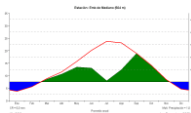

RESUMEN

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LAS TENDENCIAS BIOCLIMÁTICAS GENERALES EN COMARCAS FORESTALES Y PARA ESTABLECER LAS PREVISIONES RAZONABLES EN MATERIA DE GESTIÓN FORESTAL SEGÚN LAS TENDENCIAS ESTABLECIDAS.

Miguel Cabrera Bonet

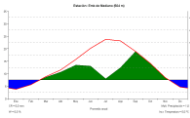
Jesús Alcanda Vergara

Noviembre de 2.009



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	2
2	METODOLOGÍA APLICADA	2
3	DATOS TERMOPLUVIOMÉTRICOS EMPLEADOS	6
4	SIGNIFICACIÓN GENERAL DE LOS ÍNDICES Y CONSTANTES DEL DBC, COMO BASE PRINCIPAL DE LA INTERPRETACIÓN DE TENDENCIAS BIOLCIMÁTICAS....	12
5	COEFICIENTES DIAGRAMÁTICOS DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS TENDENCIAS BIOCLIMÁTICAS	14



1 INTRODUCCIÓN

El estudio que se ofrece en esta jornada se basa en un análisis de tendencias climáticas que J.L. Montero de Burgos publicó durante 1.996, en la Revista Forestal Española, ya extinta, basado en la exploración de las series históricas de datos termopluviométricos de las estaciones meteorológicas más longevas de España calculando los diagramas bioclimáticos (en adelante, DBC) medios acumulados por lotes de años de la serie histórica, y escudriñando los índices y constantes calculados en las series de diagramas bioclimáticos de cada estación analizada.

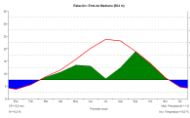
Tras el encargo del presente Estudio, en marzo de este año, se intentó solicitar al AEMET las series históricas de precipitación y temperatura de algunas estaciones, pero los datos proporcionados por ésta organismo, previo pago de los precios establecidos, eran datos no tratados, repletos de lagunas y de escaso alcance (en cuanto a los años del periodo de observación y registro).

En septiembre pasado, se consiguieron los datos de base para el estudio a través de diversas fuentes, por cuya razón las previsiones de los objetivos del presente estudio se recortaron en todo aquello que estaba condicionado por la falta de disponibilidad de datos históricos.

Se ofrece la metodología del estudio en este documento y las bases de valoración de las tendencias bioclimáticas comarcales, y se discuten los resultados durante la celebración de las jornadas.

2 METODOLOGÍA APLICADA

La metodología aplicada se basa en el principio de evaluación del mesoclima por aproximaciones sucesivas, desde escalas grandes a escalas pequeñas; es decir, desde datos del terreno, a escala 1:1, hasta deducciones a escala comarcal, enfocadas a la gestión forestal.



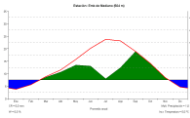
Se elige el cálculo del diagrama bioclimático medio anual y la serie de diagramas bioclimáticos medios acumulados en periodos de 5 y 10 años, por haber sido diseñada esta herramienta técnica expresamente para la gestión forestal.

Además, el DBC consigue separar dos cuestiones problemáticas en las ponderaciones fitoclimáticas al uso, pues distingue, en la valoración del bioclima, los significados fitológicos y climáticos que proporcionan dos de las tres constantes del DBC (la IBP y la IBF) dependientes exclusivamente de la distribución mensual de las temperaturas, distinguiéndolas de las significaciones fitológicas y climáticas del resto de índices que dependen de la combinación de las distribuciones de temperaturas y precipitaciones medias mensuales. Es decir, se separan conclusiones fitoclimáticas de los parámetros dependientes solo de la Temperatura, de las conclusiones fitoclimáticas de los parámetros dependientes de la Precipitación.

Esto es una ventaja pues en las valoraciones ponderadas del clima y en los análisis de temperaturas y precipitaciones que sirven de base para tales valoraciones, es fundamental tener en cuenta que la función “Temperatura” es una función continua y derivable, tanto en el espacio como en el tiempo, en contraste con la función “Precipitación”, que es una función discreta, por cuya razón ni es continua ni derivable, y por ende, no se deben de formular conclusiones al alimón que supongan comportamientos a la precipitación como si fuera continua y derivable.

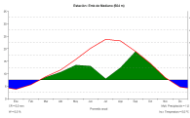
A la hora de interpretar los DBC o sus tendencias este principio está presente, facilitada esta misión en el gráfico por esa separación de constantes del DBC de los índices del DBC; la representación gráfica de estos índices en el DBC (IBR, IBL, ISS, IBS, E ISS) es la de una función discreta, uniendo los centros de clase de cada valor. No se olvide que la CRT (la otra constante del DBC) no tiene representación gráfica en el Diagrama.

Las hipótesis diagramáticas empleadas para el cálculo de los correspondientes diagramas, incluidos sus gráficos, será las relacionadas con la condición básica en la estación considerada ($CR = 0 \text{ mm}$; $W = 0\%$), la relacionada con masas forestales maduras ($CR = 100 \text{ mm}$; $W = 15\%$), la relacionada con la Capacidad de Retención Típica ($CR = CRT$; $W = 0\%$), y la relacionada con la vegetación potencial ($CR = 150 \text{ mm}$; $W = 0\%$).



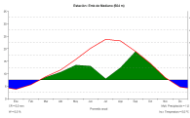
Basándonos en esta herramienta (DBC), se propone el análisis de tendencias bioclimáticas y las conclusiones correspondientes para la gestión forestal según el siguiente esquema:

- a. Se establecen los criterios de selección de Estaciones Meteorológicas de referencia y criterios de elección de los periodos de observación de los datos termopluviométricos en las series disponibles de las estaciones seleccionadas.
 - i. Determinación del periodo máximo de observación de datos para las estaciones seleccionadas.
 - ii. Aplicación a la Comarca de Peñalara.
- b. Se procede al cálculo de las series de medias aritméticas acumuladas de las temperaturas medias anuales y de las precipitaciones medias anuales, para el periodo elegido de las estaciones seleccionadas en la Comarca. Se complementa con el cálculo de las correspondientes desviaciones típicas y de los coeficientes de variación asociados a cada caso. Estos cálculos se realizan para comprobar la escasa variación o tendencias apreciables de ambos parámetros en el periodo seleccionado, respecto de las variaciones o tendencias registradas de las constantes y de los índices del DBC.
- c. Después se procede al cálculo de las series de medias aritméticas acumuladas de las temperaturas medias mensuales para el periodo elegido de las estaciones seleccionadas en la Comarca. Se complementa con el cálculo de las correspondientes desviaciones típicas y de los coeficientes de variación asociados a cada caso.
 - i. Cálculo de series acumuladas cada 5 años.
 - ii. Cálculo de series acumuladas cada 10 años.
- d. Después se procede al cálculo de las series de medias aritméticas acumuladas de las precipitaciones medias mensuales para el periodo



elegido de las estaciones seleccionadas en la Comarca. Se complementa con el cálculo de las correspondientes desviaciones típicas y de los coeficientes de variación asociados a cada caso.

- i. Cálculo de series acumuladas cada 5 años.
 - ii. Cálculo de series acumuladas cada 10 años.
- e. Se calculan los Diagramas Bioclimáticos medios (DBC) para las series de medias termopluviométricas acumuladas correspondientes a masas forestales maduras de la Comarca:
- i. Cálculo del DBC para series acumuladas cada 5 años.
 - ii. Cálculo del DBC para series acumuladas cada 10 años.
- f. Análisis de las tendencias y variaciones de las constantes diagramáticas para cada una de las series acumuladas, en la Comarca..
- i. Análisis de las series acumuladas de CRT.
 - ii. Análisis de las series acumuladas de IBF.
 - iii. Análisis de las series acumuladas de IBP.
- g. Análisis de las tendencias y variaciones de los índices bioclimáticos en la Comarca para cada serie asociados a masas forestales maduras.
- i. Análisis de las variaciones de IBL en la Comarca.
 - ii. Análisis de las variaciones de IBS en la Comarca.
 - iii. Análisis de las variaciones de IBC/IBL en la Comarca.
 - iv. Análisis de las variaciones de la IBR e ISS en la Comarca.
- h. Previsiones en la gestión forestal sostenible según los condicionantes bioclimáticos derivados de las tendencias detectadas, en la Comarca.



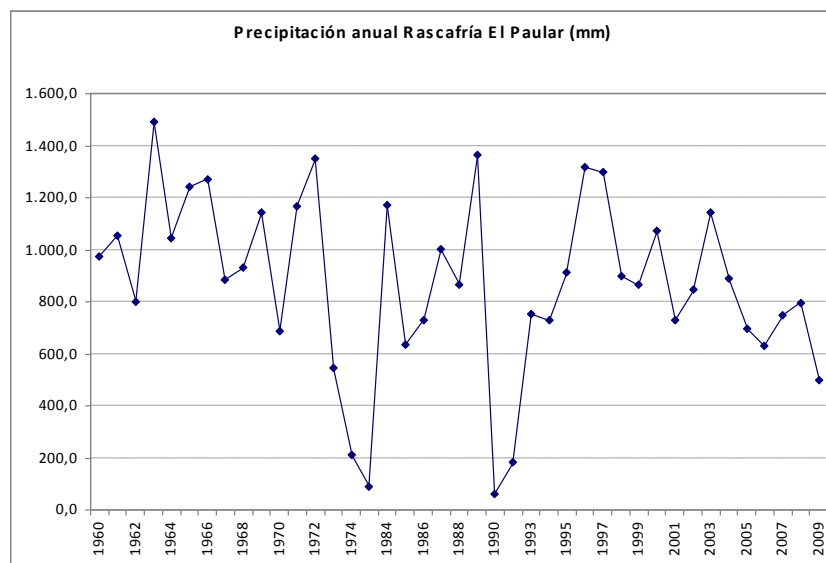
- i. Previsiones en materia de restauración del medio natural.
- ii. Previsiones en materia de tratamientos selvícolas de mejora y de control de la densidad.
- iii. Previsiones en materia de tratamientos selvícolas generales, para el control de la edad.
- iv. Previsiones en materia de silvicultura aplicada

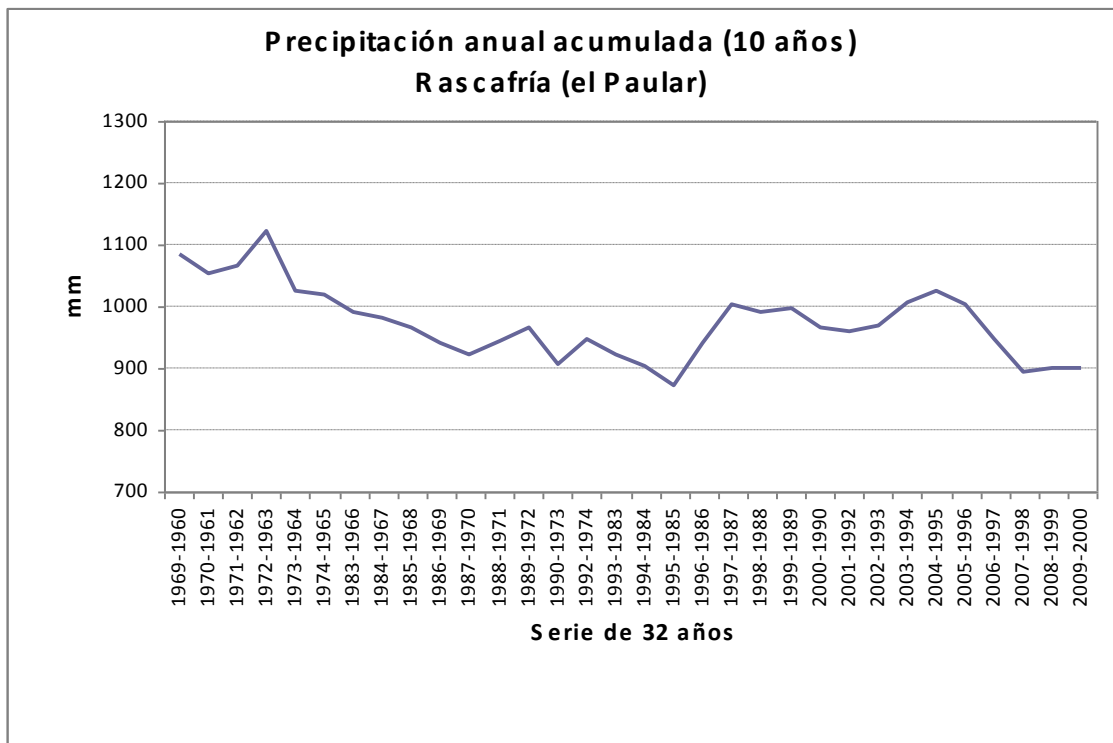
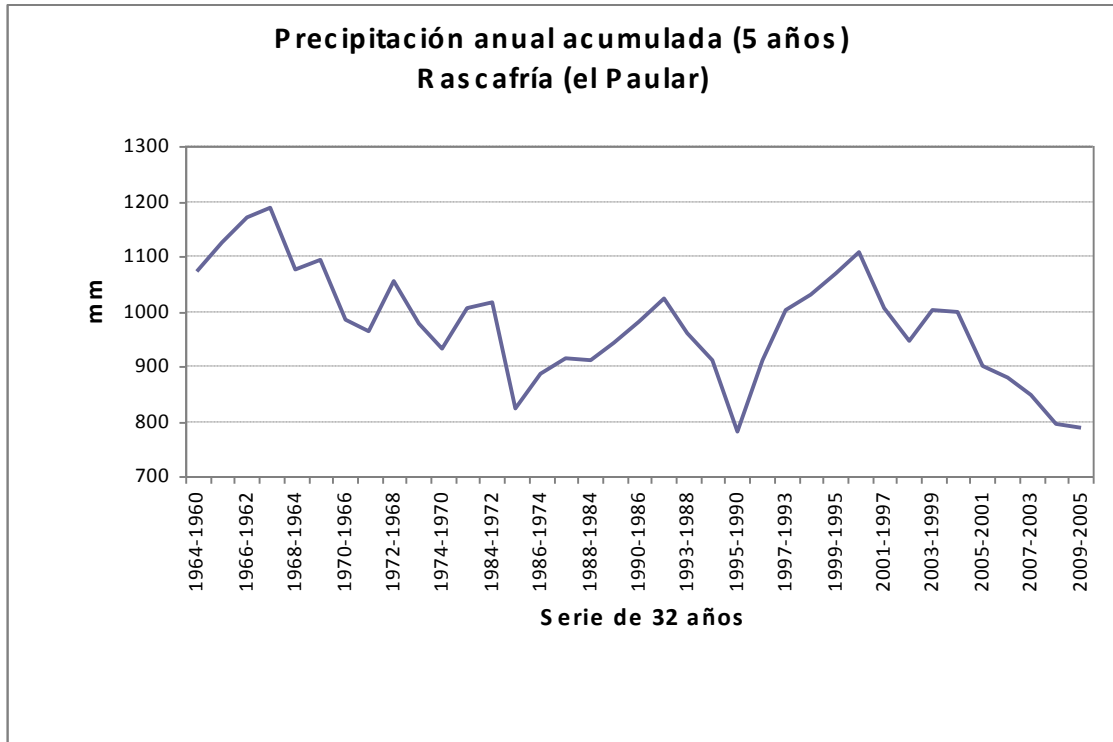
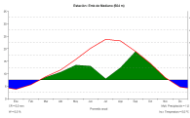
Las tendencias bioclimáticas se establecerán según los gráficos de tendencias para cada índice y constante de cada estación meteorológica, elaborados con los valores medios acumulados de cada índice y constante del DBC, tanto a periodos de 5 años como a periodos de 10 años, para el conjunto de la serie total de años.

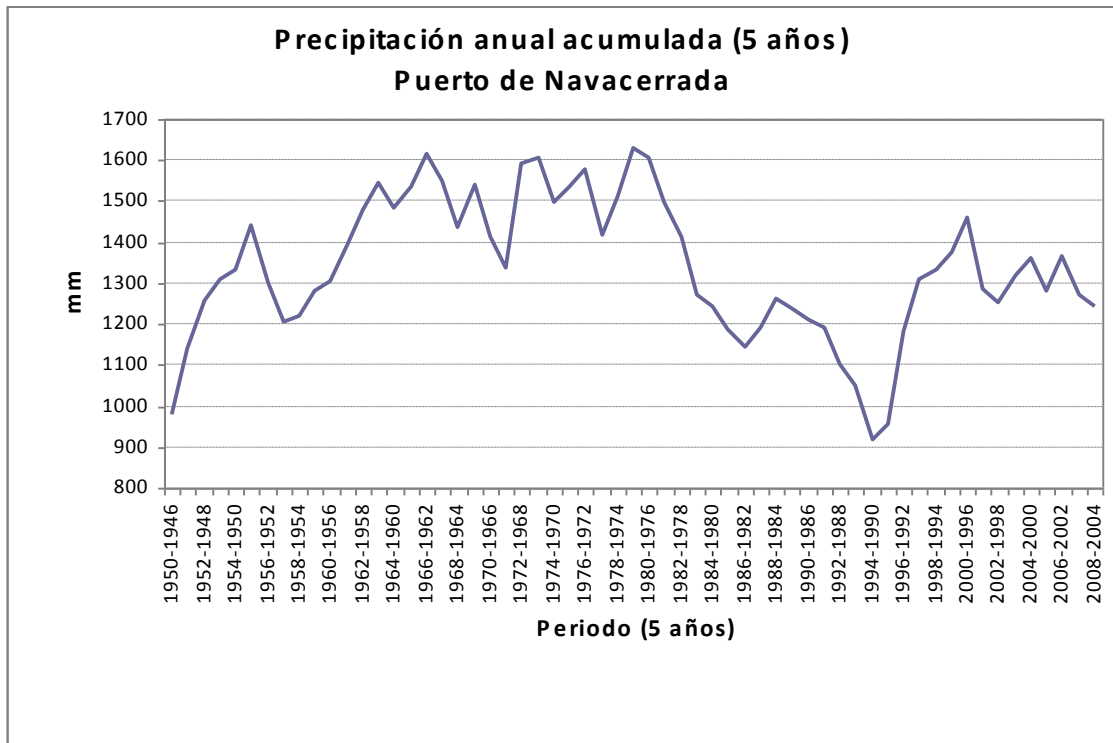
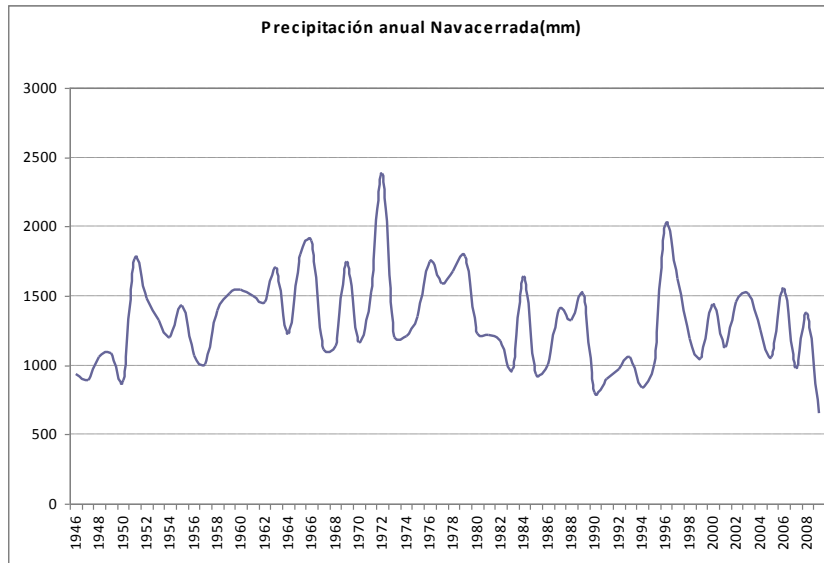
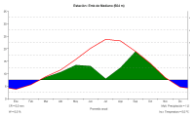
3 DATOS TERMOPLUVIOMÉTRICOS EMPLEADOS

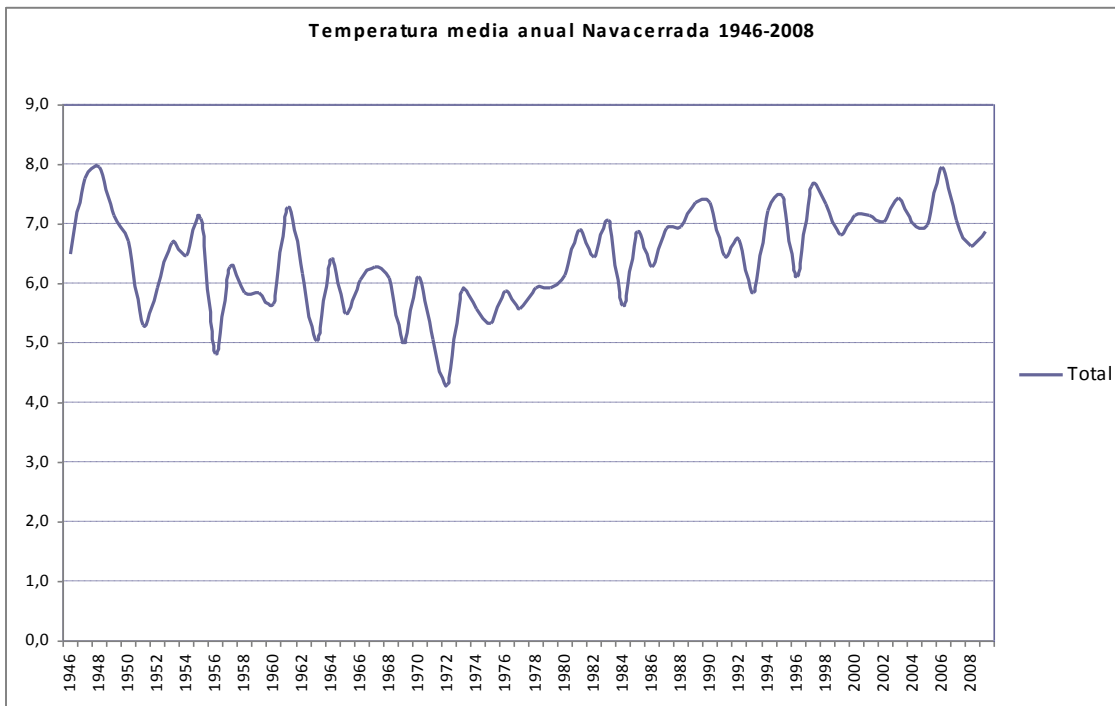
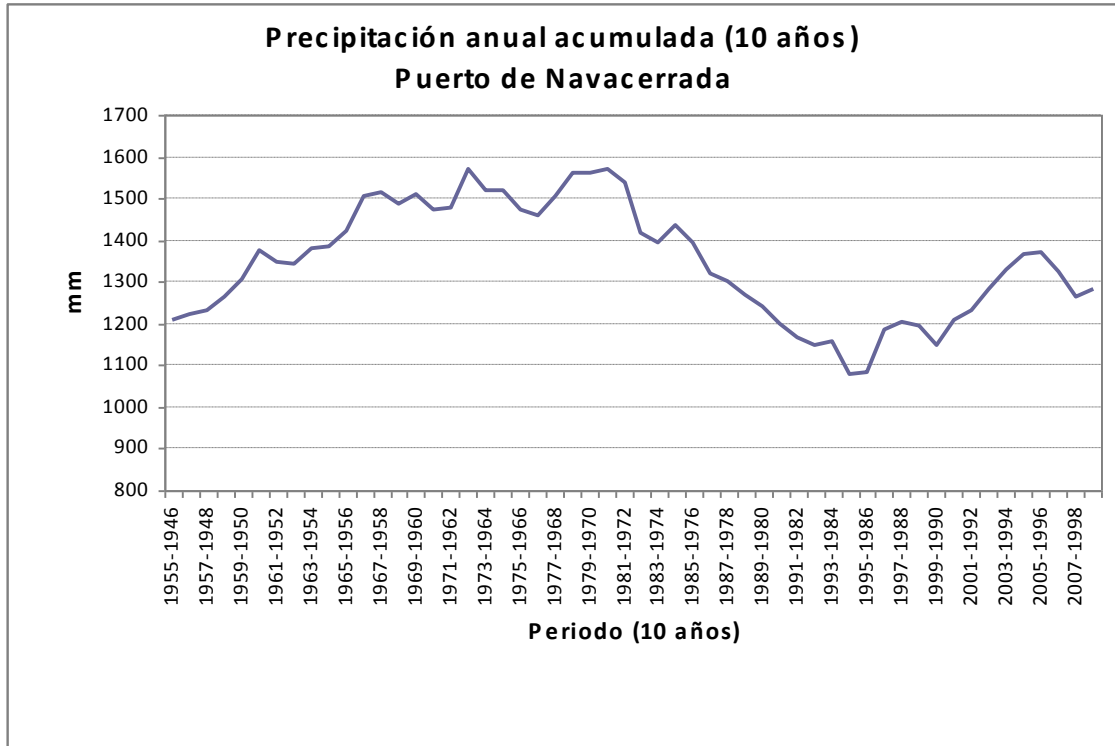
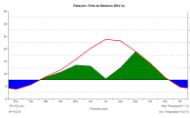
Los datos empleados en el estudio para la evaluación de tendencias son los datos de temperatura y precipitación de los registros disponibles en las Estaciones nº 2462 y nº 3104 de la AEMET, correspondientes a las localidades de Navacerrada y Rascafría El Paular , respectivamente.

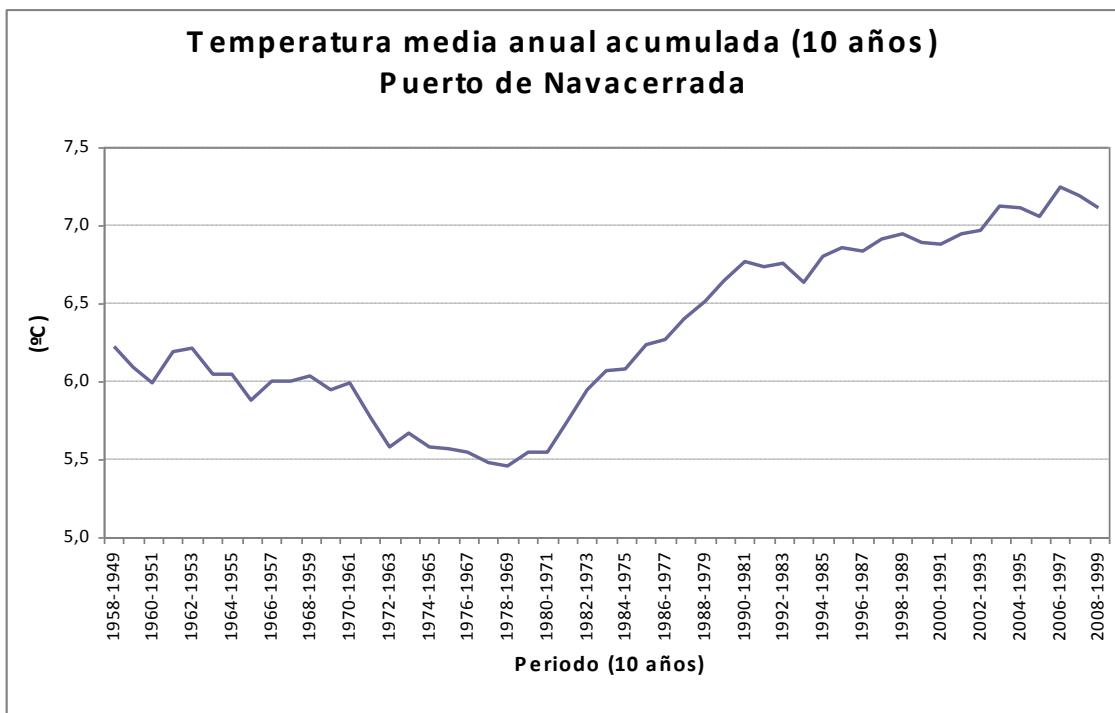
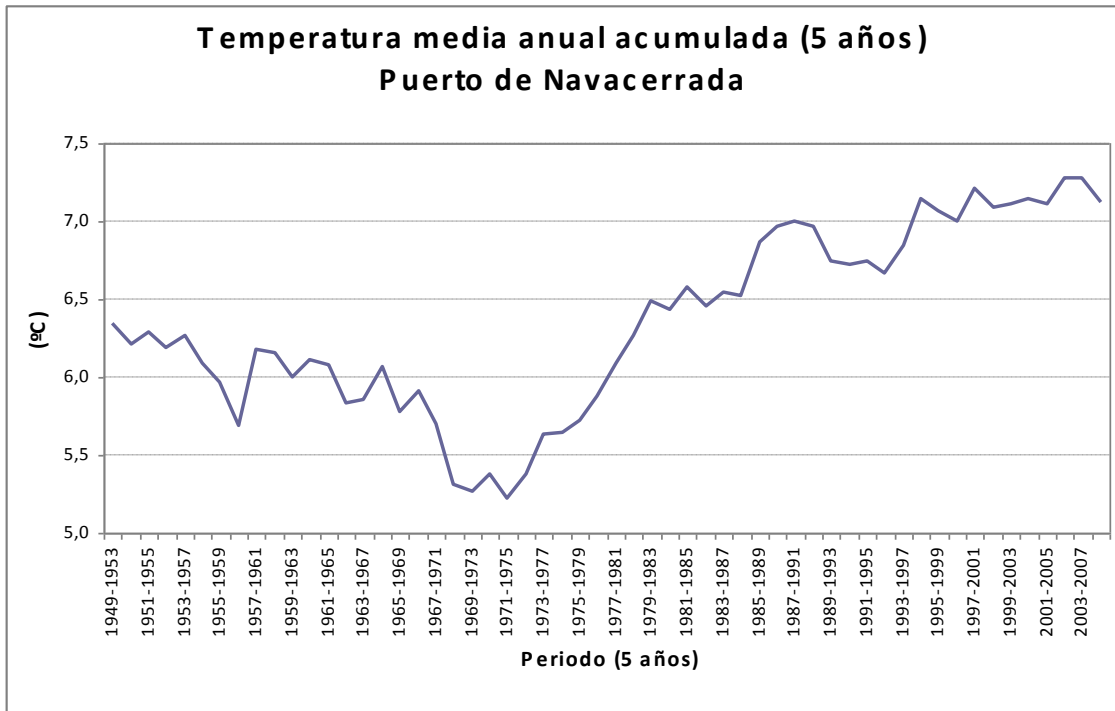
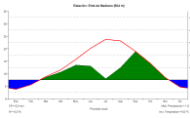
Los datos de temperaturas y precipitaciones anuales y acumuladas son los referidos a continuación:



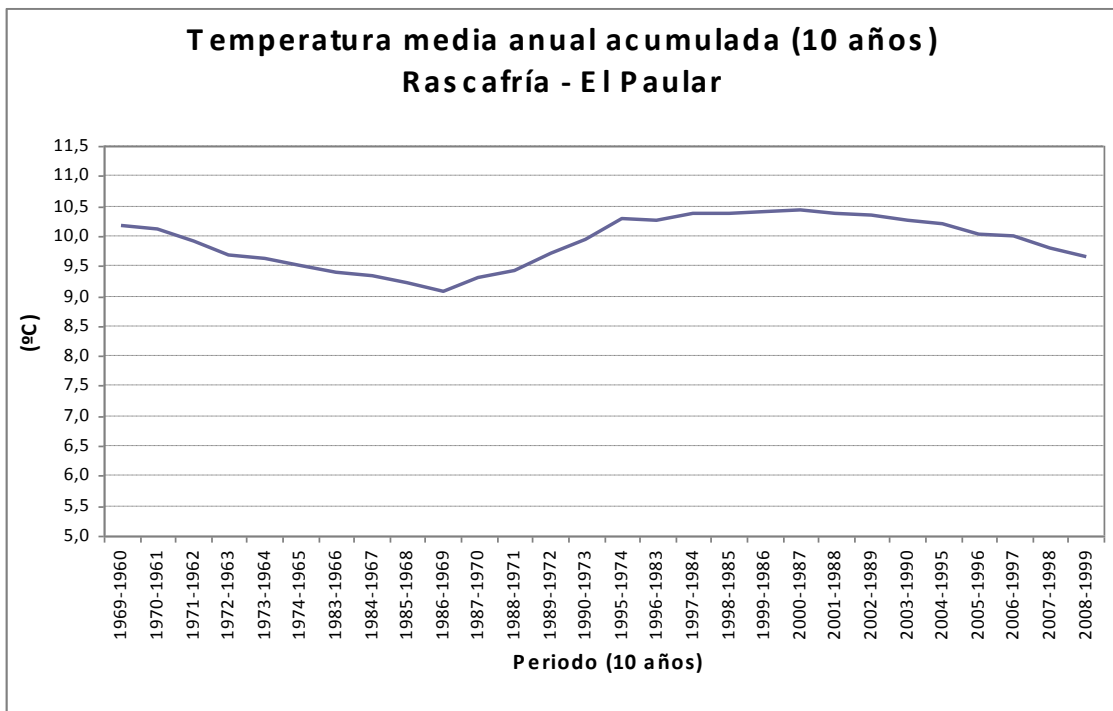
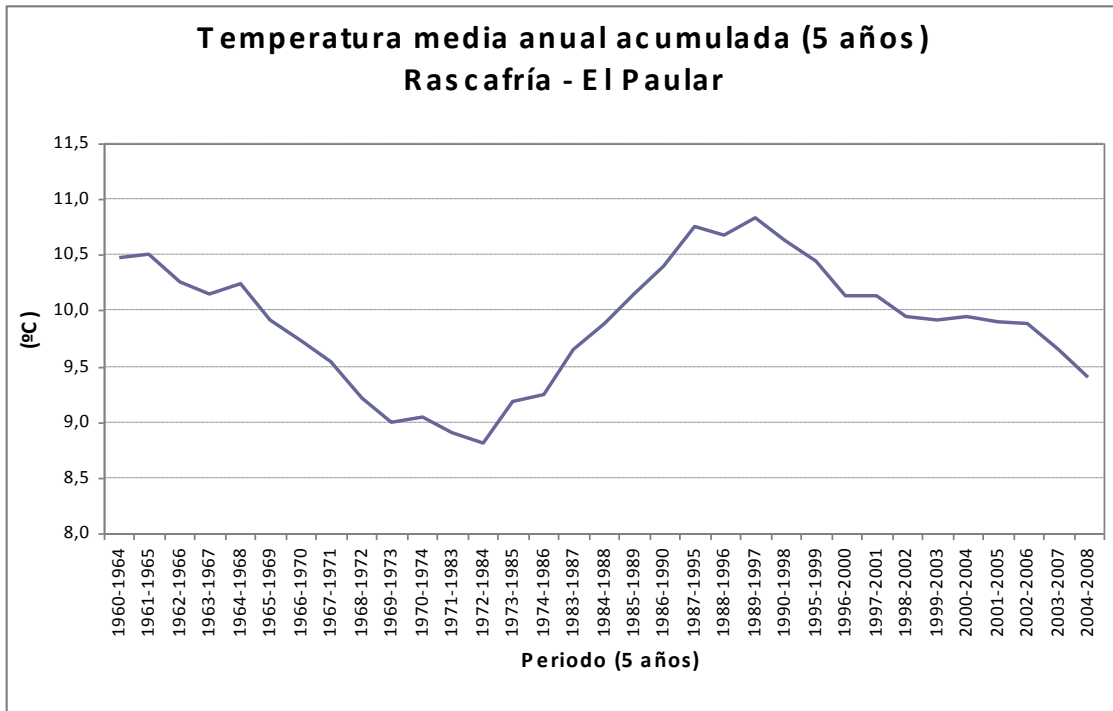
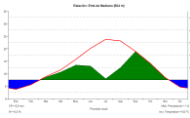


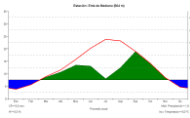






La base de discusión sobre las tendencias bioclimáticas declaradas en los cálculos de los DBC correspondientes serán las comparativas con estos gráficos.





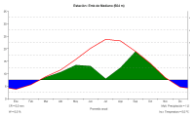
4 SIGNIFICACIÓN GENERAL DE LOS ÍNDICES Y CONSTANTES DEL DBC, COMO BASE PRINCIPAL DE LA INTERPRETACIÓN DE TENDENCIAS BIOLCIMÁTICAS.

Para una mejor comprensión de los DBC se recomienda la consulta del libro de MONTERO DE BURGOS, J.L. y GLEZ. REBOLLAR J.L. (1974-83): “Diagramas bioclimáticos”. ICONA, Madrid, no obstante, se ofrece un resumen del significado de las constantes e índices diagramáticos que el cálculo de Diagramas Bioclimáticos:

- **Intensidad Bioclimática Potencial (IBP)**, constante que mide la capacidad del clima de producir biomasa sin restricciones hídricas, es decir, cuando no existen limitaciones en las disponibilidades hídricas. El ejemplo más claro es la producción vegetal en regadío. Es una medida de la actividad vegetativa máxima, potencial en una estación.

- **Intensidad Bioclimática Fría (IBF)**, constante que mide la intensidad del parón de la actividad vegetativa debido al frío, y establece el límite térmico para el desarrollo o crecimiento de la planta, ya que cuando la media de la temperatura mensual desciende por debajo de los 7,5°C, no se experimenta desarrollo o crecimiento sensible de los vegetales. Si las tendencias resuelven aumento de esta constante del diagrama, quiere decir que disminuye el periodo vegetativo, con el consiguiente debilitamiento de las masas existentes adaptadas a un periodo más largo. Si la tendencia es a disminución del valor absoluto, entonces las incidencias son de cambio en la dominancia de especies o ecotonos más adaptados a periodos vegetativos superiores, pero no suponen debilitamiento ecológico de las masas, en términos generales.

- **Intensidad Bioclimática Real (IBR)**, este índice mide o expresa la capacidad de producir biomasa en un cultivo herbáceo en secano, y está determinada por las limitaciones en las disponibilidades hídricas que realmente proporciona la estación. Establece la misma capacidad que la IBP, pero considerando las limitaciones hídricas; su diferencia con la IBP está valorada por la **ISS (Intensidad Bioclimática de la Subsequía)**, expresando este índice el valor diferencial que el clima proporciona entre la máxima producción anual de biomasa en ausencia de restricciones hídricas, y la máxima producción anual con las habituales restricciones de agua en la estación. Las tendencias que suponen aumentos significativos de IBR suponen disminuciones de la intensidad de la sequía, o dicho de otra manera, supone estabilización ecológica de las masas existentes, además de incrementos brutos de la producción herbácea, mejorando las condiciones cuantitativas de las cabañas ganaderas, ya sean domésticas o cinegéticas. Las tendencias que suponen disminución de IBR se traduce en situaciones contrarias a las descritas para los aumentos: cierto grado de



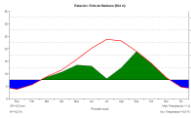
desestabilización de las masas existentes, y empeoramiento de las condiciones cuantitativas de las cabañas.

- **Intensidad Bioclimática Seca (IBS)**, índice que mide la intensidad de la sequía como parón vegetativo producido por el estrés hídrico, entendido éste como la falta generalizada de turgencia celular en la planta: es decir, mide la parada vegetativa por la falta de disponibilidad hídrica. La actividad vegetativa está parada debido a la falta de humedad para las plantas, cuando la disponibilidad de agua para las plantas es incluso inferior a la evapotranspiración residual, y dicha actividad solo comienza gradualmente cuando mejoran las condiciones de humedad que recuperan poco a poco la turgencia celular, por cuya razón dicha actividad se recupera con anterioridad en especies o individuos con dominancia del crecimiento primario en la tasa total del crecimiento vegetativo. Las tendencias que registran aumentos de la IBS, supone mayor competencia de los sotobosques frutescentes y herbáceos respecto al dosel arbóreo, y desestabilización general de las masas. Al contrario, si disminuyen. La estación que registra tales tendencias responderá de forma más pronunciada de acuerdo con los valores de la constante CRT. Cuanto mayor sea ésta, mayor amortiguamiento existirá en las variaciones significativas de la IBS.

- **Intensidad Bioclimática Libre (IBL)**, es el índice que mide o representa la productividad forestal de una estación. Mide la actividad vegetativa de las masas forestales sin contar con el periodo de recuperación fisiológica que estas masas experimentan después de la sequía, después del parón vegetativo por la intensidad de la sequía. Tendencias que registran aumento de la IBL, suponen mayor producción primaria de la biomasa de una estación, para masas ya existentes, por tanto pronostican mayor intervención selvícola, proporcional al aumento de este índice. Si se observaren disminuciones de IBL en las tendencias bioclimáticas de un estación, se pueden recomendar diferir algunas intervenciones selvícolas (su intensidad o su contundencia), con revisiones a la baja de la posibilidad para no estancar los crecimientos.

- **Intensidad Bioclimática Condicionada (IBC)**, índice que mide la intensidad del parón vegetativo en las masas forestales que se experimenta durante el citado periodo de recuperación fisiológico tras la sequía. Por tanto, coincide con la diferencia entre la IBS y la IBL: $(IBC = IBS - IBL)$. La interpretación de las tendencias de este índice puede deducirse de las incidencias correspondientes en los índices IBS e IBL.

- **CRT (Capacidad de Retención Típica)** es una constante del DBC para una estación dada que representa la máxima capacidad de retención climática de agua a partir de la cual, incrementando la CR del DBC, no se obtiene variación alguna en ninguna de las intensidades bioclimáticas del diagrama. Las tendencias que registran aumentos notorios de esta constante proporcionan, a nivel comarcal, mayor resistencia a las



sequías, y refuerzos o asentamiento de la diversidad florística. Las tendencias que disminuyen esta constante infieren teselas de vegetación más monótonas (en cuanto a diversidad se refiere), y declaran menor resistencia a la sequía.

5 COEFICIENTES DIAGRAMÁTICOS DE REFERENCIA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS TENDENCIAS BIOCLIMÁTICAS

Los coeficientes diagramáticos de referencia que aquí se reseñan son los necesarios para entender los valores alcanzados por las constantes y sobre todo por los índices derivados del cálculo de los DBC realizados, y la variación de sus valores ante tendencias bioclimáticas detectadas definen con detalle las limitaciones climáticas de la estación respecto de las tendencias de los índices y constantes del DBC.

Así se cuanta con los siguientes coeficientes diagramáticos de referencia, cuya base de cálculo es la que sigue:

-Recorrido teórico de la estación: relación entre la máxima intensidad bioclimática libre (correspondiente a IBL_{max}) y la mínima (IBL_{min}) de la estación, con respecto a la mínima; es decir:

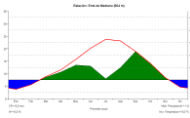
$$R_t = \frac{IBL_{max} - IBL_{min}}{IBL_{min}}$$

Este coeficiente viene a medir la mejora máxima de la IBL que podría tener una estación determinada, teniendo en cuenta todos los casos posibles de Capacidad de Retención (CR) y de Escorrentía (W) que pudieran presentarse.

-Recorrido real de la estación: cociente entre la máxima intensidad bioclimática libre de una estación (correspondiente a IBL_{max}) y la real (IBL_0), con respecto a la real; es decir:

$$R_r = \frac{IBL_{max} - IBL_0}{IBL_0}$$

Este coeficiente pretende medir la mejora de la productividad potencial forestal (en tanto por uno) que se ha de producir en una estación para llegar a la vegetación potencial desde la situación actual o real de aquella. Por tanto, mide el esfuerzo que hay que realizar para llegar a la citada vegetación potencial desde la situación actual.



-Capacidad de respuesta a la restauración hidrológico forestal: relación entre la intensidad bioclimática libre corregida (correspondiente a IBL_{corr}) y la real o actual (IBL_0), con respecto a la real o actual; es decir:

$$C_{hf} = \frac{IBL_{cor} - IBL_0}{IBL_0}$$

Este coeficiente indica la mejora que es posible realizar sobre la productividad forestal potencial al corregir en cada punto la escorrentía superficial, y por tanto la capacidad de respuesta de la estación a la restauración hidrológico forestal.

-Alejamiento respecto de la vegetación potencial o aprovechamiento climático: relación entre la intensidad bioclimática libre, real o actual (IBL_o) y la máxima intensidad bioclimática libre de la estación o cuadrícula (correspondiente a IBL_{max}); es decir:

$$COAP = \frac{IBL_o}{IBL_{max}}$$

Este coeficiente viene a medir –en tanto por uno- el aprovechamiento bioclimático de la estación o cuadrícula; o bien, ofrece la cuantía –en tanto por uno- o grado de alejamiento de una estación o cuadrícula respecto de la vegetación potencial esperada, independientemente de cuál sea esa vegetación.