del Tipo de Vegetación")
theCrit3.SetVisible(false)
theCrit3.SetActive(false)
theVegTheme.SetActive(false)
'7 *** Criterio del estado sucesional del tipo de vegetación
'7.2*** Convertir a Raster el mapa de vegetación
(GridVeg.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\GridVeg".AsFileName).Not)
) then
'7.3 *** Reclassificar el tipo de vegetación según la tabla de pesos

```

```

theFileNameRcl=("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\SucVegReclass.dbf").AsFileName
)
theVTab = VTab.Make(theFileNameRcl,false,false)
ArchivoFisico=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\SucVegReclass.dbf").AsFileName
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("SucVegReclass.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
  theVTab = Table.Make(theVTab)
  theVTab.SetName("SucVegReclass.dbf")
end
theVTab = av.GetProject.FindDoc("SucVegReclass.dbf").GetVtab
theFrmFld = theVTab.FindField("From")
theToFld = theVTab.FindField("To")
theOutFld = theVTab.FindField("Out_Value")
theSucVegReclsGrid = GridVeg.Reclass(theVtab,theFrmFld, theToFld, theOutFld, FALSE)
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(theSucVegReclsGrid.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\theSVRcls".AsFileName).Not) then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
VegSuce = theSucVegReclsGrid
theSucVeg = GTheme.Make(VegSuce)
theView.AddTheme(theSucVeg)
theSucVeg.SetName("VegSuce")
theSucVeg.SetVisible(false)
theSucVeg.SetActive(false)
crit4 = (255.AsGrid * VegSuce)/10.AsGrid
**** Guardar el Criterio 4. Estado Sucesional del Tipo de Vegetación.
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (Crit4.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit4").AsFileName).Not) then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
****
theCrit4 = GTheme.Make(crit4)
theCrit4Legend = theCrit4.getLegend
theCrit4Legend.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\paleta\estsucesional.avl".AsFileName, #LEGEND_LOADTYPE_ALL)
theView.AddTheme(theCrit4)
theCrit4.SetName("Estado Sucesional del tipo de Vegetación")
theCrit4.SetVisible(false)
theCrit4.SetActive(false)
'8**** Cercanía a ríos
'8.1*** Traiga el mapa de ríos
if(booleanPrecalcular) then
theRiosName = SrcName.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\shp\Rios-sim.shp")
if (theRiosName = nil) then
  MsgBox.Error("Nombre invalido","")
  exit
end
theRiosTheme = Theme.Make(theRiosName)
theView.AddTheme(theRiosTheme)
theRiosTheme.SetVisible(false)
theRiosTheme.SetActive(true)
'8.2**** Hacer un Find Distance para el mapa de ríos
r=av.Run("VariosBuffer",{1,3})
'8.3*** Grid de ríos con proximidad menores a 3
MascaraRios = (r <= 3.AsGrid)

```

```

theRiosTheme = GTheme.Make(MascaraRios)
theView.AddTheme(theRiosTheme)
theRiosTheme.SetVisible(false)
theRiosTheme.SetActive(false)
theRiosTheme.SetName("MascaraRios")
CeroRios = (MascaraRios * r)
theCRiosTheme = GTheme.Make(CeroRios)
theView.AddTheme(theCRiosTheme)
theCRiosTheme.SetVisible(false)
theCRiosTheme.SetActive(false)
theCRiosTheme.SetName("CeroRios")
theFileNameRcl=("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\RiosReclass.dbf").AsFileName)
theVTab = VTab.Make(theFileNameRcl,false,false)
ArchivoFisico=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\RiosReclass.dbf").AsFile
Name)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("RiosReclass.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
  theVTab = Table.Make(theVTab)
  theVTab.SetName("RiosReclass.dbf")
end
theVTab = av.GetProject.FindDoc("RiosReclass.dbf").GetVtab

theFrmFld = theVTab.FindField("From")
theToFld = theVTab.FindField("To")
theOutFld = theVTab.FindField("Out_Value")
RiosReclassGrid = CeroRios.Reclass(theVtab,theFrmFld, theToFld, theOutFld, FALSE)
zonaRios = RiosReclassGrid
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(zonaRios.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\zonaRios".AsFileName).N
ot) then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
zonaRiosTheme = GTheme.Make(zonaRios)
theView.AddTheme(zonaRiosTheme)
zonaRiosTheme.SetVisible(false)
zonaRiosTheme.SetActive(false)
zonaRiosTheme.SetName("zonaRios")
CritMascara = zonaRios * MascaraRios
CritMascaraTheme = GTheme.Make(CritMascara)
theView.AddTheme(CritMascaraTheme)
CritMascaraTheme.SetVisible(false)
CritMascaraTheme.SetActive(false)
CritMascaraTheme.SetName("CritMascara")
Crit5 = (255.Asgrid / 10.AsGrid) * CritMascara
Crit5 = Crit5 * VegGrd
**** Guardar el Criterio 5. Cercanía a Ríos.
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (Crit5.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit5").AsFileName).Not)
then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
****
else
theSrcName = Grid.MakeSrcName("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit5")
Crit5 = Grid.Make(theSrcName)
Crit5 = Crit5 * VegGrd
**** Guardar el Criterio 5. Cercanía a Ríos.
status = Grid.GetVerify

```

```

Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(Crit5.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit5Prec").AsFileName).Not)
then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
****
end
Crit5Theme = GTheme.Make(Crit5)
theCrit5Legend = Crit5Theme.getLegend
theCrit5Legend.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\paleta\cercRios.avl".AsFileName,
#LEGEND_LOADTYPE_ALL)
theView.AddTheme(Crit5Theme)
Crit5Theme.SetVisible(false)
Crit5Theme.SetActive(false)
Crit5Theme.SetName("Cercanía a Ríos")
'9**** Cercanía a la vía principal
'9.1*** Traiga el mapa de la vía principal
if(booleanPrecalculador) then
theViaPName = SrcName.Make("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\shp\viasz.shp")
if (theViaPName = nil) then
  MsgBox.Error("Nombre invalido","")
  exit
end
theViaPTheme = Theme.Make(theViaPName)
theView.AddTheme(theViaPTheme)
theViaPTheme.SetVisible(false)
theViaPTheme.SetActive(true)
'9.2**** Hacer un Find Distance para el mapa de la vía principal
r=av.Run("VariosBuffer",{1,3})
'10.3*** Grid de vía principal con proximidad menores a 3
MascaraViaP = (r <= 3.AsGrid)
theViaPTheme = GTheme.Make(MascaraViaP)
theView.AddTheme(theViaPTheme)
theViaPTheme.SetVisible(false)
theViaPTheme.SetActive(true)
theViaPTheme.SetName("MascaraViaP")
CeroViaP = (MascaraViaP * r)
theCViaPTheme = GTheme.Make(CeroViaP)
theView.AddTheme(theCViaPTheme)
theCViaPTheme.SetVisible(false)
theCViaPTheme.SetActive(true)
theCViaPTheme.SetName("CeroViaP")
theFileNameRcl=("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\ViaPReclass.dbf").AsFileName)
theVTab = VTab.Make(theFileNameRcl,false,false)
ArchivoFisico=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\ViaPReclass.dbf").AsFile
Name)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("ViaPReclass.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or (((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
  theVTab = Table.Make(theVTab)
  theVTab.SetName("ViaPReclass.dbf")
end
theVTab = av.GetProject.FindDoc("ViaPReclass.dbf").GetVtab
theFrmFld = theVTab.FindField("From")
theToFld = theVTab.FindField("To")
theOutFld = theVTab.FindField("Out_Value")
ViaPReclassGrid = CeroViaP.Reclass(theVtab,theFrmFld, theToFld, theOutFld, FALSE)
zonaViaP = ViaPReclassGrid
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(zonaViaP.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\zonaViaP".AsFileName).N
ot) then

```

```

Grid.SetVerify(status)
return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
zonaViaPTheme = GTheme.Make(zonaViaP)
theView.AddTheme(zonaViaPTheme)
zonaViaPTheme.SetVisible(false)
zonaViaPTheme.SetActive(true)
zonaViaPTheme.SetName("zonaViaP")
CritMascaraViaP = zonaViaP * MascaraViaP
CritMascaraViaPTheme = GTheme.Make(CritMascaraViaP)
theView.AddTheme(CritMascaraViaPTheme)
CritMascaraViaPTheme.SetVisible(false)
CritMascaraViaPTheme.SetActive(true)
CritMascaraViaPTheme.SetName("CritMascaraViaP")
Crit6 = (255.Asgrid / 10.AsGrid) * CritMascaraViaP
Crit6 = Crit6 * VegGrd
**** Guardar el Criterio 6. Cercanía a la Vía Principal.
status = Grid.GetVerify
Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (Crit6.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit6").AsFileName).Not
then
  Grid.SetVerify(status)
  return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
****
else
  theSrcName = Grid.MakeSrcName("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit6")
  Crit6 = Grid.Make(theSrcName)
  Crit6 = Crit6 * VegGrd
  **** Guardar el Criterio 6. Cercanía a la Vía Principal.
  status = Grid.GetVerify
  Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
  if
  (Crit6.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit6Prec").AsFileName).Not
  then
    Grid.SetVerify(status)
    return NIL
  end
  Grid.SetVerify(status)
end
Crit6Theme = GTheme.Make(Crit6)
theCrit6Legend = Crit6Theme.getLegend
theCrit6Legend.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\paleta\cercViaPrinc.avl".AsFileName,
#LEGEND_LOADTYPE_ALL)
theView.AddTheme(Crit6Theme)
Crit6Theme.SetVisible(false)
Crit6Theme.SetActive(true)
Crit6Theme.SetName("Cercanía a la Vía Principal")
'10***Criterio de Densidad de los Incendios
'10.1***Dibujar los incendios registrados históricamente según sus coordenadas
theView=av.GetActiveDoc
xField=Det_ComVTab.FindField("longitud")
yField=Det_ComVTab.FindField("latitud")
xyzSrc=XYName.Make(Det_ComVTab,xField,yField)
VtheTheme=Theme.Make(xyzSrc)
theView.AddTheme(VtheTheme)
VtheTheme.SetActive(true)
DenInc=av.Run("CalcularDensidad",{})
DenIncTheme = GTheme.Make(DenInc)
theView.AddTheme(DenIncTheme)
DenIncTheme.SetVisible(false)
DenIncTheme.SetActive(false)
DenIncTheme.SetName("Densidad")

```

```

Crit7 = DenInc * VegGrd
Crit7Theme = GTheme.Make(Crit7)
theCrit7Legend = Crit7Theme.getLegend
theCrit7Legend.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\paleta\densidad.avl".AsFileName,
#LEGEND_LOADTYPE_ALL)
theView.AddTheme(Crit7Theme)
Crit7Theme.SetVisible(false)
Crit7Theme.SetActive(false)
Crit7Theme.SetName("Densidad de Incendios")
*** Guardar el Rater del índice Cartográfico
    status = Grid.GetVerify
    Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if (Crit7.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\Crit7").AsFileName).Not)
then
    Grid.SetVerify(status)
    return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
'11***Indice de Riesgo Final
IndCart= (Crit1 * p1) + (Crit2 * p2) + (Crit3 * p3) + (Crit4 * p4) + (Crit5 * p5) + (Crit6 * p6) + (Crit7 * p7)
'12***Reclasificación para el índice Final
theFileNameRcl=("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\Reclass.dbf").AsFileName)
theRclsTable = VTab.Make(theFileNameRcl,false,false)
ArchivoFisico=File.Exists("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\dbf\Reclass.dbf").AsFileNam
e)
ArchivoProyecto=(av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf")=nil)
if((((ArchivoFisico=true) and (ArchivoProyecto)) Or ((ArchivoFisico=false) and (ArchivoProyecto))))then
    theRclsTable = Table.Make(theRclsTable)
    theRclsTable.SetName("reclass.dbf")
end
theRclsTable = av.GetProject.FindDoc("reclass.dbf").GetVtab
theFrmFld = theRclsTable.FindField("From")
theToFld = theRclsTable.FindField("To")
theOutFld = theRclsTable.FindField("Out_Value")
theReclsGrid = IndCart.Reclass(theRclsTable,theFrmFld, theToFld, theOutFld, FALSE)
ThemeIndiceRiesgo= GTheme.Make(theReclsGrid)
theView.AddTheme(ThemeIndiceRiesgo)
*** Guardar el Rater del índice Cartográfico
    status = Grid.GetVerify
    Grid.SetVerify(#GRID_VERIFY_OFF)
if
(theReclsGrid.SaveDataSet("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\Grid\IndCart").AsFileName
).Not) then
    Grid.SetVerify(status)
    return NIL
end
Grid.SetVerify(status)
***
IndCartTheme = GTheme.Make(theReclsGrid)
IndCartLegend = IndCartTheme.getLegend
IndCartLegend.Load("$HOME\Indice_de_Riesgo_de_Incendios\Cartografico\paleta\indiceFinal.avl".AsFileNam
e, #LEGEND_LOADTYPE_ALL)
theView.AddTheme(IndCartTheme)
IndCartTheme.SetVisible(true)
IndCartTheme.SetActive(false)
IndCartTheme.SetName("índice de Riesgo de Incendios")
'13***Borrar Temas de la tabla de contenido
for each t in theView.GetThemes
    t.SetActive(true)
end
theThemeList = theView.GetThemes
theThemeList.Get(theThemeList.Count - 1).SetActive(false)
theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2).SetActive(false)
theThemeList.Get(theThemeList.Count - 3).SetActive(false)
theThemeList.Get(theThemeList.Count - 4).SetActive(false)

```



```
theCrit1Theme.SetActive(booleanCrit1.Not)
theCrit2Theme.SetActive(booleanCrit2.Not)
theCrit3.SetActive(booleanCrit3.Not)
theCrit4.SetActive(booleanCrit4.Not)
Crit5Theme.SetActive(booleanCrit5.Not)
Crit6Theme.SetActive(booleanCrit6.Not)
Crit7Theme.SetActive(booleanCrit7.Not)
IndCartTheme.SetActive(booleanIndiceCartografico.Not)
theThemeList.Get(theThemeList.Count - 1).SetVisible(false)
for each t in theView.GetActiveThemes
  theView.DeleteTheme(t)
end
av.GetProject.SetModified(true)
'14*** Cambio de posición de los temas del mapa de referencia
theView = av.GetActiveDoc
theThemeList = theView.GetThemes
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2), 0)
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2), 0)
theThemeList.Shuffle(theThemeList.Get(theThemeList.Count - 2), 0)
theView.InvalidateTOC(nil)
theView.GetDisplay.Invalidate(true)
theThemeList.Get(3).SetActive(true)
theThemeList.Get(3).SetVisible(true)
'FIN***
```

### Anexo 12 - Ejemplo de Tabla de Datos Meteorológicos

14/09/2000	Códigos	Velocidad Viento	Humedad 12	Humedad 14	Precipitación día	Temperatura 14
PARUPA	2023	1.60	44.00	41.00	10.40	26.70
URIMAN	2031	1.60	68.00	61.00	10.40	30.40
KAMARATA	2062	1.60	65.00	50.00	10.40	31.80
AREKUNA	5002	1.60	82.00	83.00	10.40	20.20
ICABARU	5015	1.60	82.00	43.00	0.00	0.00
KAVANAYEN	5019	2.29	82.00	83.00	10.40	20.20
SAN IGNACIO DE YURUANI	5025	1.18	82.00	8.00	10.40	20.20
KUKENAN TEPUY	5038	1.60	82.00	83.00	28.30	12.40
AUYANTEPUY	5044	1.60	82.00	83.00	2.70	20.20
AUREME	5050	1.60	82.00	83.00	0.20	28.00
WONKEN	5133	1.33	82.00	83.00	10.40	20.20