



Estudio de ahorro potencial
de agua en actuaciones de
mejora de las instalaciones
de riego en parcela existentes
para la Modernización del
regadío de Viana (Navarra)

(Septiembre 2025)

INDICE

Actualización del estudio agronómico de Viana I	3
1...Objetivo del estudio	4
2. Metodología aplicada	5
3. Climatología	5
4. Antecedentes del proyecto, origen del agua y alternativa de cultivos.....	6
5. Metodología del balance de agua.....	7
5.1 Dato de evapotranspiración.....	7
5.2 Parámetros del balance de agua	9
6. Cálculo de necesidades.....	10
6.1 Necesidades de riego.....	11
6.2 Resultados referentes al ahorro de agua	12
Anejo 1: PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA) Estudio agronómico	13



Actualización del estudio agronómico de Viana I

1. Objetivo del estudio

El objetivo del estudio es exponer el ahorro de agua en base a la mejora de las instalaciones de riego en parcela existentes, dentro del ámbito de la Comunidad de Regantes de Viana III.

Se toma como base el *Reglamento (UE) 2021/2115 del Parlamento Europeo y del Consejo de 2 de diciembre de 2021 por el que se establecen normas en relación con la ayuda a los planes estratégicos que deben elaborar los Estados miembros en el marco de la política agrícola común (planes estratégicos de la PAC), financiada con cargo al Fondo Europeo Agrícola de Garantía (FEAGA) y al Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader), y por el que se derogan los Reglamentos (UE) nº. 1305/2013 y (UE) nº. 1307/2013.*

El artículo 74 dicta a este respecto:

Inversiones en infraestructuras de riego

1. *Los Estados miembros podrán conceder ayudas a las inversiones en infraestructuras de riego en zonas de regadío nuevas y existentes, siempre que se cumplan las condiciones establecidas en el artículo 73 y en el presente artículo.*
2. *Las inversiones en infraestructuras de riego solo serán subvencionadas si el Estado miembro de que se trate ha enviado a la Comisión un plan hidrológico de cuenca de conformidad con la Directiva 2000/60/CE, para toda la zona en la que se realice la inversión, así como para las demás zonas cuyo medio ambiente pueda verse afectado por la inversión. Deben haberse especificado en el correspondiente programa de medidas las medidas que tengan efecto en el marco del plan hidrológico de cuenca, de conformidad con el artículo 11 de dicha Directiva, y que sean pertinentes para el sector agrícola.*
3. *Debe haberse instalado o deberá instalarse, como parte de la inversión, un contador de agua que permita medir el uso de agua correspondiente a la inversión subvencionada.*
4. *Los Estados miembros podrán conceder ayudas a una inversión destinada a mejorar una instalación de riego existente o un elemento de la infraestructura de riego únicamente si:*
 - a) *se evalúa de antemano que ofrece un ahorro potencial de agua conforme a los parámetros técnicos de la instalación o infraestructura existente;*
 - b) *la inversión afecta a masas de agua subterránea o superficial cuyo estado se haya determinado como inferior a bueno en el plan hidrológico de cuenca pertinente por motivos relativos a la cantidad de agua y da lugar a una reducción efectiva del uso de agua que contribuya a la consecución del buen estado de dichas masas de agua, tal como se establece en el artículo 4, apartado 1, de la Directiva 2000/60/CE.*

Los Estados miembros fijarán porcentajes para el ahorro potencial de agua y la reducción efectiva del uso de agua como condición de subvencionabilidad en sus planes estratégicos de la PAC, de conformidad con

el artículo 111, letra d). Dicho ahorro de agua reflejará las necesidades establecidas en los planes hidrológicos de cuenca derivados de la Directiva 2000/60/CE enumerados en el anexo XIII del presente Reglamento.

Respecto a lo que establece las convocatorias de Ayudas a inversiones en modernización y/o mejora de explotaciones agrarias, así como la de Ayudas a inversiones en infraestructuras de regadíos con objetivos medioambientales (dentro de la Programación de la PAC 2023-2027), en el apartado de Descripción de los beneficiarios elegibles y los criterios de subvencionabilidad específicos, dicta:

*“Si la inversión afecta a masas de agua subterránea o superficial cuyo estado ha sido calificado como inferior a bueno en el plan hidrológico de demarcación correspondiente por motivos relativos a la cantidad, se deberá garantizar una reducción efectiva del consumo de agua a escala de la inversión, que contribuya al buen estado de las masas de agua. En este caso, se establecerá, como condición de elegibilidad, un porcentaje de reducción efectiva en el consumo de agua, a escala de inversión, que será **como mínimo el 50% del ahorro potencial**, siempre y cuando la obligación de ahorro del caudal captado marcado por los organismos de cuenca no sea más estricta”*

En el caso de la Comunidad de Regantes de Viana el origen del agua es mediante un bombeo cuya captación está situada en el río Ebro, cuya calidad del agua en ese tramo esté considerada como inferior a buena.

2. Metodología aplicada

La metodología de cálculo de los parámetros de evapotranspiración, coeficiente de cultivo, así como las hectáreas de regadío aplicadas en este informe, se basan en la descripción detallada del “MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)”.

Asimismo, se aporta la metodología de cálculo aplicada en la actualidad en los diferentes puntos, con coeficientes de cultivo adaptados, así como el balance del suelo y la eficiencia de riego.

3. Climatología

La red SIAR (Sistema de información agroclimática para el regadío) se crea con el objetivo de cálculo del dato de evapotranspiración, y por consiguiente calcular dosis de riego para los cultivos en regadío, en base a la medida de datos homogéneos de temperatura, humedad, viento, radiación y precipitación.

Con la finalidad de homologar los datos que registra la red, se crean unas normas AENOR que estandarizan, la ubicación, tipo de medición, y la validación de los datos generados (UNE 500510, 500530, 500540, 50050, 176101).

La red SIAR en Navarra está implantada en las zonas de regadío distribuidas por toda la Zona Media y Ribera de Navarra. Con una densidad de 3.529 hectáreas por estación.

Para este estudio se realiza una selección dentro de la red SIAR (Tabla1) en base a la ubicación del regadío y de las estaciones automáticas ubicadas en la zona media - sur de la Comunidad Foral de Navarra.

Asimismo, teniendo en cuenta la climatología descrita en el proyecto, así como la situación de la zona regable, (anexo 1) se selecciona los datos de la estación agroclimática de Bargota.

ZONA REGABLE	ESTACIÓN AGROCLIMÁTICA	FECHA DE INSTALACIÓN	PROPIEDAD	UTM X ETRS89	UTM Y ETRS89	SERIE DE AÑOS PARA EL ESTUDIO
Viana III	Bargota	oct-13	MAPA	557.708	4.703.254	2004 - 2024 (20 años)

Tabla 1: Asignación de estaciones automáticas de la red SIAR para Viana III

Teniendo en cuenta el municipio de Viana y la estación agroclimática de Bargota, resulta en un clima Mediterráneo continental, caracterizado por inviernos fríos y verano cálidos y secos con una temperatura media anual en torno a 13,63 °C y precipitaciones medias de 457 mm (datos actualizados con la aplicación de Agroclimatología publicada en la web de INTIA en la sección de Riegos de Navarra en base a una serie de 20 años), distribuidas de forma irregular con máximos en primavera y otoño y mínimos en verano.

El viento dominante de componente oeste - noroeste (Cierzo) caracterizado por ser frío y seco, con valores medios de 2,16 metros por segundo y velocidades máximas absolutas de 20,16 metros por segundo, constituye otro factor agroclimático relevante en las necesidades de riego, así como para el control de plagas.

En cuanto al dato de evapotranspiración, se basa en la metodología desarrollada por FAO riego y drenaje 56 (Food and Agriculture Organization) Evapotranspiración del cultivo, guía para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, descrito en el punto 5.

4. Antecedentes del proyecto, origen del agua y alternativa de cultivos

Anteriormente a la modernización del regadío el sistema de captación de agua se realiza a través de la recogida de agua a través de barrancos que desagua en un sistema de acequias de tierra que dan servicio de riego a parcelas con nivelaciones deformadas por un deficiente mantenimiento.

En base a esta premisa, se proyecta la modernización de 1.060 hectáreas con el viñedo como cultivo principal, lo que resulta en un proyecto de riego con sistemas eficientes a presión (riego localizado).

Los nuevos terrenos de regadío se encuentran agrupados, constituyendo la S.A.T. Virgen de las Cuevas.

5. Metodología del balance de agua

La aridez estival y la elevada evapotranspiración determinan un marcado déficit hídrico que hace necesario el riego para garantizar la producción agrícola. La metodología de cálculo ha sido la siguiente.

5.1 Dato de evapotranspiración

El cálculo de la evapotranspiración se realiza mediante la metodología de Penman-Montheith descrita en "FAO 56 la evapotranspiración de los cultivos", a través de la ecuación 1:

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

Ecuación 1: Cálculo de la evapotranspiración de referencia

- ETo evapotranspiración de referencia (mm día-1)
- Rn radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m-2 día-1)
- Ra radiación extraterrestre (mm día-1)
- G flujo del calor de suelo (MJ m-2 día-1)
- T temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)
- u2 velocidad del viento a 2 m de altura (m s-1)
- es presión de vapor de saturación (kPa)
- ea presión real de vapor (kPa)
- es - ea déficit de presión de vapor (kPa)
- Δ pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C-1)
- a- constante psicrométrica (kPa °C-1)

Para la precipitación se emplea la fórmula propuesta por el anejo al proyecto actualizando los datos a los últimos registros.

Brouwer y Heibloem, proponen las siguientes fórmulas para su aplicación en función de la precipitación caída durante el mes. (Pe)

- $Pe = 0.6 P - 10$ Si: $P < 75$ mm/mes
- $Pe = 0.8 P - 25$ Si P es mayor o igual a 75 mm/mes.

Se añade también la precipitación efectiva metodología USDA de uso actual.

$$p_e = (1,25247 \cdot P_i^{0,82416} - 2,93522) \cdot 10^{0,00095U} \cdot f$$

U: Uso consuntivo diario. ETo diaria

$$f = 0.531747 + 0.011621 \cdot \Delta s - 8.9 \cdot 10^{-5} \cdot \Delta s^2 + 2.3 \cdot 10^{-7} \cdot \Delta s^3$$

Ecuaciones 2: Variable Pe

- Δs : Uso de almacenamiento de agua disponible en el suelo (100 mm)

En base a esta metodología y los registros de medidas homogéneos de las distintas variables a lo largo de 20 años de serie histórica que se disponen en la red de Estaciones agroclimáticas automáticas de la red SIAR, los datos de evapotranspiración medios mensuales son los enumerados en la tabla 2:

Evapotranspiración y Precipitación en Barga (mm)													
Variables	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total general
Evapotranspiración	31	43	78	104	136	154	174	151	102	64	33	25	1.096
Precipitación Brouwer y Heibloem	15	14	19	16	18	22	10	5	13	15	22	10	178
Precipitación efectiva	35	33	38	36	38	42	27	13	29	32	45	26	395

Tabla 2: Datos de evapotranspiración y Precipitación en mm (20 años)

Como se evalúa en los registros descritos en el gráfico 1, la evapotranspiración media calculada a partir de los datos registrados por la estación de Barga a lo largo de 20 años de serie histórica, superan los valores de precipitación, todos los meses del año en el caso de Brouwer y Heibloem (B y H) y para el caso de precipitación efectiva (Pe) el déficit hídrico es una constante salvo por los meses de invierno, lo que concluye que se produce un estrés hídrico que se subsana exclusivamente mediante el riego.

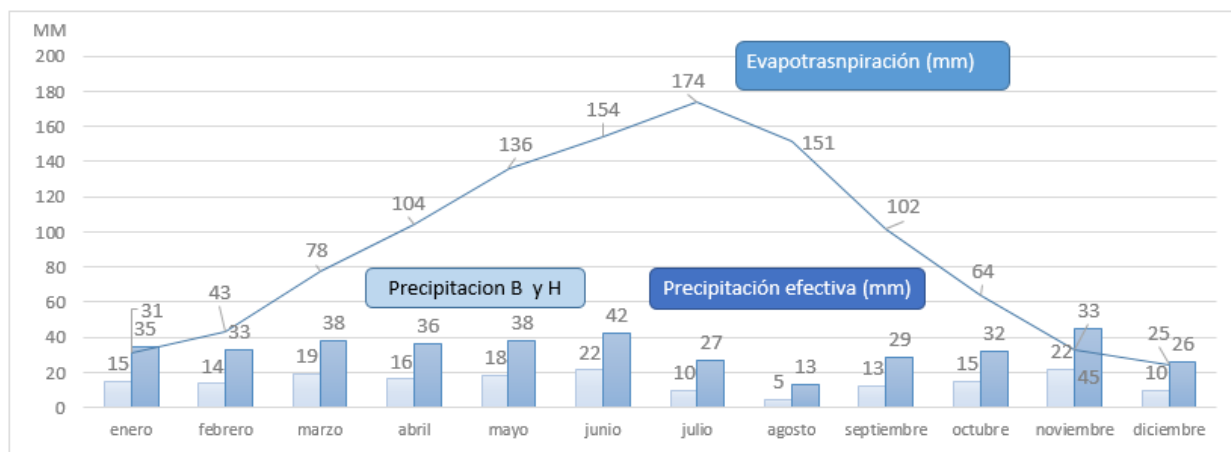


Gráfico 1: Precipitación media By H Pe versus Evapotranspiración media para la zona de Viana III (20 años de serie histórica)

5.2 Parámetros del balance de agua

Junto con los datos de evapotranspiración, se ha tenido en cuenta "Determinación de las dotaciones de riego en los planes de regadío de la cuenca del Duero" (Cedex 1992) utilizada en el proyecto de modernización de Viana III, asimismo se ha tenido en cuenta los coeficientes de cultivo aplicados en el estudio agronómico.

En cuanto al agua aportada por el suelo (A_s), la consideración de este parámetro en el balance hídrico tiene por objeto evaluar, en los cultivos anuales, los excedentes que, quedando almacenados en el suelo, pueden ser posteriormente aprovechados por ellos.

Cuando en los períodos sin cultivo coinciden las precipitaciones con los menores valores de la evapotranspiración, se produce un almacenamiento de agua en el suelo. Así, se han cuantificado los excesos mensuales de la precipitación efectiva sobre la evapotranspiración y se han tenido en cuenta en los balances hídricos de los meses posteriores.

Para ello, en los cultivos anuales se ha considerado que, cuando se efectúa la recolección, el cultivo ha llegado al límite de descenso tolerable de humedad, con lo que el suelo dispone de una capacidad para almacenar el agua de lluvia equivalente a la dosis neta (D , mm) en el momento en que se inicia el período "sin cultivo".

Así, al final del período sin cultivo, el suelo ha almacenado una altura de agua (A_s), que se considera utiliza el cultivo siguiente. Esta agua que aporta el suelo, A_s , se deduce después en el balance hídrico mensual que se efectúa para calcular las dotaciones.

Con objeto de mantener del lado de la seguridad los valores de A_s y teniendo en cuenta el desarrollo radicular de los cultivos en la fase inicial de su período vegetativo, que es cuando utiliza esa aportación, el valor D utilizado en todos los casos para la evaluación de A_s ha sido el menor de los reseñados en el epígrafe anterior, es decir, $D = 50$ mm.

En la actualidad para un suelo Franco se estiman el valor $D=20$ mm teniendo en cuenta las propiedades físicas del suelo según texturas (Israelsen y Hansen, 1979).

6. Cálculo de necesidades

Para el cálculo de las necesidades hídricas, se emplea el dato de evapotranspiración generado por la estación automática de Bargota perteneciente a la red SIAR descrito en la Tabla 2.

La fórmula aplicada es la siguiente:

$$NB = ET_0 * KC - P$$

- Necesidades brutas (NB)
- Evapotranspiración ET_0 (Ecuación 1)
- Coeficiente de cultivo:
 - (K_c) descrito en el proyecto
 - (K_c) Actual
- Precipitación:
 - (P) Brouwer y Heibloem
 - Precipitación efectiva USDA

$$NN = \text{Necesidades brutas } NB / \text{Eficiencia de riego}$$

Eficiencia de riego

Teniendo en cuenta lo que se expone en proyecto inicial de red de acequias, se toma como valor de referencia el dato de caudal de 0,6 m³/seg y una pendiente de 0,1 metros según se expresa en el “cálculo de la sección” en el proyecto, Proyecto de Regadío de Viana de 1943.

Para el cálculo de la eficiencia la eficiencia del riego en función del caudal teniendo en cuenta la pendiente, se debe determinar el caudal total de entrada y el caudal útil para el cultivo. En base a la fórmula general es:

$$\text{Eficiencia de Riego} = (\text{Caudal útil} / \text{Caudal total de entrada}) \times 100\%.$$

Como no se dispone de todos los datos, se recurre a la Publicación sobre “Eficiencia de Riego” de Luján García, J. CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas), año 1992. Arroja valores promedios a nivel nacional.

Para el cálculo de las necesidades en este caso, el valor propuesto para un riego por acequia en las condiciones de caudal y pendiente actual para el término municipal de Viana se considera del 45%.

En el valor actual de la eficiencia de riego en un riego a goteo es del 95%.

El resultado de las necesidades netas (NN) será la dosis de riego que necesitan los cultivos para cubrir la demanda hídrica diaria para llegar a la máxima producción.

Este análisis se ha basado en esta metodología diaria presentada de manera mensual.

6.1 Necesidades de riego

Según los puntos antes expuestos las necesidades calculadas son las siguientes:

Viñedo metodología proyecto de Modernización 2014

Viñedo eficiencia del 45% para riego a manta según la metodología propuestos en el proyecto de transformación													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
ETo	33,6	49,4	87,2	112,6	147,0	166,1	178,7	155,6	108,9	68,0	35,1	27,3	1.169,5
Kc estudio			0,20	0,30	0,40	0,40	0,30	0,30					
Pe B y H 2025	15,0	13,6	19,3	16,2	18,2	21,5	10,0	4,8	12,7	15,2	21,9	9,7	178,1
Reserva según B y H	50	50	50	32					13	28	50	59	
Nec Riego B y H					8,2	44,9	43,7	41,9					138,6
Eficiencia 0,45					18,1	99,8	97,0	93,1					308,0

Tabla 3: Necesidades hídricas al 45% en (l/m²)

Viñedo eficiencia del 95% para riego a manta según la metodología propuestos en el proyecto de transformación													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
ETo	33,6	49,4	87,2	112,6	147,0	166,1	178,7	155,6	108,9	68,0	35,1	27,3	1.169,5
Kc estudio			0,20	0,30	0,40	0,40	0,30	0,30					
Pe B y H 2025	15,0	13,6	19,3	16,2	18,2	21,5	10,0	4,8	12,7	15,2	21,9	9,7	178,1
Reserva según B y H	50	50	50	32					13	28	50	50	
Nec Riego B y H					8,2	44,9	43,7	41,9					138,6
Eficiencia 0,95					8,6	47,3	46,0	44,1					145,9

Tabla 4: Necesidades hídricas al 95% (l/m²)

Viñedo metodología actual

Viñedo eficiencia del 45% para riego a manta metodología actualizada													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
ETo 2025	33,6	49,4	87,2	112,6	147,0	166,1	178,7	155,6	108,9	68,0	35,1	27,3	1.169,5
Kc estudio 2025				0,10	0,10	0,20	0,37	0,40	0,40	0,20			
Pe 2025	34,6	32,9	38,3	36,2	38,4	42,5	26,8	13,5	28,7	32,4	44,9	25,9	395,1
Reserva según Pe	20	20	20	20	20	20	0	0	0	19	20	20	
Nec Riego P _e					0,0	0,0	19,3	48,8	14,9	0,0			83,0
Eficiencia 0,45					0,0	0,0	42,9	108,3	33,1	0,0			184,3

Tabla 5: Necesidades hídricas al 45% (l/m²)

Viñedo eficiencia del 95% para riego a manta metodología actualizada													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Eto 2025	33,6	49,4	87,2	112,6	147,0	166,1	178,7	155,6	108,9	68,0	35,1	27,3	1.169,5
Kc estudio 2025				0,10	0,10	0,20	0,37	0,40	0,40	0,20			
P _e	34,6	32,9	38,3	36,2	38,4	42,5	26,8	13,5	28,7	32,4	44,9	25,9	395,1
Reserva según P _e	20	20	20	20	20	20	0	0	0	19	20	20	
Nec Riego P _e 2025					0,0	0,0	19,3	48,8	14,9	0,0			83,0
Eficiencia 0,95					0,0	0,0	20,3	51,3	15,7	0,0			87,3

Tabla 6: Necesidades hídricas al 95% (l/m²)

6.2 Resultados referentes al ahorro de agua

Este cálculo de necesidades hídricas resulta en un ahorro presentado en la tabla 7 del orden de un 53% en la dosis por hectárea por ambos métodos.

Resumen de resultados	Total Hectáreas	Necesidades hídricas por hectárea método proyecto (m ³ /ha)	Necesidades hídricas por hectárea método actual (m ³ /ha)
Situación inicial	1.060	3.080	1.843
Situación final	1.060	1.459	873

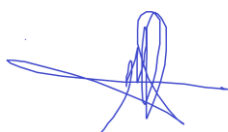
Tabla 7: Tabla resumen de necesidades hídricas

En base a los datos presentados en las tablas 3-6 la modernización del regadío de Viana III la modernización supondrá un ahorro de agua de riego del 53 % por lo que supera el umbral definido Reglamento (UE) 2021/2115 del Parlamento Europeo y del Consejo de 2 de diciembre de 2021 para que las instalaciones de riego sean subvencionables.

AHORRO DE AGUA PREVISTO		
	Gasto total de agua metodología proyecto m ³ /ha/año	Gasto total de agua metodología actual m ³ /ha/año
Situación inicial	326.480	195.040
Situación final	154.760	92.220
Ahorro de agua	171.720	102.820
Ahorro en (%)	53%	53%

Tabla 8: Resultado del ahorro de agua por la modernización de riego

Servicio Asesoramiento al Regante
Riegos de Navarra (INTIA)



Fdo: Natalia Murugarren Villava

Coordinador de Concentración Parcelaria e Infraestructuras
Riegos de Navarra (INTIA)

NIEVES NUIN
ALFONSO
JAVIER -
18195967T

Firmado digitalmente por NIEVES NUIN ALFONSO JAVIER - 18195967T
Fecha: 2025.09.29 10:57:36 +02'00'

Fdo: Alfonso Nieves Nuin

Anejo 1: *PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y
CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE
REGANTES VIANA I (NAVARRA)*
Estudio agronómico

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

ANEJO Nº 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

ÍNDICE

1	OBJETO.....	1
2	DELIMITACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA ZONA ESTUDIADA	2
2.1	USOS ACTUALES DE LA TIERRA.....	2
2.2	USOS DE LA TIERRA EN LA COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA.....	2
2.3	USOS DE LA TIERRA EN LA COMARCA AGRARIA IV, TIERRA ESTELLA.....	4
2.4	USOS DE LA TIERRA EN LA ZONA DE ESTUDIO	8
3	CLIMATOLOGÍA.....	8
3.1	CLASIFICACIÓN E ÍNDICES CLIMÁTICOS.....	12
3.1.1	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA.....	12
3.1.1.1	Clasificación de Köppen	12
3.1.1.2	Clasificación de Papadakis	13
3.1.2	ÍNDICES CLIMÁTICOS.....	18
3.1.2.1	Índice de aridez de Martonne.....	18
3.1.2.2	Índice de aridez de knoche	19
3.1.2.3	Índice termopluviométrico de Dantín-Revenga	20
3.1.2.4	Índice de Pluviosidad de Lang	21
3.1.2.5	Índice de humedad (ILN).....	21
3.1.2.6	Índice de Thornthwaite.....	22
3.1.2.7	Índice bioclimático de Vernet	23
3.1.2.8	Índice pluviométrico de Blair	24
3.1.2.9	Índice de Emberger.....	24
3.2	NÚMERO DE DÍAS APROVECHABLES PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	25
3.2.1	CONDICIONES CLIMÁTICAS LÍMITE.....	26
3.2.1.1	TEMPERATURA LÍMITE PARA LA MANIPULACIÓN DE MATERIALES NATURALES HÚMEDOS	26
3.2.1.2	Precipitación límite.....	26
3.2.2	COEFICIENTES DE REDUCCIÓN POR CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LOS TRABAJOS.....	26
3.2.2.1	COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR HELADA	26
3.2.2.2	Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo.....	26
3.2.2.3	Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo, de precipitación pequeña	27
3.2.2.4	Coeficiente de reducción por temperatura límite en la ejecución de riegos, tratamientos superficiales o por penetración.....	27
3.2.2.5	Coeficiente de reducción por temperatura límite en la ejecución de mezclas bituminosas	27
3.2.3	CÁLCULO DE LOS DÍAS APROVECHABLES PARA CADA ACTIVIDAD	28
4	DATOS AGRÓCLIMÁTICOS	32
5	NECESIDADES HÍDRICAS	33

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

5.1	MÉTODOS SELECCIONADOS	33
5.2	SISTEMÁTICA DE CÁLCULO	34
5.2.1	BALANCE HÍDRICO. PERÍODO DE CÁLCULO	34
5.2.2	COEFICIENTE DE CULTIVO KC	35
5.2.3	PRECIPITACIÓN EFECTIVA (PE).....	37
5.3	NECESIDADES BRUTAS DE LOS CULTIVOS.....	37
5.3.1	BALANCE HÍDRICO.....	37
5.3.2	ALTERNATIVA DE CULTIVOS	40
5.3.3	CONSUMO DE LA ALTERNATIVA.....	41
APÉNDICE 1. SERIES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DEL PERÍODO (2008-2018)		42
ESTACIÓN DE BARGOTA (UTM, X: 557811 Y: 4703462), RED SIAR.....		42

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DATOS DE LA ESTACIÓN CLIMÁTICA DE REFERENCIA.....	1
TABLA 2. SUPERFICIES DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE NAVARRA AÑO 2021	3
TABLA 3. TIPOS DE CULTIVOS EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE NAVARRA AÑO 2021	4
TABLA 4. SUPERFICIES DE LA COMARCA TIERRA ESTELLA.....	5
TABLA 5. TIPOS DE CULTIVOS EN LA COMARCA TIERRA ESTELLA	6
TABLA 6. CULTIVOS EN LA COMARCA TIERRA ESTELLA.....	8
TABLA 7. DISTRIBUCIÓN DE LOS CULTIVOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	8
TABLA 8. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE MARTONE	19
TABLA 9. CLASIFICACIÓN DE ARIDEZ DE KNOCHÉ	20
TABLA 10. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE DANTÍN-REVENGA	20
TABLA 11. CLASIFICACIÓN TERMO-PLUVIOMÉTRICA DE LANG.....	21
TABLA 12. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE THORNTHWAITE.....	22
TABLA 13. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE VERNET	23
TABLA 14. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA DE BLAIR	24
TABLA 15. CLASIFICACIÓN PLUVIOMÉTRICA DE EMBERGER.....	24
TABLA 16. VALORES DE LAS DISTINTAS VARIABLES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO DE DÍAS HÁBILES.....	25
TABLA 17. COEFICIENTES DE REDUCCIÓN POR CLIMATOLOGÍA ADVERSA PARA CADA ACTIVIDAD	28
TABLA 18. DÍAS APROVECHABLES PARA CADA ACTIVIDAD	29
TABLA 19. DÍAS TRABAJABLES EN EL AÑO NATURAL.....	31
TABLA 20. COEFICIENTES DE REDUCCIÓN PARA CADA ACTIVIDAD	31
TABLA 21. DÍAS TRABAJABLES NETOS PARA CADA ACTIVIDAD	31
TABLA 22. DATOS AGROCLIMÁTICOS ESTACIÓN DE BARGOTA.....	32
TABLA 23. COEFICIENTES DE CULTIVO	35
TABLA 24 BALANCE HÍDRICO DE LOS CULTIVOS	39
TABLA 25. DOSIS DE RIEGO EN VIÑEDO.....	40
TABLA 26. ALTERNATIVA DE CULTIVOS PARA LA ZONA DE RIEGO.....	40
TABLA 27. CONSUMO DE LA ALTERNATIVA DE CULTIVOS.....	41
TABLA 28. NECESIDADES DE RIEGO DE LA ALTERNATIVA DE CULTIVOS	41
TABLA 29. PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN MENSUALES (2004-2021)	45
TABLA 30. SERIES DE TEMPERATURA MENSUALES (2004-2021)	48
TABLA 31. SERIES DE HUMEDAD RELATIVA MENSUALES (2004-2021)	51

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. COEFICIENTE DE CULTIVO VIÑEDO	36
GRÁFICO 2. COEFICIENTE DE CULTIVO OLIVAR	36
GRÁFICO 3. COEFICIENTE DE CULTIVO CEREAL GRANO	37
GRÁFICO 4. GRÁFICO SERIES MENSUALES ETP (2004-2021)	52
GRÁFICO 5. GRÁFICO SERIES MENSUALES TEMPERATURA (2004-2021)	52
GRÁFICO 6. GRÁFICO SERIES MENSUALES PRECIPITACIÓN (2004-2021)	53

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

ÍNDICE IMÁGENES

IMAGEN 1. ZONAS CLIMÁTICAS DE NAVARRA	9
IMAGEN 2. ZONAS DE NAVARRA	10
IMAGEN 3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN (1981-2010). FUENTE: AEMET	12
IMAGEN 4. TIPOS DE INVIERNO Y SUS LÍMITES EN TÉRMINOS DE TEMPERATURA (PAPADAKIS)	14
IMAGEN 5. TIPOS DE VERANO Y SUS LÍMITES EN TÉRMINOS DE TEMPERATURA (PAPADAKIS)	15
IMAGEN 6. EQUIVALENCIA DE LOS REGÍMENES DE TEMPERATURA CON LOS TIPOS DE INVIERNO Y VERANO (PAPADAKIS)	16
IMAGEN 7. REGÍMENES DE HUMEDAD Y SU DEFINICIÓN (PAPADAKIS)	17
IMAGEN 8. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA. DEFINICIÓN METEOROLÓGICA DE LAS PRINCIPALES UNIDADES (PAPADAKIS)	18
IMAGEN 9. REGÍMENES TÉRMICO E HÍDRICO	18
IMAGEN 10. CALENDARIO LABORAL NAVARRA 2023. FUENTE: BOE.ES - BOE-A-2022-16755 RESOLUCIÓN DE 7 DE OCTUBRE DE 2022, DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE TRABAJO, POR LA QUE SE PUBLICA LA RELACIÓN DE FIESTAS LABORALES PARA EL AÑO 2023.....	30
IMAGEN 11.- ESTACIÓN AGROCLIMÁTICA DE BARGOTA.....	32

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

1 OBJETO

En el presente anejo se pretende realizar un análisis detallado de las características agronómicas de la zona de estudio, analizando en primer término la estructura productiva del sector agrícola. Así, para el estudio desarrollado en este Anejo se ha llevado a cabo un minucioso análisis de la agricultura actual desarrollada en la zona, con el fin de conocer así la alternativa de cultivos actual y, de este modo, poder plantear una alternativa de cultivos futura que permita estimar las necesidades futuras de agua de riego.

Se incluye igualmente una amplia información sobre las características climáticas de la zona, tanto en lo que respecta a las variables térmicas como en lo que respecta a las variables pluviométricas.

De este modo, el presente estudio agronómico contará con la información necesaria que permita obtener los parámetros básicos de riego a considerar para el adecuado dimensionamiento hidráulico de la red de riego planteada.

En primer lugar, se recogen los datos referentes a la climatología de la zona; a continuación, se recogen los cultivos seleccionados, después se obtienen las necesidades de los mismos, y, finalmente, se calculan las dotaciones para el dimensionado de la red.

Por último, se incluirá información sobre la calidad del agua de riego a emplear en la aplicación del riego, proveniente en este caso del río Ebro.

La estación climática de referencia será Bargota, muy cercana a la zona y cuyos datos son:

ESTACIÓN	UTM X	UTM Y	ALTITUD
BARGOTA	557.811	4.703.462	375 m

Tabla 1. Datos de la estación climática de referencia.

2 DELIMITACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA ZONA ESTUDIADA

La zona objeto del presente estudio comprende el T.M. de Viana, situado en la zona suroeste de la Comunidad Foral de Navarra, muy próximo (11 km) de Logroño, capital de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

Pertenece a la Merindad de Estella y su superficie es de 78,62 Km² (7862 ha), lo que le coloca en la posición 150 en el Orden Autonómico de municipios en función de su superficie.

Así, si bien la caracterización climática y el análisis de los usos actuales de la tierra se desarrollan para la totalidad del Término Municipal, el estudio agronómico definitivo se centrará finalmente en la superficie considerada en la modernización objeto del presente Proyecto.

2.1 USOS ACTUALES DE LA TIERRA

Para obtener información respecto a la distribución actual de cultivos tanto en la Comunidad Autónoma como en la zona en estudio se ha recurrido a los datos publicados por el Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra, correspondientes al año 2021 para el análisis de los usos en el ámbito municipal.

Se analizarán en primer lugar los datos generales correspondientes al ámbito autonómico para, posteriormente, ir concretando paulatinamente en el ámbito comarcal y, por último, analizar los datos correspondientes al municipio considerado en el estudio.

2.2 USOS DE LA TIERRA EN LA COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

Según las fuentes de información consultadas, para el año 2021, del total de la superficie de la Comunidad Autónoma de Navarra (1.038.379,4 ha), 339.148,3 ha corresponden a superficies agrícolas, 617.323 ha. de las cuales el 68% son cultivos de secano y el 32% de regadío, 81.908 ha corresponden a terrenos forestales y 310.280 ha a superficies improductivas.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

SUPERFICIES AGRICOLAS	339.148,3
Cultivos en secano	230.492,2
Cultivos herbáceos	214.715,2
Cultivos leñosos	15.777,0
Cultivos en regadío	108.656,1
Cultivos herbáceos	88.064,4
Cultivos leñosos	20.591,7
SUPERFICIES FORESTALES	617.323,0
Forestal arbolado	385.963,9
Arbolado	385.963,9
Forestal no arbolado	231.359,1
Pastizales	77.668,2
Matorrales	153.691,0
SUPERFICIES IMPRODUCTIVAS	81.908,1
Sin vegetación, construidas o alteradas	69.998,1
Sin vegetación, construidas o alteradas	69.998,1
Superficies de agua	11.910,0
Superficies de agua	11.910,0
TOTAL	
NAVARRA	1.038.379,4

Tabla 2. Superficies de la comunidad autónoma de Navarra año 2021

En cuanto a las superficies por grupo de cultivo, observamos que predominan los cereales grano que suponen el 72% de los cultivos herbáceos, seguido de cultivos forrajeros y hortícolas.

El viñedo es el cultivo predominante con un 53% de los cultivos leñosos, seguido de olivar y frutales.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

	2021		
	Secano	Regadío	Total
Cereales grano	143.718	46.513	190.231
Leguminosas grano	3.907	548	4.455
Tubérculos consumo humano	107	261	368
Cultivos industriales	8.575	3.686	12.261
Flores y plantas ornamentales	0	21	21
Cultivos forrajeros	18.239	14.022	32.261
Hortalizas	503	24.295	24.798
Total cultivos herbáceos	175.049	89.346	264.395
Cítricos	0	0	0
Frutales	2.562	4.555	7.117
Viñedo	7.396	11.027	18.423
Olivar	3.436	5.229	8.665
Otros cultivos leñosos	325	30	355
Viveros	0	62	62
Total cultivos leñosos	13.719	20.903	34.622

Tabla 3. Tipos de cultivos en la comunidad autónoma de Navarra año 2021

2.3 USOS DE LA TIERRA EN LA COMARCA AGRARIA IV, TIERRA ESTELLA

El análisis realizado en este apartado se refiere a la Comarca Agraria IV, denominada Tierra Estella, puesto que es la Comarca a la que pertenece el Término Municipal de Viana.

Según las fuentes de información consultadas, de las 154.014 ha con las que cuenta esta Comarca, el 39,5 % de ellas corresponden a superficies agrícolas, 56.500 ha de secano y 4.309 ha de regadío, correspondiendo el 54,5 % de la superficie a tierras calificadas en la categoría de terreno forestal, el 6 % corresponde a superficies improductivas, en el que se incluyen conceptos tan diferentes como los eriales, espartizales, terrenos improductivos, superficies no agrícolas, ríos y lagos.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

SUPERFICIES AGRICOLAS	60.808,3
Cultivos en secano	56.499,5
Cultivos herbáceos	50.254,6
Cultivos leñosos	6.244,9
Cultivos en regadío	4.308,8
Cultivos herbáceos	3.362,5
Cultivos leñosos	946,3
SUPERFICIES FORESTALES	83.866,6
Forestal arbolado	51.692,6
Arbolado	51.692,6
Forestal no arbolado	32.174,0
Pastizales	8.147,2
Matorrales	24.026,8
SUPERFICIES IMPRODUCTIVAS	9.338,9
Sin vegetación, construidas o alteradas	8.044,3
Sin vegetación, construidas o alteradas	8.044,3
Superficies de agua	1.294,6
Superficies de agua	1.294,6
TOTAL COMARCA IV	154.013,8

Tabla 4. Superficies de la comarca Tierra Estella

En cuanto a las superficies por grupo de cultivo, la gran mayoría corresponde a cereales grano con el 82% de los cultivos herbáceos, seguido de cultivos forrajeros e industriales.

El viñedo y olivar son los cultivos predominantes con más del 85% de los cultivos leñosos, seguido muy de lejos de frutales y otros.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

	2021		
	Secano	Regadío	Total
Cereales grano	37.728	1.923	39.651
Leguminosas grano	1.037	86	1.123
Tubérculos consumo humano	10	70	80
Cultivos industriales	3.056	168	3.224
Flores y plantas ornamentales	0	0	0
Cultivos forrajeros	3.451	361	3.812
Hortalizas	348	340	688
Total cultivos herbáceos	45.630	2.948	48.578
Cítricos	0	0	0
Frutales	669	85	754
Viñedo	3.032	704	3.736
Olivar	1.911	287	2.198
Otros cultivos leñosos	258	5	263
Viveros	0	2	2
Total cultivos leñosos	5.870	1.083	6.953

Tabla 5. Tipos de cultivos en la comarca Tierra Estella

En la siguiente tabla se reflejan los diferentes cultivos de la Comarca IV:

	Secano	Regadío	Total
Trigo blando	20.158	1.077	21.235
Cebada	15.313	605	15.918
Avena	2.206	115	2.321
Maíz	0	126	126
Centeno	5	0	5
Triticale	46	0	46
Judía seca y pocha	7	48	55

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

Haba seca	613	23	636
Guisante seco	322	15	337
Veza grano	93	0	93
Patata media estación	0	13	13
Patata tardía	10	57	67
Girasol	779	39	818
Colza	2.269	123	2.392
Maíz forrajero	5	83	88
Ray Grass	539	75	614
Alfalfa	67	13	80
Veza forraje	2.009	105	2.114
Guisante forraje	240	9	249
Pradera temporal	414	24	438
Espárrago	333	255	588
Lechuga	0	11	11
Pimiento industria	0	30	30
Total cultivos herbáceos	45.428	2.846	48.274
Manzano	9	2	11
Peral	0	7	7
Cerezo y guindo	6	0	6
Melocotonero y nectarino	6	1	7
Endrino	0	29	29
Almendro	491	24	515
Nogal	109	10	119
Viñedo vinificación	2.854	640	3.494
con D.O. Navarra	1.276	115	1.391
con D.O. Rioja	1.549	525	2.074
Otros vinos	29	0	29
Olivar aceite	1.794	229	2.023
Total cultivos leñosos	5.269	942	6.211
Total cultivos	50.697	3.788	54.485
Pradera natural	452	19	471

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

Tabla 6. Cultivos en la comarca Tierra Estella

2.4 USOS DE LA TIERRA EN LA ZONA DE ESTUDIO

En cuanto a los usos de la tierra y superficie ocupada por los diferentes cultivos en la zona de estudio, los datos se concretan en lo siguiente:

De las 1.060 ha totales, la superficie predominante corresponde a viñedo con 850,4 ha, seguido de cereales grano, principalmente cebada con 158,60 ha y por último olivo con las restantes 51 ha.

CULTIVO	PORCENTAJE
Viña	80,23 %
Tierra de labor (cebada)	14,96 %
Olivo	4,81 %
TOTAL	100 %

Tabla 7. Distribución de los cultivos en la zona de estudio

3 CLIMATOLOGÍA

El clima tiene una gran influencia tanto en la configuración del relieve como en el tipo y distribución de los usos del suelo y de la vegetación de la zona. Asimismo, los elementos del clima, tales como la temperatura y las precipitaciones son determinantes en la toma de decisiones con respecto al riego, y en la evaluación de los recursos hídricos necesarios.

El municipio forma parte de la depresión de Estella, si bien su altitud en el centro urbano es de 505 m, es la zona norte de Viana la más abrupta y montañosa. El resto del territorio se hace más llano y abierto a medida que se aproxima al río Ebro, que hace de límite sur del municipio.

Su clima en la parte norte es mediterráneo Csa según Köppen, de precipitaciones más bien escasas y veranos cálidos y secos. Las precipitaciones, que todavía alcanzan los 600 l/m² anuales en el límite con la Zona Media, van disminuyendo de norte a sur de manera que al sur hace su aparición el clima estepario propio de la zona central del Valle del Ebro, Bsk o clima estepario frío.

La vegetación potencial se corresponde con carrascales o encinares (*Quercus rotundifolia*) en la zona mediterránea, y matorral alto en la zona esteparia, con coscoja (*Quercus coccifera*). En la Ribera

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

las especies naturales que aparecen son matorral bajo de tomillo (*Thymus vulgaris*), romero (*Rosmarinus officinalis*), esparto (*Stipa tenacissima*) y algunos pinares de repoblación de pino de Alepo (*Pinus halepensis*).



Imagen 1. Zonas climáticas de Navarra

En cuanto a los usos agrícolas en la franja norte, más húmeda y que limita con la Zona Media y la Ribera, se cultivan cereales, viñas y olivos en secano.

Las zonas no cultivadas se hallan en su mayor parte cubiertas de matorral o de pastizal-matorral con aprovechamiento ganadero en invierno, y de repoblaciones de pino de Alepo (*Pinus halepensis*).

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)



Imagen 2. Zonas de Navarra

El clima es mediterráneo, con precipitaciones anuales entre los 500 y 600 l/m² y veranos secos y cálidos. Las montañas periféricas lo aíslan de las influencias oceánicas, aumentando la continentalización (inviernos fríos y veranos calurosos) y disminuyendo las precipitaciones. La aridez es uno de los principales rasgos del clima de esta zona. Las lluvias son escasas y presentan una fuerte irregularidad intermensual e interanual, con largos períodos en los que no se registra precipitación alguna.

La temperatura media anual varía entre 13,5 y 14,4°C de norte a sur. El viento es otro elemento destacado del Valle del Ebro, siendo el sentido más frecuente de noroeste a sureste. Se trata del llamado cierzo, viento frío y seco que aparece cuando en el Mediterráneo occidental se forma una borrasca mientras el Atlántico oriental está ocupado por altas presiones.

Las medias de las temperaturas máximas van ascendiendo en primavera de entre 14,5 o 16°C en marzo según zonas, a 20,3 o 23°C en mayo, y la probabilidad de que se produzcan heladas es muy baja a partir del 1 de mayo. La precipitación acumulada en esta época oscila alrededor de 190 a 105 l/m² de norte a sur.

El verano es seco y caluroso, influenciado por las altas presiones subtropicales (anticiclón de las Azores). Las temperaturas máximas medias en julio y agosto varían entre 28,7 y 31°C, y las medias de 22 a 24°C. Es la estación menos lluviosa del año, las precipitaciones son escasas y muy irregulares y en conjunto se registran entre 65 y 115 l/m² durante estos tres meses.

El otoño es corto, con máximas medias que rondan los 25,5°C, en noviembre la media de las máximas oscila en torno a 13,5°C y la probabilidad de heladas nocturnas es alta.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

En el otoño la precipitación acumulada media varía de 100 a 180 l/m² según zonas. Con el acortamiento de los días y el aumento de nubosidad la insolación media diaria que en septiembre es de unas 8 horas se reduce a alrededor de 4,5 horas en noviembre.

La temperatura media de enero se aproxima a los 5,5°C, las temperaturas máximas medias varían de 9 a 10°C y la nieve es rara, a pesar de ello la sensación térmica puede ser muy fría en la Ribera debido a la presencia del cierzo.

Las precipitaciones acumuladas oscilan entre 70 y 157 l/m², y la insolación media diaria es aproximadamente de 4 a 6 horas según zonas.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

3.1 CLASIFICACIÓN E ÍNDICES CLIMÁTICOS

3.1.1 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

3.1.1.1 CLASIFICACIÓN DE KÖPPEN

Köppen define el clima según una combinación de letras que indican una o varias características climáticas del área analizada, tales como la temperatura y la precipitación media mensuales, así como la distribución anual de las anteriores variables.

Según la información disponible en la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) para el período 1981-2010, el clima de la zona de estudio se corresponde con el código Cfa (clima templado con verano seco y cálido) el cual se caracteriza por tener la temperatura media del mes más frío comprendida entre 0 y 18°C. El subtipo f indica que se observa en invierno (precipitación del mes más seco de octubre-marzo inferior a la décima parte del mes más lluvioso de abril-septiembre). Por último, la tercera letra (a) indica que el verano es caluroso (temperatura media del mes más cálido superior a 22 °C).



Imagen 3. Clasificación climática de Köppen (1981-2010). Fuente: AEMET

La clasificación climática de Köppen es de las más utilizadas en estudios climatológicos en todo el mundo a pesar de la antigüedad de su formulación. No obstante, no tiene una aplicación directa sobre la determinación y definición de las características agrológicas. Por este motivo se ha considerado conveniente completarla con otra clasificación de uso menos extendido.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

3.1.1.2 CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS

La clasificación climática de Papadakis se considera una caracterización agro-ecológica a nivel macroclimático, ya que en estos niveles intervienen, de forma clave, factores como la topografía o el relieve. Esta clasificación utiliza variables climáticas basadas en valores extremos, los cuales son más representativos y restrictivos para estimar las respuestas óptimas de los distintos cultivos.

Se trata pues de una clasificación habitual destinada a la caracterización agroclimática.

Esta clasificación distingue diez grupos fundamentales, cada uno de los cuales se caracterizan por regímenes específicos de temperatura y humedad y se subdivide en tipos climáticos más precisos.

En primer lugar, es necesario definir el tipo de invierno y de verano, que determinan el régimen térmico de la zona. Por otro lado, se obtiene el régimen hídrico a partir de datos de precipitación.

Ambos regímenes determinan el Tipo Climático de Papadakis.

Las variables necesarias para determinar el tipo de invierno según esta clasificación climática son:

- Temperatura media de mínimas absolutas del mes más frío
- Temperatura media de mínimas del mes más frío
- Temperatura media de máximas del mes más frío

Que en la estación analizada valen:

VARIABLE	VALOR
TEMPERATURA MEDIA DE MÍNIMAS ABSOLUTAS DEL MES MÁS FRÍO (°C)	-2,7
TEMPERATURA MEDIA DE MÍNIMAS DEL MES MÁS FRÍO (°C)	2,2
TEMPERATURA MEDIA DE MÁXIMAS DEL MES MÁS FRÍO (°C)	9,2

Según la tabla que define cada uno de los tipos de invierno (Imagen 4) la zona de estudio presenta un tipo de invierno **Avena cálido (Av)**.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

TIPO	TEMP.MEDIA DE LAS MINIMAS ABSOLUTAS DEL MES MAS FRIO	TEMP.MEDIA DE LAS MINIMAS DEL MES MAS FRIO	TEMP.MEDIA DE LAS MAXIMAS DEL MES MAS FRIO
Ecuatorial			
Ec	mayor de 7°	mayor de 18°	---
Tropical			
Tp (cálido)	id	13 a 18°	mayor de 21°
tP (medio)	id	8 a 13°	id
tp (fresco)	id	---	menor de 21°
Citrus			
Ct (tropical)	7 a -2'5°	mayor de 8°	mayor de 21°
Ci	id	---	10 a 21°
Avena			
Av (cálido)	-2'5 a -10°	mayor de -4°	mayor de 10°
av (fresco)	mayor de -10°	---	5 a 10°
Triticum			
Tv (trigo-avena)	-10° a -29°	---	mayor de 5°
Ti (cálido)	mayor de -29°	---	0 a 5°
ti (fresco)	id	---	menor de 0°
Primavera			
Pr (más cálido)	menor de -29°	---	mayor de -17'8°
pr (más fresco)	id	---	menor de -17'8°

Imagen 4. Tipos de invierno y sus límites en términos de temperatura (Papadakis)

La determinación del tipo de verano se hace en base a las siguientes variables:

- La media de las temperaturas medias de máximas de los 2, 4 ó 6 meses más cálidos.
- La media de máximas del mes más cálido.
- La media de mínimas del mes más cálido.
- La media de la media de mínimas de los dos meses más cálidos.
- La estación libre de heladas, bien la mínima (EmLH), la disponible (EDLH) o la media

Los valores de las anteriores variables en la zona de estudio se recogen en la siguiente tabla:

VARIABLE	VALOR
DURACIÓN DE LA ESTACIÓN LIBRE DE HELADAS (MÍNIMA, DISPONIBLE O MEDIA) (EN MESES)	7
MEDIA DE LAS MÁXIMAS DE LOS n MESES (n=6) MÁS CÁLIDOS (°C)	28,22
MEDIA DE LAS MÁXIMAS DEL MES MÁS CÁLIDO (°C)	29,60
MEDIA DE LAS MÍNIMAS DEL MES MÁS CÁLIDO (°C)	15,60
MEDIA DE LAS MEDIAS MÍNIMAS DE LOS DOS MESES MÁS CÁLIDOS (°C)	15,71

Con estos datos y según la Figura 3 que contiene la tabla que caracteriza el tipo de verano, se tiene que el verano en la estación analizada es **Oriza (arroz) O (cálido)**.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

TIPO	DURACION DE LA ESTACION LIBRE DE HELADAS (MINIMA DISPONIBLE O MEDIA), EN MESES	MEDIA DE LAS MAXIMAS DE LOS n MESES MÁS CALIDOS	MEDIA DE LAS MAXIMAS DE LOS n MESES MÁS CALIDOS	MEDIA DE LAS MINIMAS DEL MES MÁS CALIDO	MEDIA DE LAS MINIMAS DEL MES MÁS CALIDO	MEDIA DE LAS MEDIAS DE LAS MINIMAS DE LOS DOS MESES MÁS CALIDOS
Gossypium (algodón)						
G (más cálido)	mínima >4'5	> 25° n= 6	> 33'5°			
g ¹ (menos cálido)	id	id	< 33'5°	> 20°		
Cafeto c						
	mínima 12	> 21° n= 6	id	< 20°		
Oryza (arroz)						
o ¹	mínima >4	21° a 25° n= 6				
Maíz M ²						
	disponible >4'5	> 21° n=6				
Triticum T (más cálido)						
	id	< 21° n=6 > 17° n=4				
t (menos cálido)	disponible 2'5 a 4'5	> 17° n=4				
Polar cálido (taiga) P						
	disponible < 2'5	> 10° n=4			> 5°	
Polar frío (tundra) p ³						
	id	> 6° n=2				
Frigido F (desértico subglacial) f (helada permanente)						
		< 6° n=2	> 0°			
			< 0°			
Andino-alpino A ³ (alpino bajo) media >1						
	disponible <2'5 media >1	> 10° n=4				
a ³ (alpino alto)	media <1	id				

1: No puede ser c
2: No puede ser G, g, O ó o
3: No puede ser P

A efecto de clasificación se han introducido las siguientes variaciones respecto al original de Papadakis: para el tipo Oryza se ha considerado que la media de las máximas de los 6 meses más cálidos debe ser > 21° C, y para los tipos Triticum no se tiene en cuenta la condición de que la media de las máximas de los 4 meses más cálidos sea > 17° C.

Imagen 5. Tipos de verano y sus límites en términos de temperatura (Papadakis)

El régimen térmico según esta clasificación viene dado directamente por los tipos de invierno y de verano calculados anteriormente. Para nuestro caso, con un invierno tipo Avena (Av), y un verano Oryza (arroz) G (cálido), resulta un régimen térmico tipo **Templado Cálido (TE)**.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

REGIMEN TERMICO		TIPO DE INVIERNO	TIPO DE VERANO
Ecuatorial			
Ec. cálido	EQ	Ec	G
Ec. semi-cálido	Eq	Ec	g
Tropical			
cálido	TR	Tp	G
semi-cálido	Tr	Tp	g
cálido con invierno frío	tR	tp	G, g
frío	tr	tp	O, g
Tierra templada	Tt	Tp, tP, tp	c
Tierra templada fresca	tt	tp	T
Tierra fría [2]			
baja	TF [7]	Ci o más frío	g
media	Tf	Ci o más frío	O, M
alta	tf	Ci o más frío	T, t
Andino [2]			
bajo	An	Ti o más cálido	A
alto	an	Ti o más cálido	a
taiga	aP	Ti o más cálido	P
tundra	ap	Ti o más cálido	p
desierto subglacial	aF	Ti o más cálido	F
Subtropical			
semi-tropical	Ts	Ci	G, g
cálido	SU	Ci, Av	G
semi-cálido	Su [7]	Ci	g
Marino [1]			
Super-cálido	Mm	Ci	T
cálido	MA	Ci	O, M
fresco	Ma	av, Av	T
frío	ma [3]	av, Ti, Tv	P
tundra	mp	Ti, av	p
desértico subglacial	mF	Ti	F
Templado [1]			
cálido	TE	av, Av	M, O
fresco	Te	ti, Ti, Tv	T
frío	te	ti, Ti	t

Imagen 6. Equivalencia de los regímenes de temperatura con los tipos de invierno y verano (Papadakis)

El régimen hídrico se determina en base a los índices de humedad mensual y anual, a la relación entre la lluvia de lavado y la evapotranspiración potencial anuales, y al número de meses húmedos, intermedios y secos. La definición de estos parámetros se muestra a continuación:

- Índice de humedad anual: $I_h = P/ET_o$.
- Índice de humedad mensual: $I_{hm} = P_m/ET_{om}$ si $P_m > ET_{om}$
 $I_{hm} = (P_m + R_m - 1)/ET_{om}$ si $P_m < ET_{om}$

- Mes húmedo: $P_m > ET_{om}$.
- Mes intermedio: $P_m + |VR_m| > 0,5 ET_{om}$.
- Mes seco: $P_m + |VR_m| < 0,5 ET_{om}$.
- Lluvia de lavado: $L_n = \sum_{12} (P_m - ET_{om})$, si $P_m > ET_{om}$.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

La definición de los regímenes hídricos se recoge a continuación (Figura 5):

Regímenes fundamentales		SUBDIVISION DEL REGIMEN MONZONICO	
HU, Hu (húmedo)	No hay ningún mes seco. Índice de humedad anual mayor de 1. L_a (agua de lavado) mayor del 20 por 100 de la ETP anual.	MO (húmedo)	L_a mayor que el 20% de la ETP anual y/o índice de humedad anual mayor de 0'88.
ME, Me, me (mediterráneo)	Ni húmedo ni desértico; $P_{invernal}$ mayor que $P_{estival}$. Si el verano es G julio deberá ser seco. Latitud mayor que 20°, en caso contrario monzónico.	Mo (seco)	L_a menor del 20% de la ETP anual; índice de humedad anual entre 0'44 y 0'88.
MO, Mo, mo (monzónico)	Ni húmedo ni desértico. Índices de humedad jul-agosto mayor que abril-mayo. Julio o agosto deberán ser húmedos si lo son dos meses de invierno, julio o agosto deberán ser húmedos o intermedios (no secos) si lo son dos meses de invierno, en caso contrario el régimen es de estepa o isohigro-semárido.	mo (semárido)	Índice anual de humedad menor de 0'44.
St (estepario)	Ni mediterráneo ni monzónico ni húmedo. Primavera no seca (la precip. combinada de los 3 meses de primavera cubre más de la mitad de la ETP correspondiente). Latitud mayor de 20°; en caso contrario el régimen es monzónico.	SUBDIVISION DEL REGIMEN DESERTICO	
da, de, di, do (desértico)	Todos los meses con temperaturas medias de las máximas mayores de 15° son secos. Índice anual de humedad menor de 0'22.	da (absolutamente desértico)	Todos los meses con la media de las máximas superior a 15°C tienen índices de humedad menores de 0'25; el índice anual de humedad es menor de 0'08.
si (isohigro-semárido)	Demasiado seco para estepario, demasiado húmedo para desértico. Ni mediterráneo ni monzónico.	de (desierto mediterráneo)	No suficientemente seco para da; la precipitación de invierno mayor que la de verano.
		di (desierto isohigro)	Ni da, ni de, ni do.
		do (desierto monzónico)	No suficientemente seco para da; julio-agosto son menos secos que abril-mayo.
SUBDIVISION DE LOS REGIMENES HUMEDO Y MEDITERRANEO		Los meses nombrados para las definiciones de los regímenes son para el hemisferio norte; para el hemisferio sur deben cambiarse por los correspondientes.	
Húmedos		Invierno → diciembre, enero, febrero ⇒ hemisferio norte junio, julio y agosto ⇒ hemisferio sur	
HU (siempre húmedo)	Todos los meses son húmedos.	Verano → junio, julio y agosto ⇒ hemisferio norte diciembre, enero y febrero ⇒ hemisferio sur	
Hu (húmedo)	Uno o más meses son intermedios.		
Mediterráneos			
ME (húmedo)	L_a mayor que el 20 por ciento de la ETP anual y/o índice anual de humedad mayor de 0'88.		
Me (seco)	L_a menor del 20 por ciento de la ETP anual; índice anual de humedad entre 0'22 y 0'88; en uno o más meses con la media de las máximas > 15° el agua disponible ($P - R_{>15}$) cubre completamente la ETP.	Se han introducido las siguientes variaciones respecto al original de Papadakis: en el Régimen Mediterráneo la condición tenida en cuenta es que la $P_{invernal}$ sea mayor que $0'8 P_{estival}$. Las estaciones catalogadas con Régimen estepario por no cumplir la condición anterior del Régimen mediterráneo, se han clasificado como: ME / St: tiene Régimen de humedad St pero cumple todas las demás condiciones para ME. Me / St: tiene Régimen de humedad St pero cumple todas las demás condiciones para Me.	
mo (semárido)	Demasiado seco para Me.		

Imagen 7 Regímenes de humedad y su definición (Papadakis)

Para la estación de Barga, los datos son:

ETO ANUAL (mm)	P (mm)	Ih	LN
118,5	478,98	12,5	37,9

Según los datos obtenidos, el régimen hídrico no es húmedo ni desértico. La precipitación invernal es mayor que la precipitación estival. Por lo tanto, el régimen hídrico en la estación es **Mediterráneo seco (Me)**.

Finalmente, la clasificación de Papadakis define las unidades climáticas en función del régimen térmico y del régimen hídrico obtenidos. En el caso analizado, en el que se ha obtenido un régimen térmico Templado Cálido (TE) y régimen hídrico Mediterráneo seco (Me), se concluye que el clima de la zona de Proyecto pertenece a la unidad Mediterráneo continental.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

UNIDAD CLIMÁTICA	REGIMEN DE TEMPERATURA	REGIMEN DE HUMEDAD
I. GRUPOS FUNDAMENTALES		
1. Tropical	EQ, Eq, TR, Tr, tR, tr, Tt, tt	HU, Hu, MO, Mo, mo
2. Tierra fría	TF, Tt, tf, An, an, aP, ap, aF	HU, Hu, MO, Mo, mo
3. Desértico	Cualquiera	da, de, di, do
4. Subtropical	Ts, SU, Su	HU, Hu, MO, Mo, mo
5. Pampeano	PA, Pa, pa, TE, MA, Ma, ma, SU, Su	St, si, Mo, mo ¹
6. Mediterráneo	Cualquiera	ME, Me, me ¹
7. Marítimo	Mm, MA, Ma, ma, mp, mF, TE, Te, te, Pa, pa	HU, Hu
8. Continental húmedo	CO, Co, co	HU, Hu, MO
9. Estepario	CO, Co, co, Po ² , Te, te	St, si, Mo, mo
10. Polar	Po ² , po, Fr, fr, Al, al	Cualquiera

Imagen 8. Clasificación climática. definición meteorológica de las principales unidades (Papadakis)

UNIDAD Subunidad	REGIMEN TERMICO	REGIMEN HIDRICO
MEDITERRANEO	cualquiera (Pa-pa-TE-Ma con me es PAMPEANO)	ME, Me, me
Mediterráneo subtropical	SU, Su	ME, Me
Mediterráneo marítimo	MA, Mm	ME, Me
Mediterráneo marítimo fresco	Ma	ME
Mediterráneo tropical	tr	ME, Me
Mediterráneo templado	TE	ME, Me
Mediterráneo templado fresco	Te, te, Po, Pa, pa	ME, Me
Mediterráneo continental	CO, Co, co	ME, Me
Mediterráneo semiárido subtropical	SU, Su, Tr, tr, MA	me
Mediterráneo semiárido continental	CO, Co, co, TE, Te, te	me

(1) La combinación de me con Pa, pa, Te, Ma está incluida en el grupo 5.

(2) La combinación de Po con invierno Pr y St o si pertenece al grupo 9; todas las demás combinaciones de Po con HU, Hu, MO, Mo, St pertenecen al 10

En este punto, en el programa se han introducido las siguientes modificaciones respecto de la versión original de Papadakis:

- En el grupo 6.3 se han incluido las combinaciones con regímenes de humedad Me.
- En el grupo 6.4 se han incluido las combinaciones con regímenes térmicos Tr, Tt y tt.
- En el grupo Mediterráneo cuando se habla de los regímenes de humedad ME y Me, se están incluyendo:
ME: ME y ME / St
Me: Me y Me / St
- En el grupo 6.5 se incluyen las combinaciones de TE/Te con ME
- En el grupo 6.6 se incluyen las combinaciones de PA con ME, Me, ME/St y Me/St
- En el grupo 6.7 se incluyen las combinaciones de CO/Co con ME, Me, ME/St y Me/St
- En el grupo 6.8 se han incluido las combinaciones con regímenes térmicos Tt y tt.
- En el grupo 7.5 se incluyen las combinaciones de TE/Te con HU y Hu
- En el grupo 7.5 se han incluido las combinaciones con regímenes térmicos PA
- En el grupo 7.8 se incluyen las combinaciones de TE/Pa con Hu
- En el grupo 8.1 se han incluido las combinaciones con regímenes térmicos CO/Co
- En el grupo 9.1 se han incluido las combinaciones con regímenes térmicos CO/Co

Imagen 9. Regímenes térmico e hídrico

3.1.2 ÍNDICES CLIMÁTICOS

3.1.2.1 ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE

Se define mediante la siguiente expresión:

Donde:

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

- P = Precipitación media anual (mm)
- T = Temperatura media anual (°C)

•

ÍNDICE DE MARTONNE	CLASIFICACIÓN
> 60	Per-húmedo
60-30	Húmedo
30-20	Sub-húmedo
20-15	Semiárido (Mediterráneo)
15-5	Árido (estepario)
5-0	Árido extremo (desierto)

Tabla 8. Clasificación bioclimática de Martone

La siguiente tabla muestra el valor del índice de aridez de Martonne en el área de estudio a partir de los datos de la estación analizada, el cual se corresponde con una región **semiárido tipo mediterráneo**.

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE
478,98	14,2	19,8

3.1.2.2 ÍNDICE DE ARIDEZ DE KNOCH

El índice de aridez de Knoch tiene en cuenta número medio de días de lluvia al año, además de la precipitación y temperatura medias anuales. Su formulación se indica a continuación:

- P = Precipitación media anual (mm)
- T = Temperatura media anual (°C)
- n = Número medio de días de lluvia al año

ÍNDICE DE ARIDEZ DE KNOCH	CLASIFICACIÓN
> 100	Pequeña
75-100	Moderada
50-75	Normal
25-50	Severa
0-25	Extrema

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

Tabla 9. Clasificación de aridez de Knoche

En la siguiente tabla se observa que, para la estación analizada, según la clasificación del índice de **aridez de knoche**, la aridez es extrema.

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	Nº MEDIO DÍAS LLUVIA AL AÑO	ÍNDICE DE ARIDEZ DE KNOCHE
478,98	14,2	80,5	16

3.1.2.3 ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE DANTÍN-REVENGA

La expresión que define el índice termopluviométrico de Dantín-Revenga emplea las mismas variables que en los casos anteriores:

$$I_{DR} = \frac{100 T}{P}$$

ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE DANTÍN-REVENGA	CLASIFICACIÓN
0-2	Húmedo
2-3	Semiárido
3-6	Árido
>6	Subdesértico

Tabla 10. Clasificación bioclimática de Dantín-Revenga.

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO DE DANTÍN-REVENGA
478,98	14,2	2,9

Según la clasificación de este índice, el clima en la estación analizada es **semiárido**.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

3.1.2.4 ÍNDICE DE PLUVIOSIDAD DE LANG

Es el cociente entre la precipitación media anual (mm) y la temperatura media anual (°C).

$$I_L = \frac{P}{T}$$

ÍNDICE DE PLUVIOSIDAD DE LANG	CLASIFICACIÓN
0-20	Xérico o per-árido (desierto)
20-40	Árido
40-60	Semiárido
60-100	Sub-húmedo
100-160	Húmedo
>160	Per-húmedo

Tabla 11. Clasificación termo-pluviométrica de Lang

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	ÍNDICE DE PLUVIOSIDAD DE LANG
478,98	14,2	33,7

Según el índice de pluviosidad de Lang, el clima en el área analizada es **árido**.

3.1.2.5 ÍNDICE DE HUMEDAD (ILN)

Se determina a partir de la precipitación media anual (mm) y la Evapotranspiración potencial:

$$ILN = \frac{P}{ET_o}$$

Donde:

- P = Precipitación media anual (mm)
- ET_o = Evapotranspiración potencial (mm).

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL (mm)	PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	ÍNDICE DE HUMEDAD
118,5	478,98	4,1

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

3.1.2.6 ÍNDICE DE THORNTHWAITE

La clasificación establecida según Thornthwaite se basa en el índice de precipitación efectiva (PE) y el índice de temperatura efectiva (TE), cuyas expresiones se muestran a continuación:

$$PE = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{2,82 P_i^{\frac{10}{9}}}{1,8 T_i + 22} \right)$$

Donde:

- P_i = Precipitación media mensual del mes i (mm)
- T_i = Temperatura media mensual del mes i (°C)

$$TE = 5,4T$$

Donde:

- T = Temperatura media anual (°C)

En función de los valores que toman los anteriores índices se establecen las siguientes clasificaciones:

PE	ARIDEZ	TE	ARIDEZ
0-15	Árido	0-15	Tundra (frío)
15-30	Semiárido	15-30	Taiga (frío)
30-65	Semihúmedo	30-65	Microtermal
65-125	Húmedo	65-125	Mesotermal
>125	Superhúmedo	>125	Macrotermal

Tabla 12. Clasificación bioclimática de Thornthwaite

Los valores de precipitación y temperatura media mensual son:

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
Pi	53,31	39,74	50,28	40,83	32,22	45,39	43,87	18,25	25,15	26,67	68,32	34,96
Ti	5.7	7.1	9.9	12.0	15.9	19.9	22.6	22.7	19.2	14.7	9.3	6.3

A partir los datos anteriores, en el entorno de la estación analizada la clasificación climática según los índices de Thornthwaite, pertenece a un clima **semihúmedo-seco, mesotérmico II**.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

3.1.2.7 ÍNDICE BIOCLIMÁTICO DE VERNET

El siguiente índice se emplea para caracterizar el régimen hídrico de los climas mediterráneos, continental y oceánico. Su expresión es:

$$I_{\text{Vernet}} = \pm 100 \frac{H - h}{PA} \frac{Mv}{Pv}$$

Donde:

- H: Precipitación de la estación más lluviosa (mm)
- h: Precipitación de la estación más seca (mm)
- PA: Precipitación anual (mm)
- Pv: Precipitación estival. Junio, julio y agosto (mm)
- Mv: Media de las máximas estivales(°C)

ÍNDICE BIOCLIMÁTICO DE VERNET	CLASIFICACIÓN
> +2	Continental
0 a 2	Oceánico-Continental
-1 a 0	Oceánico
-2 a -1	Pseudoceánico
-3 a -2	Oceánico-Mediterráneo
-4 a -3	Submediterráneo
< -4	Mediterráneo

Tabla 13. Clasificación bioclimática de Vernet

H (mm)	h (mm)	PA (mm)	Pv (mm)	Mv (°C)	ÍNDICE BIOCLIMÁTICO DE VERNET
216,70	71,4	478,98	80,3	31,9	12,5

Según el resultado del índice bioclimático de Vernet en la estación analizada, el clima es **continental**.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

3.1.2.8 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO DE BLAIR

El índice pluviométrico de Blair establece una clasificación del clima en función de la precipitación media anual.

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	CLASIFICACIÓN DE BLAIR
0-250	Climas áridos
250-350	Climas semiáridos
350-1.000	Climas subhúmedos
1.000-2.000	Climas húmedos
> 2.000	Climas hiperhúmedos

Tabla 14. Clasificación bioclimática de Blair

La precipitación media anual en el área de estudio es de 480 mm, aproximadamente, para el período analizado, por lo tanto, el clima es **subhúmedo** según esta clasificación pluviométrica.

3.1.2.9 ÍNDICE DE EMBERGER

Se trata de un índice empleado para la caracterización de zonas mediterráneas. Viene definido por la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{100 P}{M2 - m2}$$

Donde:

- P: Precipitación media anual (mm)
- M: Temperatura media de las máximas del mes más cálido (°C)
- m: Temperatura media de las mínimas del mes más frío (°C)

ÍNDICE DE EMBERGER	CLASIFICACIÓN
0-30	Árido
30-50	Semiárido
50-90	Subhúmedo

Tabla 15. Clasificación pluviométrica de Emberger

M (°C)	m (°C)	ÍNDICE DE EMBERGER
30,00	2,00	53,5

De acuerdo con la clasificación del índice de Emberger, el clima en la estación analizada es **subhúmedo**.

En resumen, teniendo en cuenta todos los índices climáticos, se puede concluir que el clima en el entorno de la estación analizada es de tipo **continental árido-subhúmedo**.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

3.2 NÚMERO DE DÍAS APROVECHABLES PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

En este punto se determinan los coeficientes de reducción a aplicar al número de días laborables de cada mes, para obtener los días de condiciones climáticas más favorables que las mínimas para la ejecución de las distintas unidades de obra.

El estudio está basado en la media de los datos climatológicos de la serie de años 2008 a 2018 de la estación agroclimática de Barga, perteneciente a la Red SIAR (Coordenadas UTM ETRS89 Huso 30: 557.811; 4.703.462), para mantener la coherencia con los cálculos realizados en el resto de los apartados del documento. El objetivo de este cálculo es orientativo pues en el día a día de la ejecución de las obras no es posible predecir el clima con meses de antelación. No obstante, con los resultados de este estudio previo se podrá ajustar lo máximo posible el plan de obra y así reducir las posibles variaciones de plazo debidas a las condiciones meteorológicas.

Se han obtenido todas las variables necesarias para el cálculo de la estación anteriormente citada a excepción de la temperatura a las 9 de la mañana, puesto que no se encuentra entre los datos que mide la estación. Para suplir la carencia de este dato se ha consultado la publicación “Datos climáticos para carreteras” (M.O.P.U., 1.964).

En la siguiente tabla se recogen de forma resumida los valores de las distintas variables necesarias para el cálculo de días hábiles.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
>0°C	23	22	30	29,6	31	30	31	31	30	30,6	28,4	27,5
>10°C (9:00)	2	3	6	13	30	30	31	31	29	21	6	2
>5°C (9:00)	13	12	23	28	31	30	31	31	30	30	21	16
<10mm	29,6	27	30	29	30,4	28,8	29,9	30,5	29,1	30,4	28	30
<1mm	21,4	20,5	23,6	23,3	25,1	23,3	26,5	28,1	25,8	25,4	20,4	25,5
Nº DÍAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

Tabla 16. Valores de las distintas variables consideradas en el cálculo de días hábiles.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

3.2.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS LÍMITE

Se entiende por día trabajable, relativo a una actividad y en cuanto a clima se refiere, al día en que la precipitación y la temperatura del ambiente sean inferior y superior, respectivamente, a los límites que se definen a continuación.

3.2.1.1 TEMPERATURA LÍMITE PARA LA MANIPULACIÓN DE MATERIALES NATURALES HÚMEDOS

Se establece como temperatura límite del ambiente para la manipulación de materiales naturales húmedos 0°C.

3.2.1.2 PRECIPITACIÓN LÍMITE

Se establecen dos valores de la precipitación límite diario: 1 mm por día y 10 mm por día. El primer valor limita el trabajo en ciertas unidades sensibles a una pequeña lluvia y el segundo de los valores limita el resto de los trabajos. Se entiende que, en general, con precipitaciones diarias superiores a 10 mm, no puede realizarse ningún trabajo sin protecciones especiales.

3.2.2 COEFICIENTES DE REDUCCIÓN POR CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LOS TRABAJOS

Para calcular el número de días trabajados útiles en las distintas actividades de obra se establecen unos coeficientes de reducción, a aplicar al número de días laborables de cada mes.

3.2.2.1 COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR HELADA

Se define como el cociente entre el número de días hábiles del mes m en que la temperatura mínima es superior a 0°C y el número de días del mes.

$$\eta_m = \frac{\text{Nº de días del mes con temperatura mínima} > 0^\circ \text{C}}{\text{Nº de días del mes}}$$

En este caso el valor que adopta dicho coeficiente para los diferentes meses se indica en la siguiente tabla.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
η_m	0,74	0,79	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,95	0,89

3.2.2.2 COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR LLUVIA LÍMITE DE TRABAJO

Se define como el cociente entre el número de días del mes en que la precipitación es inferior a 10 mm y el número de días del mes.

$$\lambda_m = \frac{\text{Nº de días del mes con precipitación} < 10\text{mm}}{\text{Nº de días del mes}}$$

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

3.2.2.3 COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR LLUVIA LÍMITE DE TRABAJO, DE PRECIPITACIÓN PEQUEÑA

Este coeficiente es el cociente entre el número de días en que la precipitación es inferior a 1 mm y el número total de días del mes.

$$\lambda m = \frac{N^{\circ} \text{ de días del mes con precipitación} < 1\text{mm}}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

En este caso el valor que adopta dicho coeficiente para los diferentes meses se indica en la siguiente tabla.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$\lambda'm$	0,69	0,73	0,76	0,78	0,81	0,78	0,85	0,91	0,86	0,82	0,68	0,82

3.2.2.4 COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR TEMPERATURA LÍMITE EN LA EJECUCIÓN DE RIEGOS, TRATAMIENTOS SUPERFICIALES O POR PENETRACIÓN

Este coeficiente se calcula mediante el cociente entre el número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 10°C y el número total de días del mes.

$$\tau m = \frac{N^{\circ} \text{ de días del mes con temperatura a las 9 de la mañana} \geq 10^{\circ} C}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

En este caso el valor que adopta dicho coeficiente para los diferentes meses se indica en la siguiente tabla.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
τm	0,10	0,15	0,20	0,50	0,98	1,00	1,00	1,00	0,97	0,68	0,20	0,10

3.2.2.5 COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR TEMPERATURA LÍMITE EN LA EJECUCIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS

Este coeficiente se calcula mediante el cociente entre el número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 5°C y el número total de días del mes.

$$\tau'm = \frac{N^{\circ} \text{ de días del mes con temperatura a las 9 de la mañana} \geq 5^{\circ} C}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

En este caso el valor que adopta dicho coeficiente para los diferentes meses se indica en la siguiente tabla

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$\tau'm$	0,43	0,44	0,74	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	0,70	0,53

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

3.2.3 CÁLCULO DE LOS DÍAS APROVECHABLES PARA CADA ACTIVIDAD

A continuación, se combinan reiteradamente los coeficientes de reducción anteriores puesto que el trabajo se suspenderá cuando concurra una o más condiciones adversas y tratarse de fenómenos cuya probabilidad es independiente.

El coeficiente de reducción de los días laborables del equipo, correspondiente a cada actividad es:

- Hormigones hidráulicos: Pavimentos de hormigón

$$C_m = \eta_m * \lambda_m$$

- Explanaciones: Trabajos de extendido y compactación de tierras.

$$C_m = \eta_m * \frac{\lambda_m + \lambda'_m}{2}$$

- Producción de áridos: Trabajos de proceso y colocación de capas granulares compactadas (zahorras, arenas, gravas cementos...).

$$C_m = \lambda_m$$

- Riegos y tratamientos superficiales o por penetración: Riegos con materiales bituminosos (adherencia, imprimación o curado), tratamientos a base de gravilla y emulsiones asfálticas.

$$C_m = \tau_m * \lambda'_m$$

- Mezclas bituminosas: Extendido y compactación de mezclas bituminosas en caliente.

$$C_m = \tau'_m * \lambda'_m$$

En las siguientes tablas se calculan los coeficientes indicados y los días aprovechables para cada actividad.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
HORMIGONES	0,71	0,76	0,94	0,95	0,98	0,96	0,96	0,98	0,97	0,97	0,88	0,86
EXPLANACIONES	0,61	0,67	0,84	0,86	0,89	0,87	0,91	0,95	0,92	0,89	0,76	0,79
ÁRIDOS	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,96	0,96	0,98	0,97	0,98	0,93	0,97
RIEGOS	0,10	0,15	0,16	0,40	0,80	0,78	0,85	0,91	0,83	0,56	0,15	0,10
MEZCLAS BITUMINOSAS	0,30	0,31	0,56	0,72	0,81	0,78	0,85	0,91	0,86	0,79	0,48	0,43

Tabla 17. Coeficientes de reducción por climatología adversa para cada actividad.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
HORMIGONES	21,96	21,21	29,03	28,61	30,40	28,80	29,9	30,50	29,10	30,01	26,51	26,6
EXPLANACIONES	18,92	18,66	25,94	25,80	27,75	26,05	28,2	29,30	27,45	27,54	22,91	24,6
ÁRIDOS	29,60	27,00	30,00	29,00	30,40	28,80	29,9	30,50	29,10	30,40	28,00	30,0
RIEGOS	2,14	3,08	4,72	11,65	24,60	23,30	26,5	28,10	25,03	17,27	4,08	2,55
MEZCLAS BITUMINOSAS	8,97	8,79	17,51	21,75	25,10	23,30	26,5	28,10	25,80	24,58	14,28	13,2

Tabla 18. Días aprovechables para cada actividad.

3.2.4 CÁLCULO DE LOS DÍAS TRABAJABLES NETOS

Para el cálculo de los días trabajables netos se deben considerar dos factores de reducción:

- Días festivos: su número es variable según el año y la localidad, siendo su importancia notable. Su coeficiente de reducción puede establecerse en cada paso a la vista del calendario laboral, habida cuenta de circunstancias extraordinarias (trabajo en días festivos, en caso de urgencia, etc.)
- Días de climatología adversa: cuyo coeficiente de reducción se ha determinado anteriormente para cada clase de actividad (Tabla 10).

En este caso, dado que los días festivos pueden ser también de climatología adversa, la multiplicación de estos dos coeficientes parciales no proporciona el coeficiente de reducción para la transformación de días días-calendario en días-trabajables para cada mes y actividad.

Para tener en cuenta esto se introduce el siguiente criterio:

- Si para un mes determinado C_f representa el coeficiente de reducción de días festivos, y C_m el coeficiente de reducción climatológico para una clase de obra determinada, entonces $(1-C_m)$ representa la probabilidad de que un día cualquiera del mes presente climatología adversa para dicha clase de obra y $(1-C_m) \times C_f$ la probabilidad de que un día laborable presente climatología adversa. El coeficiente de reducción total será, por tanto:

$$C_t = 1 - (1 - C_m) * C_f$$

Se adjunta, a continuación, el calendario laboral correspondiente a la Comunidad Foral de Navarra, para el año 2023 obtenido de la *Resolución de 7 de octubre de 2022, de la Dirección General de Trabajo, por la que se publica la relación de fiestas laborales para el año 2023*.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

Enero

L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

6 de Enero: Día de Reyes

Febrero

L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28					

Marzo

L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

19 de Marzo: San José (se traslada al lunes)

Abril

L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

6 de Abril: Jueves Santo
7 de Abril: Viernes Santo
10 de Abril: Lunes de Pascua

Mayo

L	M	X	J	V	S	D
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

1 de Mayo: Día Del Trabajo

Junio

L	M	X	J	V	S	D
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Julio

L	M	X	J	V	S	D
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

26 de Julio: Santiago Apóstol

Agosto

L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

15 de Agosto: Asunción de la Virgen

Septiembre

L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

Octubre

L	M	X	J	V	S	D
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

12 de Octubre: Fiesta Nacional España

Noviembre

L	M	X	J	V	S	D
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

1 de Noviembre: Día de Todos los Santos

Diciembre

L	M	X	J	V	S	D
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

3 de Diciembre: Santiago Apóstol (se traslada al lunes)
6 de Diciembre: Día de la Constitución Española
8 de Diciembre: Inmaculada Concepción
25 de Diciembre: Navidad

Días Festivos Nacionales

Días Festivos Regionales

Días Festivos Locales

Imagen 10. Calendario laboral Navarra 2023. Fuente: BOE.es - BOE-A-2022-16755 Resolución de 7 de octubre de 2022, de la Dirección General de Trabajo, por la que se publica la relación de fiestas laborales para el año 2023.

Según el calendario de la Figura 7, se presenta la siguiente distribución de días laborables, que permite obtener los días trabajables netos, tal y como se justifica en las siguientes tablas.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días totales	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Días trabajables	21	20	23	18	22	22	20	22	21	21	21	17
C_f	0,68	0,71	0,74	0,60	0,71	0,73	0,65	0,71	0,70	0,68	0,70	0,55

Tabla 19. Días trabajables en el año natural.

COEFICIENTES C_T	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
HORMIGONES	0,71	0,76	0,94	0,95	0,98	0,96	0,96	0,98	0,97	0,97	0,88	0,86
EXPLANACIONES	0,61	0,67	0,84	0,86	0,89	0,87	0,91	0,95	0,92	0,89	0,76	0,79
ÁRIDOS	0,95	0,96	0,97	0,97	0,98	0,96	0,96	0,98	0,97	0,98	0,93	0,97
RIEGOS	0,10	0,15	0,16	0,40	0,80	0,78	0,85	0,91	0,83	0,56	0,15	0,10
MEZCLAS BITUMINOSAS	0,30	0,31	0,56	0,72	0,81	0,78	0,85	0,91	0,86	0,79	0,48	0,43

Tabla 20. Coeficientes de reducción para cada actividad

ACTIVIDAD	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
HORMIGONES	15	15	22	17	21	21	19	22	20	20	18	15
EXPLANACIONES	13	13	19	15	20	19	18	21	19	19	16	13
ÁRIDOS	20	19	22	17	22	21	19	22	20	21	20	16
RIEGOS	2	3	4	7	18	17	17	20	17	12	3	2
MEZCLAS BITUMINOSAS	6	6	13	13	18	17	17	20	18	17	10	7

Tabla 21. Días trabajables netos para cada actividad.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

4 DATOS AGRÓCLIMÁTICOS.

El cálculo de la demanda de agua se ha realizado por el método de Penman-Monteith, con datos climáticos de la estación meteorológica automática de **Bargota**, ésta se encuentra cerca de la zona de estudio y dispone de una serie de 11 años de información climática. Serán los datos de esta estación los que se tomarán en cuenta para el estudio. La localización y los períodos considerados se presentan en el siguiente cuadro:

ESTACIÓN	UTM X	UTM Y	ALTITUD	SERIE DE DATOS
BARGOTA	557.811	4.703.462	375 m	2004-2014

Tabla 22. Datos agroclimáticos estación de Bargota



Imagen 11.- Estación agroclimática de Bargota

Los datos de partida necesarios para este método son la ETO de Penman - Monteith y la pluviometría efectiva Pe a partir de la media de anual.

Con estos datos pasaremos a calcular la ETc (cultivo) referida a la evapotranspiración de un cultivo exento de enfermedades y que se desarrolla en un campo extenso en condiciones óptimas de suelo, incluida una fertilidad y agua suficientes. La determinación de este parámetro se hace mediante la fórmula:

$ETc = ETO \times Kc..$ Donde Kc es el coeficiente de cultivo.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
BARGOTA	32,93	46,37	85,48	111,3	146,6	167,56	186,93	164,81	111,2	69,27	35,8	26,89	1185,1

5 NECESIDADES HÍDRICAS.

5.1 MÉTODOS SELECCIONADOS

Para el estudio de las necesidades de agua de los cultivos se realizará un cálculo de la evapotranspiración del cultivo de referencia (Eto), éste cálculo es posible realizarlo a través de diversos métodos, la elección de uno u otro dependerá fundamentalmente de la disponibilidad de datos meteorológicos.

Los cálculos de la evapotranspiración están basados en el método de Penman-Monteith para lo cual partimos de información básica de la estación meteorológica donde radica la zona a transformar como es la altitud, latitud y longitud y de datos climáticos mensuales sobre temperatura, humedad, insolación y velocidad del viento.

- La temperatura será la media y expresadas en grados celsius
- La humedad del aire se puede dar como porcentaje o como presión de vapor en KPa
- La insolación la daremos en horas luz
- La velocidad del viento será expresada en Km/día

La ecuación de Penman originariamente estimaba las pérdidas de agua por evaporación en una superficie libre de agua. Más tarde se implicó una función del viento revisada y otra corrección adicional para las condiciones meteorológicas diurnas y nocturnas y mediante la utilización de unos coeficientes experimentales que iban desde 0,6 en los meses de invierno, a 0,8 en los de verano, con los cuales se podía determinar la evapotranspiración (ETo) en los campos de cultivo.

Del mismo modo en la reunión de expertos convocada en Roma por FAO en 1990 sobre el tema se llegó a la conclusión unánime de que el método de Penman-Monteith es en estos momentos el procedimiento más recomendable para predecir las necesidades de riego debido a lo ajustado de sus resultados.

No obstante, se realizará su contraste con los métodos clásicos de Blaney-Criddle y Penman modificados por FAO para comparar los resultados.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

Para obtener esos resultados se ha acudido al trabajo "Determinación de las dotaciones de riego en los planes de regadío de la cuenca del Duero" (Cedex 1992) que utiliza las tres metodologías citadas para todas las comarcas climáticas y cultivos de la cuenca.

5.2 SISTEMÁTICA DE CÁLCULO

5.2.1 BALANCE HÍDRICO. PERÍODO DE CÁLCULO

Las necesidades de riego de un cultivo expresan la cantidad de agua que es necesario aplicarle para compensar los déficits de humedad del suelo durante su período vegetativo. Sus necesidades de riego netas se calculan habitualmente estableciendo para un determinado período, generalmente la campaña de riego, un balance entre las cantidades de agua requeridas para la evapotranspiración del cultivo, que se contabiliza como "pérdidas", y las aportaciones naturales efectivas -tales como las precipitaciones durante el período de desarrollo y la humedad aportada por el suelo procedente de las precipitaciones anteriores a dicho período- que constituyen las "ganancias".

Por lo que se refiere a las aportaciones, se han cuantificado las que corresponden a la precipitación efectiva que tiene lugar durante el período de desarrollo de los cultivos, y las procedentes del agua acumulada en el suelo debida a las lluvias acaecidas durante el período anterior a la implantación de los mismos.

Así, pues los parámetros que intervienen en el balance hídrico efectuado son: la evapotranspiración de los cultivos (ETc), y la precipitación efectiva durante su período de permanencia en el terreno (Pe) y el agua aportada por el suelo (As).

La diferencia, entre el primero de los parámetros citados y los dos últimos calculada en términos mensuales, determina las demandas mensuales netas de cada cultivo, cuya suma expresa su dotación neta de riego en toda la campaña.

En este trabajo el balance hídrico ha sido realizado para cada uno de los meses y años comprendidos en el período de cálculo utilizado en cada caso, período que ha sido establecido de acuerdo con la disponibilidad de datos meteorológicos. De esta forma se ha obtenido, para cada cultivo y en cada zona considerada, una serie histórica de los valores de las dotaciones de riego expresadas en m³/ha.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

5.2.2 COEFICIENTE DE CULTIVO Kc.

El coeficiente de cultivo depende de:

Características del cultivo.

Fecha de siembra.

Ritmo de desarrollo del cultivo.

Duración del periodo vegetativo.

Condiciones climáticas.

Frecuencia de lluvias o el riego durante la primera fase del crecimiento.

En el caso de cultivos extensivos y hortalizas el periodo vegetativo se divide en cuatro fases, determinándose un Kc diferente para cada una de ellas.

Dichas fases son:

- I. Fase inicial.
- II. Fase de desarrollo.
- III. Fase de mediados del periodo.
- IV. Fase final.

Cuando se trata de cultivos forrajeros que reciben varios cortes al año, el Kc toma un valor medio entre el periodo entre heladas.

COEFICIENTES DE CULTIVO (Kc)

Cultivo	E	F	M	A	M	J	JL	A	S	O	N	D
viña			0,20	0,30	0,40	0,40	0,30	0,30				
cebada	0,1	0,33	0,54	0,88	0,70	0,18						
olivo			0,5	0,5	0,5	0,42	0,42	0,42	0,42	0,5	0,5	

Tabla 23. Coeficientes de cultivo

El valor del Kc lo vamos a tomar para los cálculos de las gráficas siguientes:

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

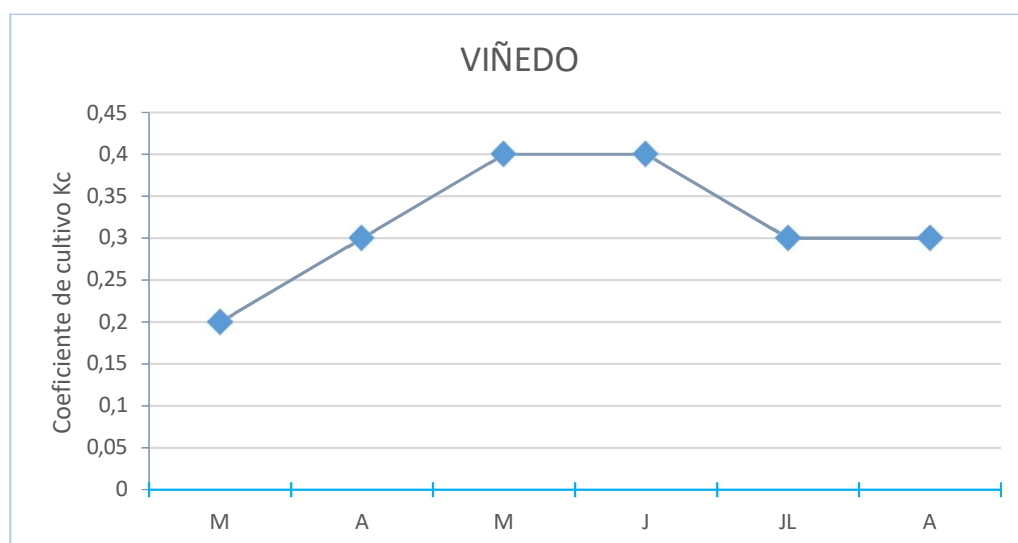


Gráfico 1. Coeficiente de cultivo viñedo

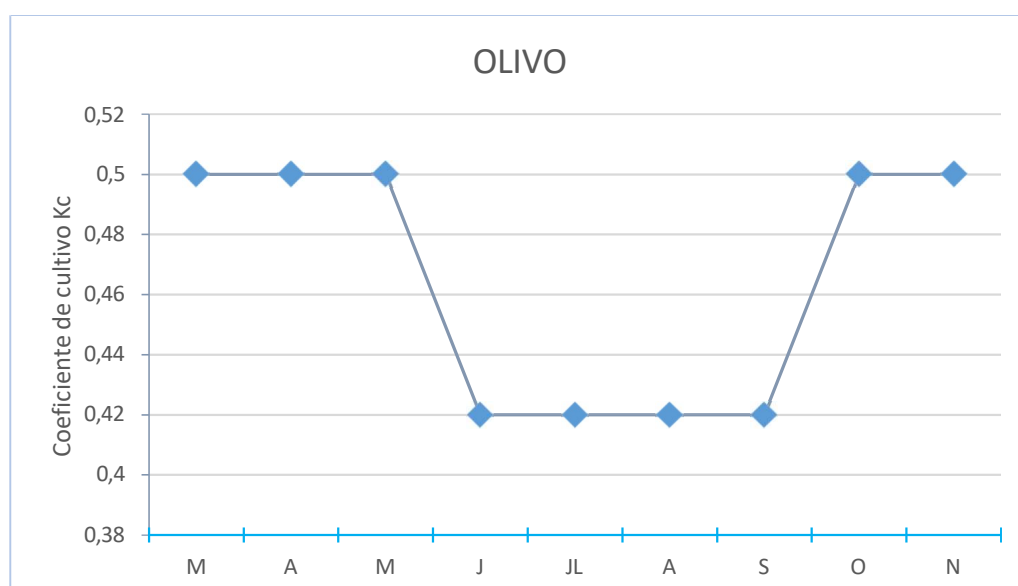


Gráfico 2. Coeficiente de cultivo olivar

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

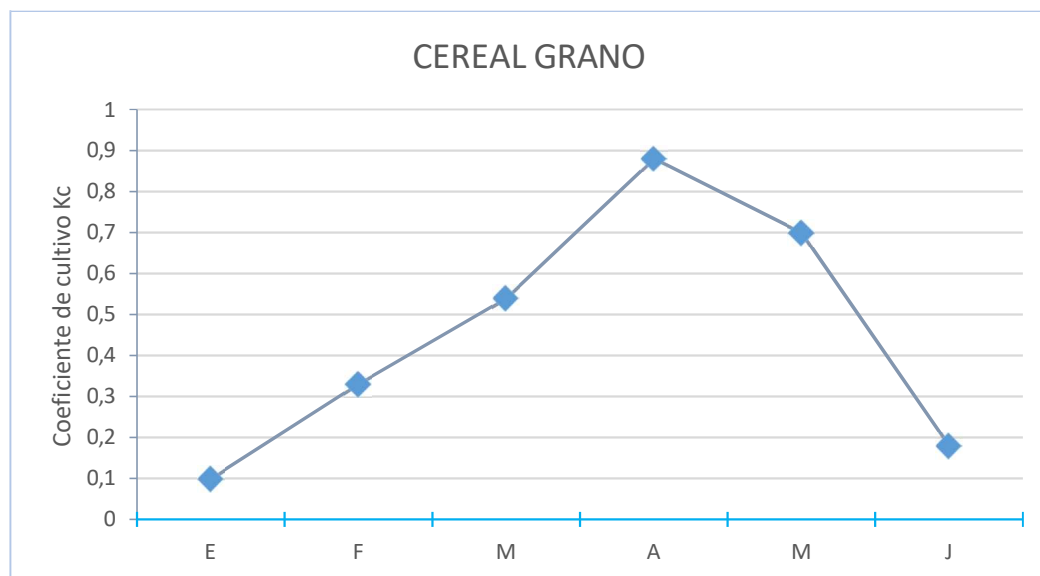


Gráfico 3. Coeficiente de cultivo cereal grano

5.2.3 PRECIPITACIÓN EFECTIVA (PE)

Este parámetro se define como la fracción de la precipitación total utilizable para satisfacer las necesidades de agua del cultivo. Quedan por tanto excluidas de ella la infiltración profunda, la escorrentía superficial y la evaporación de la superficie del suelo.

La determinación rigurosa de este parámetro encierra especiales dificultades, por lo que es necesario recurrir a métodos estimativos simplificados.

Brouwer y Heibloem, proponen las siguientes fórmulas para su aplicación en función de la precipitación caída durante el mes.

$$Pe = 0.6 P - 10 \text{ Si: } P < 75 \text{ mm/mes}$$

5.3 NECESIDADES BRUTAS DE LOS CULTIVOS

5.3.1 BALANCE HÍDRICO

Las necesidades brutas de los grupos de cultivos se determinaron a partir de las necesidades netas de riego considerando una eficiencia determinada en la aplicación del agua al suelo y además las pérdidas en conducciones. Para el cálculo de las necesidades brutas de riego se ha considerado únicamente la eficiencia del riego en parcela que se estima en el 80% para el riego por aspersión y 90% para el riego por goteo.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

En cuanto al agua aportada por el suelo (As), la consideración de este parámetro en el balance hídrico tiene por objeto evaluar, en los cultivos anuales, los excedentes que, quedando almacenados en el suelo, pueden ser posteriormente aprovechados por ellos.

Cuando en los períodos sin cultivo coinciden las precipitaciones con los menores valores de la evapotranspiración, se produce un almacenamiento de agua en el suelo. Así, se han cuantificado los excesos mensuales de la precipitación efectiva sobre la evapotranspiración y se han tenido en cuenta en los balances hídricos de los meses posteriores.

Para ello, en los cultivos anuales se ha considerado que, cuando se efectúa la recolección, el cultivo ha llegado al límite de descenso tolerable de humedad, con lo que el suelo dispone de una capacidad para almacenar el agua de lluvia equivalente a la dosis neta (D. mm) en el momento en que se inicia el período "sin cultivo".

Así, al final del período sin cultivo, el suelo ha almacenado una altura de agua (As), siempre $\leq$ D, que se considera utiliza el cultivo siguiente. Esta agua que aporta el suelo, As, se deduce después en el balance hídrico mensual que se efectúa para calcular las dotaciones.

Con objeto de mantener del lado de la seguridad los valores de As y teniendo en cuenta el limitado desarrollo radicular de los cultivos en la fase inicial de su período vegetativo, que es cuando utiliza esa aportación, el valor D utilizado en todos los casos para la evaluación de As ha sido el menor de los reseñados en el epígrafe anterior, es decir, D = 50 mm.

A continuación, se presentan los cuadros resumen.

Viñedo													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
ET_o	32,93	46,37	85,48	111,29	146,59	167,56	186,93	164,81	111,17	69,27	35,79	26,89	1185,08
K_c			0,20	0,30	0,40	0,40	0,30	0,30					
ET_c			17,10	33,39	58,64	67,03	56,08	49,44					
Pe	21,98	13,84	20,17	14,50	9,33	17,23	16,32	0,00	5,09	6,00	30,99	10,98	
Reserva	50,00	50,00	50,00	31,11					5,09	11,09	42,08	50,00	
Nec Riego					18,19	49,79	39,76	49,44					157,18
DOSIS GOTE0 (0,9)					20,21	55,32	44,18	54,94					174,65

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

Olivar													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
ET _o	32,93	46,37	85,48	111,29	146,59	167,56	186,93	164,81	111,17	69,27	35,79	26,89	1185,08
K _c			0,50	0,50	0,50	0,42	0,42	0,42	0,42	0,50	0,50		
ET _c			42,74	55,64	73,29	70,38	78,51	69,22	46,69	34,64	17,89		
Pe	21,98	13,84	20,17	14,50	9,33	17,23	16,32	0,00	5,09	6,00	30,99	10,98	
Reserva	46,06	50,00	27,43								13,10	24,08	
Nec Riego				13,72	63,96	53,14	62,19	69,22	41,60	28,63			332,47
DOSIS GOTE0 (0,9)				15,25	71,07	59,05	69,10	76,91	46,22	31,81			369,41
Cereal grano													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
ET _o	32,93	46,37	85,48	111,29	146,59	167,56	186,93	164,81	111,17	69,27	35,79	26,89	1185,08
K _c	0,10	0,33	0,54	0,88	0,70	0,18							
ET _c	3,29	15,30	46,16	97,93	102,61	30,16							
Pe	21,98	13,84	20,17	14,50	9,33	17,23	16,32	0,00	5,09	6,00	30,99	10,98	
Reserva	50,00	48,54	22,55				16,32	16,32	21,41	27,41	50,00	50,00	
Nec Riego				60,89	93,28	12,93							167,10
DOSIS ASPERS (0,8)				76,11	116,60	16,16							208,87

Tabla 24 Balance hídrico de los cultivos

En el caso del viñedo, y la particularidad de la zona geográfica y la explotación de la viña, el riego no se contempla como un riego destinado al aumento de producción sino un riego de apoyo con un control de rendimientos y calidad de la uva, regulado principalmente por la Orden APA/3465/2004, de 20 de octubre, que aprueba el Reglamento de la Denominación de Origen Calificada «Rioja» y de su Consejo Regulador, donde entre otras cosas, se restringe las aplicaciones de riego.

Atendiendo estas peculiaridades la distribución de necesidades y las dosis dentro del balance hídrico se ajustan a las experiencias de los viticultores de la zona:

Viñedo

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
DOSIS GOTEÓ (0,9)						30,0	37,5	52,5					120,00

Tabla 25. Dosis de riego en viñedo

5.3.2 ALTERNATIVA DE CULTIVOS

A continuación, se refleja la alternativa de cultivos prevista para la zona de riego:

CULTIVO	SUPERFICIE	%
Viñedo	850,4	80,23
Olivar	51,0	4,81
Cereal grano	158,60	14,96
SUPERFICIE TOTAL	1060,00	100,00

Tabla 26. Alternativa de cultivos para la zona de riego

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

5.3.3 CONSUMO DE LA ALTERNATIVA

CULTIVOS / MESES	%	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Total
Viñedo	80,23	0,00	0,00	300,00	375,00	525,00	0,00	0,00	1.200,00
Olivar	4,81	152,50	710,70	590,50	691,00	769,10	462,20	318,10	3.694,10
Cereal grano	14,96	761,10	1.166,00	161,60	0,00	0,00	0,00	0,00	2.088,70
Necesidades Alternativa		121,22	208,65	293,27	334,10	458,19	22,24	15,30	1.452,97
Q Ficticio Continuo (l/s)		0,05	0,08	0,11	0,12	0,17	0,01	0,01	

Tabla 27. Consumo de la alternativa de cultivos

NECESIDADES DE RIEGO DE LA ALTERNATIVA DE CULTIVOS (m3)

	A	M	J	JL	A	S	O	AÑO
ALTERNAT.	128.487,96	221.173,30	310.865,26	354.141,00	485.684,10	23.572,20	16.223,10	1.540.146,92

Tabla 28. Necesidades de riego de la alternativa de cultivos

Resultan unas necesidades de riego anuales de **1.452,97 m³/ha**, para la primera alternativa de cultivos considerada, quedando el volumen máximo anual fijado en **1.540.146,92 m³**.

Para obtener el caudal ficticio continuo, se tomarán en cuenta las necesidades de riego de la alternativa para el mes de máximo consumo.

Siendo el mes de **Agosto** el de máximo consumo, el caudal ficticio continuo que resulta es de **0,17 l/s.ha**.

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

APÉNDICE 1. SERIES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN DEL PERÍODO (2008-2018).

ESTACIÓN DE BARGOTA (UTM, X: 557811 Y: 4703462), RED SIAR

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

1.- Series de precipitación y evapotranspiración mensuales (2004-2021)

Mes	Año	Precipitación (mm)	EtPMon	Mes	Año	Precipitación (mm)	EtPMon
1	2004	58,6	30,64	1	2007	15	34,04
2	2004	35,4	31,56	2	2007	64	46,92
3	2004	54	61,62	3	2007	94,66	75,26
4	2004	67	93,65	4	2007	70,2	97,35
5	2004	47,2	126,75	5	2007	38,2	134,6
6	2004	16	172,88	6	2007	67,4	142,88
7	2004	38,8	171,4	7	2007	3,2	174,11
8	2004	30	145,28	8	2007	18,6	145,32
9	2004	46,2	100,22	9	2007	8,2	108,86
10	2004	31	66,57	10	2007	35,4	65,54
11	2004	41,6	30,43	11	2007	7,6	52,59
12	2004	42,2	25,81	12	2007	16,4	33,59
1	2005	14,6	24,29	1	2008	19	36,89
2	2005	30,2	37,55	2	2008	19,6	45,58
3	2005	4,6	87,07	3	2008	55,2	80,59
4	2005	30,4	103,62	4	2008	37,8	115,78
5	2005	32,6	149,95	5	2008	199	112,61
6	2005	9,6	185,8	6	2008	53,2	145,2
7	2005	0	193,04	7	2008	66,6	164,84
8	2005	10,6	158,99	8	2008	6	148,22
9	2005	15,6	109,1	9	2008	35,8	100,15
10	2005	60,2	62,42	10	2008	60,6	53,61
11	2005	70,8	32,38	11	2008	63,2	32,63
12	2005	31	28,52	12	2008	69,6	25,98
1	2006	20,4	26,96	1	2009	59	30,35
2	2006	27,6	53,16	2	2009	21	50,26
3	2006	30,6	82,96	3	2009	33	93,8
4	2006	50,6	112,87	4	2009	38	97,01
5	2006	22	150,2	5	2009	31	153,63
6	2006	84,4	170,13	6	2009	34,8	164,96
7	2006	30,2	179,87	7	2009	1,4	184,85
8	2006	6,6	149,31	8	2009	19,4	154,59
9	2006	42	102,49	9	2009	37,6	104,44
10	2006	21	71,07	10	2009	30,6	70,74
11	2006	32,2	38,55	11	2009	68,8	35,07
12	2006	11,2	25,06	12	2009	68,8	24,85

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

Mes	Año	Precipitación (mm)	EtPMon	Mes	Año	Precipitación (mm)	EtPMon
1	2010	41,2	25,39	1	2013	78,74	33,81
2	2010	25,2	40,53	2	2013	122,81	33,91
3	2010	16,4	81,18	3	2013	112,61	61,97
4	2010	31,2	111,39	4	2013	53,44	96,99
5	2010	33	126,49	5	2013	49,16	99,11
6	2010	55,6	144,36	6	2013	60,39	136,38
7	2010	37,2	173,29	7	2013	32,23	175,02
8	2010	0	150,86	8	2013	5,1	151,72
9	2010	15,4	98,58	9	2013	48,96	106,94
10	2010	40,8	68,03	10	2013	24,07	61,03
11	2010	40	32,24	11	2013	42,22	39,17
12	2010	27	26,44	12	2013	22,03	22,45
1	2011	17,8	30,49	1	2014	46,3	28,49
2	2011	34	43,89	2	2014	25,5	47,44
3	2011	32,8	65,39	3	2014	58,1	82,97
4	2011	29	120,15	4	2014	31,44	113,77
5	2011	45,6	138,36	5	2014	39,6	134,92
6	2011	67	124,1	6	2014	32,44	158,66
7	2011	10,21	161,77	7	2014	66,46	154,77
8	2011	4,02	165,76	8	2014	13,93	138,91
9	2011	35,58	110,1	9	2014	34,82	104
10	2011	14,69	77,36	10	2014	23,48	64,2
11	2011	56,55	31,24	11	2014	90,94	26,76
12	2011	14,47	30,17	12	2014	44,78	27,45
1	2012	19,3	33,06	1	2015	48,36	36,63
2	2012	11,46	55,15	2	2015	64,27	31,67
3	2012	14,47	102,57	3	2015	81,39	78,49
4	2012	53,46	85,63	4	2015	17,51	111,01
5	2012	60,7	155,19	5	2015	1	147,54
6	2012	19,09	172,28	6	2015	71,04	156,67
7	2012	13,07	182,2	7	2015	58,5	173,25
8	2012	9,49	169,64	8	2015	33,55	149,03
9	2012	31,41	109,03	9	2015	19,78	94,13
10	2012	86,09	55,62	10	2015	44,49	57,94
11	2012	62,42	27,06	11	2015	40,17	32,75
12	2012	15,5	24,65	12	2015	6,18	14,31

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

Mes	Año	Precipitación (mm)	EtPMon	Mes	Año	Precipitación (mm)	EtPMon
1	2016	66,13	23,96	1	2019	46,13	40,17
2	2016	85,48	41,93	2	2019	27,12	51,38
3	2016	60,57	60,29	3	2019	5,54	96,29
4	2016	23,07	92,38	4	2019	58,21	100,75
5	2016	37,9	134,32	5	2019	36,64	137,44
6	2016	9,68	163,89	6	2019	34,45	183,14
7	2016	15,04	173,47	7	2019	35,44	178,55
8	2016	6,18	166,68	8	2019	30,89	150,12
9	2016	8,86	106,7	9	2019	39,6	102,24
10	2016	14,63	60,08	10	2019	13,47	67,64
11	2016	81,37	31,03	11	2019	139,18	29,94
12	2016	16,27	16,36	12	2019	30,15	27,3
1	2017	19,16	33,61	1	2020	33,97	22,67
2	2017	44,53	44,64	2	2020	4,82	46,49
3	2017	39,6	88,65	3	2020	99,5	73,72
4	2017	6,9	128,42	4	2020	83,81	82,45
5	2017	44,53	143,91	5	2020	35,18	145,29
6	2017	48,46	160,66	6	2020	60,1	133,1
7	2017	84,5	176,2	7	2020	19,1	178,8
8	2017	23,24	156,15	8	2020	36,78	140,56
9	2017	7,88	95,88	9	2020	21,71	109,14
10	2017	16,55	72,41	10	2020	35,78	57,1
11	2017	19,5	39,51	11	2020	38,39	25,16
12	2017	55,16	26,6	12	2020	76,14	21,76
1	2018	110,12	31,38	1	2021	56,28	27,58
2	2018	27,38	37,47	2	2021	38,79	35,4
3	2018	46,49	73,95	3	2021	11,02	81,86
4	2018	82,54	100,16	4	2021	23,13	96,61
5	2018	43,97	122,46	5	2021	18,97	137,18
6	2018	38,01	141,24	6	2021	68,95	144,17
7	2018	68,65	162,9	7	2021	3,26	165,88
8	2018	0	159,82	8	2021	1,43	153,53
9	2018	17,71	111,9	9	2021	50,81	84,04
10	2018	36,81	67,53	10	2021	28,16	58,86
11	2018	52,38	29,1	11	2021	84,66	32,47
12	2018	19,8	27,72	12	2021	31,2	20,42

Tabla 29. Precipitación y evapotranspiración mensuales (2004-2021)

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

2.- Series de temperatura mensuales (2004-2021)

Mes	Año	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mínima (°C)	Mes	Año	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mínima (°C)
1	2004	7,09	16,83	-2,44	1	2007	5,72	18,31	-5,23
2	2004	4,65	16,42	-2,45	2	2007	8,4	19,1	-2,24
3	2004	7,37	21,19	-2,25	3	2007	8,3	26,34	-0,23
4	2004	10,34	25,84	-0,58	4	2007	13,02	27,73	2,02
5	2004	14,52	28,7	2,61	5	2007	15,73	29,32	1,96
6	2004	21,21	36,46	9,46	6	2007	18,94	33,84	8,36
7	2004	21,19	35,4	7,54	7	2007	21,2	35,03	8,89
8	2004	21,54	36	9,61	8	2007	20,33	36,69	8,88
9	2004	18,87	32,3	6,54	9	2007	17,54	30,85	2,89
10	2004	15,04	28,83	3,41	10	2007	13,66	24,56	0,43
11	2004	7,32	16,5	-1,64	11	2007	7,95	20,36	-2,76
12	2004	6,7	13,66	-1,18	12	2007	5	15,91	-8,23
1	2005	3,56	14,05	-4,9	1	2008	6,49	17,45	-5,62
2	2005	3,53	16,23	-9,5	2	2008	7,85	19,9	-1,89
3	2005	8,87	23,07	-8,1	3	2008	8,9	20,55	-0,9
4	2005	11,93	29,97	-0,11	4	2008	12,22	28,52	-0,23
5	2005	16,67	31,7	5,68	5	2008	14,98	27,41	3,49
6	2005	22,22	35,94	8,74	6	2008	18,42	32,65	7,55
7	2005	22,63	37,87	10,33	7	2008	20,8	34,77	8,89
8	2005	21,23	35,01	9,41	8	2008	21,2	34,84	9,56
9	2005	18,06	34,48	3,75	9	2008	17,13	31,12	4,1
10	2005	14,5	24,08	5,21	10	2008	12,21	25,34	-0,84
11	2005	7,81	17,83	-1,64	11	2008	7,66	15,71	-3,16
12	2005	3,86	16,51	-7,43	12	2008	5,17	12,95	-4,49
1	2006	4,7	13,71	-6,03	1	2009	4,16	17,6	-5,24
2	2006	5,34	19,56	-3,71	2	2009	6,27	17,04	-3,1
3	2006	10,53	23,89	-0,24	3	2009	9,4	24,28	-0,83
4	2006	12,68	23,74	1,02	4	2009	10,76	26,8	1,72
5	2006	16,97	33,1	1,69	5	2009	16,89	31,32	4,96
6	2006	20,6	32,18	5,68	6	2009	20,84	35,83	8,62
7	2006	24,2	36,75	13,93	7	2009	22,37	36,96	9,82
8	2006	19,83	32,03	7,81	8	2009	22,6	35,9	11,41
9	2006	19,76	35,23	8,47	9	2009	18,32	31,05	6,08
10	2006	16,33	29,12	5,68	10	2009	14,73	28,72	-1,82
11	2006	11,43	22,94	-1,1	11	2009	9,89	21,43	-0,96
12	2006	3,61	18,03	-6,1	12	2009	5,05	16,65	-7,36

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

Mes	Año	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mínima (°C)	Mes	Año	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mínima (°C)
1	2010	4,21	13,66	-7,36	1	2013	6,58	17,39	-0,86
2	2010	5,17	17,52	-4,29	2	2013	5,58	16,21	-1,06
3	2010	8,21	21,1	-2,96	3	2013	8,62	19,6	-0,59
4	2010	12,87	29,59	-1,29	4	2013	11,05	28,09	0,07
5	2010	13,79	29,33	0,1	5	2013	11,54	24,56	0,6
6	2010	18,28	32,92	8,42	6	2013	16,97	32,55	7,45
7	2010	22,63	37,29	10,09	7	2013	23,34	36,21	12,63
8	2010	21,76	39,09	9,09	8	2013	21,42	36,19	11,43
9	2010	18,22	33,12	5,23	9	2013	18,54	30,08	8,05
10	2010	12,98	28,94	0,17	10	2013	14,92	27,9	1,27
11	2010	7,72	21,49	-6,16	11	2013	8,68	22,18	-5,38
12	2010	4,3	18,17	-4,69	12	2013	4,15	15,21	-4,26
1	2011	5,39	18,13	-5,89	1	2014	6,71	15,01	-1,16
2	2011	6,76	20,7	-2,76	2	2014	6,3	22,44	-2,82
3	2011	9	23,55	-0,76	3	2014	9,8	23,79	-2,55
4	2011	14,69	31,59	4,1	4	2014	14,3	28,74	3,48
5	2011	17,39	32,19	6,23	5	2014	14,87	28,33	4,02
6	2011	18,55	35,11	8,36	6	2014	19,87	33,48	8,03
7	2011	20,4	35,64	8,37	7	2014	20,7	35,42	11,31
8	2011	22,97	38,63	7,97	8	2014	21,02	34,82	6,77
9	2011	20,16	35,9	8,9	9	2014	20,09	34,15	7,57
10	2011	14,52	31,52	0,33	10	2014	16,54	28,67	6,36
11	2011	10,73	19,18	-1	11	2014	10,37	19	0,2
12	2011	6,51	17,95	-4,72	12	2014	6,86	14,71	-1,48
1	2012	6,12	16,59	-3,86	1	2015	5,34	16,59	-4,43
2	2012	4,57	20,63	-4,06	2	2015	4,87	15,19	-5,51
3	2012	10,3	25,42	0,2	3	2015	9,86	24,14	0,07
4	2012	10,22	23,72	-0,33	4	2015	13,23	25,88	0,67
5	2012	17,1	33,59	4,58	5	2015	16,95	32,42	5,16
6	2012	21,25	37,5	7,44	6	2015	20,87	36,43	9,84
7	2012	21,41	39,16	7,9	7	2015	23,73	37,22	11,05
8	2012	23,5	40,43	11,1	8	2015	22,15	36,97	8,7
9	2012	18,7	32,72	5,25	9	2015	16,87	29,01	5,63
10	2012	13,65	29,94	-0,8	10	2015	13,53	27,28	0,34
11	2012	8,46	19,91	-0,33	11	2015	10,39	22,39	-0,33
12	2012	6,3	16,33	-2,59	12	2015	6,03	15,85	-2,01

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

Mes	Año	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mínima (°C)	Mes	Año	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mínima (°C)
1	2016	6,88	17,27	-1,81	1	2019	5,75	15,39	-3,02
2	2016	6,97	18,46	-2,75	2	2019	7,3	21,94	-2,28
3	2016	7,81	24,42	-0,74	3	2019	10,02	23,94	-1,67
4	2016	10,74	24,27	-1,81	4	2019	11,69	24,74	0,88
5	2016	15,27	31,77	2,68	5	2019	14,62	30,55	1,14
6	2016	19,86	34,97	7,77	6	2019	21,1	41,38	5,5
7	2016	22,36	37,16	9,38	7	2019	23,29	37,97	9,18
8	2016	22,6	35,36	10,38	8	2019	22,4	35,96	9,58
9	2016	20,04	37,34	7,03	9	2019	18,6	30,4	6,7
10	2016	14,08	28,27	1,74	10	2019	15,19	28,62	3,82
11	2016	8,74	24,06	-0,47	11	2019	8,62	21,08	-0,67
12	2016	6,15	16,05	-1,62	12	2019	7,4	16,35	-2,21
1	2017	4,78	15,25	-5,77	1	2020	4,9	18,59	-3,35
2	2017	8,21	20,13	0	2	2020	9,17	23,21	-2,21
3	2017	10,95	28,94	0,45	3	2020	9,54	23	-0,73
4	2017	13,13	28,54	-0,07	4	2020	13,19	23,4	1,41
5	2017	17,73	34,28	1,74	5	2020	18,16	32,03	7,51
6	2017	21,93	38,1	9,04	6	2020	18,61	34,64	6,57
7	2017	22,4	37,16	9,91	7	2020	22,6	37,24	10,33
8	2017	22,06	37,34	8,84	8	2020	21,86	37,65	7,78
9	2017	17,19	31,26	3,75	9	2020	18,75	32,7	5,03
10	2017	15,3	28,13	1,6	10	2020	12,45	24,06	-0,8
11	2017	8,6	20,6	-3,76	11	2020	9,5	23,13	-2,34
12	2017	5,49	16,92	-4,02	12	2020	6,37	14,27	-0,86
1	2018	6,64	17,67	-5,23	1	2021	5,41	18,88	-4,22
2	2018	4,93	17,64	-5,3	2	2021	9,29	20,88	1,08
3	2018	8,42	22,47	1,2	3	2021	9,81	23,62	-1,75
4	2018	12,42	25,48	0,4	4	2021	11,42	24,07	-0,86
5	2018	15	27,01	1,87	5	2021	15,6	31,45	2,01
6	2018	19,4	34,23	9,18	6	2021	19,54	34,7	8,12
7	2018	22,57	35,16	12,19	7	2021	21,79	38,71	9,59
8	2018	22,8	37,64	10,25	8	2021	21,93	39,98	9,32
9	2018	20,38	34,09	7,38	9	2021	18,94	30,95	8,92
10	2018	13,63	27,47	-1,14	10	2021	13,41	24,74	0,07
11	2018	9,36	17,77	-1,14	11	2021	8,12	17,12	-2,48
12	2018	7,6	17,91	-0,8	12	2021	6,45	17,46	0,2

Tabla 30. Series de temperatura mensuales (2004-2021)

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

3.- Series de humedad relativa mensuales (2004-2021)

Mes	Año	Hum Media (%)	Hum Máx (%)	Hum Mín(%)	Mes	Año	Hum Media (%)	Hum Máx (%)	Hum Mín(%)
1	2004	82,56	100	52,91	1	2007	77,8	95,8	41,69
2	2004	84,97	100	37,02	2	2007	75,04	95,7	22,35
3	2004	75,46	97,8	23,21	3	2007	70,4	95,6	19,07
4	2004	69,56	97,2	25,46	4	2007	70,87	95,2	16,8
5	2004	67,24	96	18,86	5	2007	63,63	93,4	16,13
6	2004	58,73	95,4	15,79	6	2007	62,69	94,7	18,53
7	2004	59,67	96,1	16,72	7	2007	53,15	89,9	14,86
8	2004	61,64	95,5	22,25	8	2007	56,5	94,1	14,8
9	2004	69,22	95,1	15,8	9	2007	61,68	93,3	14,06
10	2004	71,12	96,9	27,45	10	2007	69,63	94,4	10,54
11	2004	80,83	97,5	43,25	11	2007	64,47	93,3	10,87
12	2004	81,92	97,2	50,39	12	2007	76,5	95	29,37
1	2005	84,2	98,3	39,33	1	2008	76,2	95,4	20,35
2	2005	74,13	96,6	20,78	2	2008	74,79	95	36,5
3	2005	61,92	96,1	15,4	3	2008	67,48	93,6	26,96
4	2005	68,3	95,2	14,53	4	2008	62,39	92,5	12,8
5	2005	57,9	94,7	10,33	5	2008	70,71	93,9	20
6	2005	53,58	92,7	10,66	6	2008	65,12	93,2	24,33
7	2005	51,03	88,1	11,59	7	2008	59,73	93,6	20,46
8	2005	56,1	89,2	12,66	8	2008	58,38	91,1	16,8
9	2005	59,76	94,7	12,8	9	2008	63,65	94,1	19,33
10	2005	76,12	95,1	29,68	10	2008	73,62	94	22,54
11	2005	79,19	95	34,48	11	2008	76,77	93,5	41,26
12	2005	77,4	96,3	36,64	12	2008	81,64	94,8	39,52
1	2006	83,04	96,3	42,78	1	2009	80,4	94,5	40,66
2	2006	67,74	96,4	15,34	2	2009	70,58	92,8	17,89
3	2006	69,17	93,6	19,4	3	2009	59,52	92,7	10,6
4	2006	66,08	94	15,47	4	2009	64,99	99,2	14,39
5	2006	59,88	93,7	15	5	2009	61,54	100	13,94
6	2006	58,01	95,7	12,86	6	2009	58,05	100	17,73
7	2006	58,84	94,1	16,66	7	2009	54,25	92,1	9,66
8	2006	58,37	93	22,26	8	2009	57,9	98,8	11,33
9	2006	63,27	94,5	16,86	9	2009	65,92	100	15,6
10	2006	72,12	94,5	25,4	10	2009	69,93	100	10,54
11	2006	76,84	94,6	27,41	11	2009	79,48	100	34,69
12	2006	80,63	95,8	33,44	12	2009	82,61	100	41,45

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

Mes	Año	Hum Media (%)	Hum Máx (%)	Hum Mín(%)	Mes	Año	Hum Media (%)	Hum Máx (%)	Hum Mín(%)
1	2010	83,97	100	46,6	1	2013	81,5	100	40,29
2	2010	76,86	100	30,96	2	2013	82	100	46,95
3	2010	66,47	100	17,41	3	2013	78,93	100	30,63
4	2010	62,97	100	8,93	4	2013	68,59	100	23,83
5	2010	65,26	100	16,74	5	2013	71,6	98,2	19,7
6	2010	62,88	100	10,86	6	2013	67,1	98,6	25,42
7	2010	60,87	96,6	16,4	7	2013	61,47	96	12,65
8	2010	57,32	94	12,13	8	2013	60,71	93,7	20,57
9	2010	63,61	97,3	12,6	9	2013	68,28	100	23,09
10	2010	70,29	97,8	16,21	10	2013	75,07	100	26,3
11	2010	80,38	97,8	38,24	11	2013	77,34	100	33,97
12	2010	78,66	99,5	36,11	12	2013	85,9	100	40,63
1	2011	79,97	98,5	24,23	1	2014	85,55	105	39,51
2	2011	76,16	98,5	20,54	2	2014	75,09	100	28,97
3	2011	75,82	97,4	24,09	3	2014	68,5	98,9	21,62
4	2011	65,18	96,6	11,34	4	2014	65,27	97,9	9,33
5	2011	63,69	94,9	17,46	5	2014	61,32	97,7	9,13
6	2011	62,43	96,9	13,2	6	2014	61,14	98,1	16,78
7	2011	56,94	93,8	17,03	7	2014	65,16	100	21,27
8	2011	55,6	96,7	16,57	8	2014	62,91	99,1	17,85
9	2011	63,5	98,9	16,36	9	2014	67,42	100	15,37
10	2011	64,25	98,2	10,31	10	2014	73,03	100	9,54
11	2011	85,05	100	45,54	11	2014	86,78	100	48,6
12	2011	79,84	100	43,16	12	2014	81,37	100	37,06
1	2012	81,1	100	43,56	1	2015	79,33	100	25,61
2	2012	65,14	97	9,52	2	2015	81,66	100	48,34
3	2012	59,41	98,9	15,24	3	2015	71,34	100	13,3
4	2012	70,86	99,3	23,9	4	2015	63,8	100	15,99
5	2012	63,48	100	7,32	5	2015	58,46	94,7	20,54
6	2012	55,31	100	13,44	6	2015	62,55	100	11,07
7	2012	53,68	100	8,65	7	2015	59,79	100	15,03
8	2012	53,17	99	11,38	8	2015	59,74	100	16,24
9	2012	60,53	97,2	12,31	9	2015	69,75	100	20,68
10	2012	78,46	98,7	24,89	10	2015	76,83	100	18,73
11	2012	85,23	100	35,69	11	2015	86,61	100	47,84
12	2012	83,84	100	38,16	12	2015	94,97	100	38,84

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

Mes	Año	Hum Media (%)	Hum Máx (%)	Hum Mín(%)	Mes	Año	Hum Media (%)	Hum Máx (%)	Hum Mín(%)
1	2016	90,03	100	43,15	1	2019	74,4	100	21,92
2	2016	84,04	100	31,52	2	2019	72,97	100	20,36
3	2016	80,26	100	22,57	3	2019	59,78	99,9	8,2
4	2016	73,12	100	27,88	4	2019	67,77	100	7,12
5	2016	68,77	100	14,9	5	2019	59,14	100	13,43
6	2016	59,98	100	18,52	6	2019	52,68	100	8,32
7	2016	60,45	100	15,84	7	2019	58,28	100	18,18
8	2016	55,35	100	10,6	8	2019	60,98	100	17,18
9	2016	62,8	100	17,44	9	2019	66,87	99,5	24,51
10	2016	76,65	100	20,88	10	2019	72,6	100	15,58
11	2016	84,51	100	24,98	11	2019	84,7	100	39,86
12	2016	95	100	47,66	12	2019	85,67	100	47,79
1	2017	80,6	100	14,32	1	2020	89,93	100	44,05
2	2017	78,73	100	16,26	2	2020	79,67	100	24,19
3	2017	69,14	100	12,89	3	2020	76,71	100	22,11
4	2017	54,43	95	14,37	4	2020	82	100	36,02
5	2017	61,67	100	13,5	5	2020	66,53	100	16,18
6	2017	63,38	100	16,71	6	2020	68,39	100	26,04
7	2017	59,44	100	16,64	7	2020	58,98	98,6	16,11
8	2017	59,74	100	12,49	8	2020	63,84	100	11,54
9	2017	66,11	98,5	10,61	9	2020	61,73	100	20,01
10	2017	69,41	100	12,49	10	2020	75,44	100	34,26
11	2017	73,03	100	23,32	11	2020	88,91	100	27,89
12	2017	84,14	100	51,03	12	2020	89,48	100	44,92
1	2018	82,93	100	45,99	1	2021	90,23	100	38,46
2	2018	77,4	100	23,34	2	2021	91,46	100	30,71
3	2018	72,16	100	23,52	3	2021	68,96	100	14,58
4	2018	72,98	100	32,04	4	2021	65,41	99,9	19,63
5	2018	68,43	100	23,05	5	2021	62,96	100	18,6
6	2018	68,36	100	19,13	6	2021	69,2	100	16,18
7	2018	67,25	100	24,03	7	2021	61,2	96,4	14,43
8	2018	60,16	95,2	17,31	8	2021	61,83	97,5	13,42
9	2018	66,65	100	12,02	9	2021	77,71	100	32,56
10	2018	72,37	100	16,59	10	2021	75,63	100	23,84
11	2018	84,29	100	38,1	11	2021	81,19	100	37,98
12	2018	82,02	100	32,67	12	2021	91,38	100	52,48

Tabla 31. Series de humedad relativa mensuales (2004-2021)

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

4.- Gráfico series mensuales ETP (2004-2021)

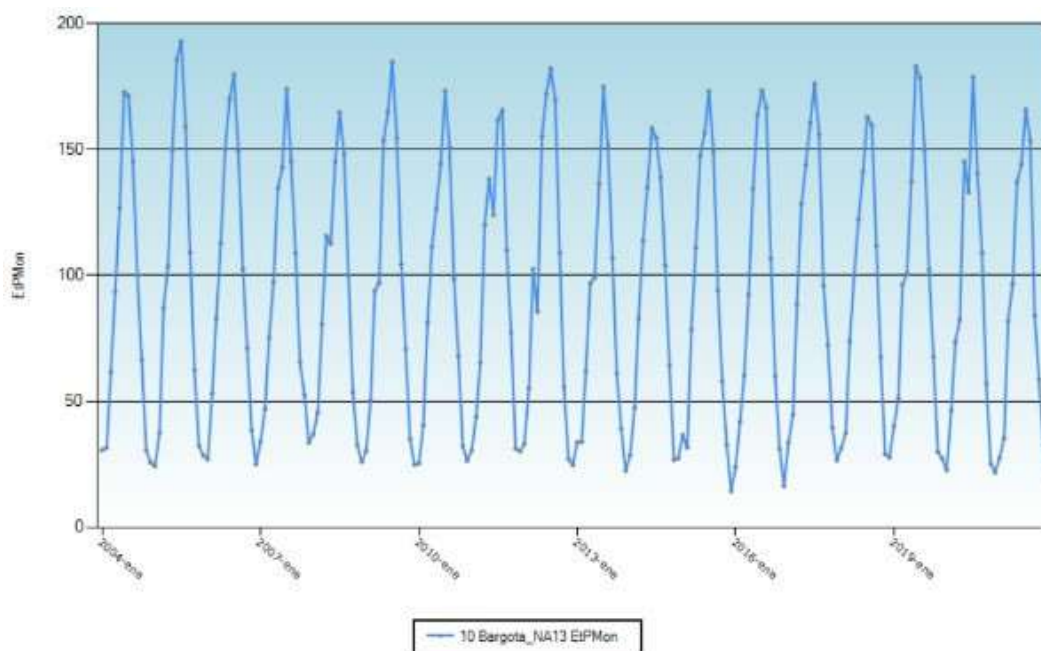


Gráfico 4. Gráfico series mensuales ETP (2004-2021)

5.- Gráfico series mensuales temperatura (2004-2021)

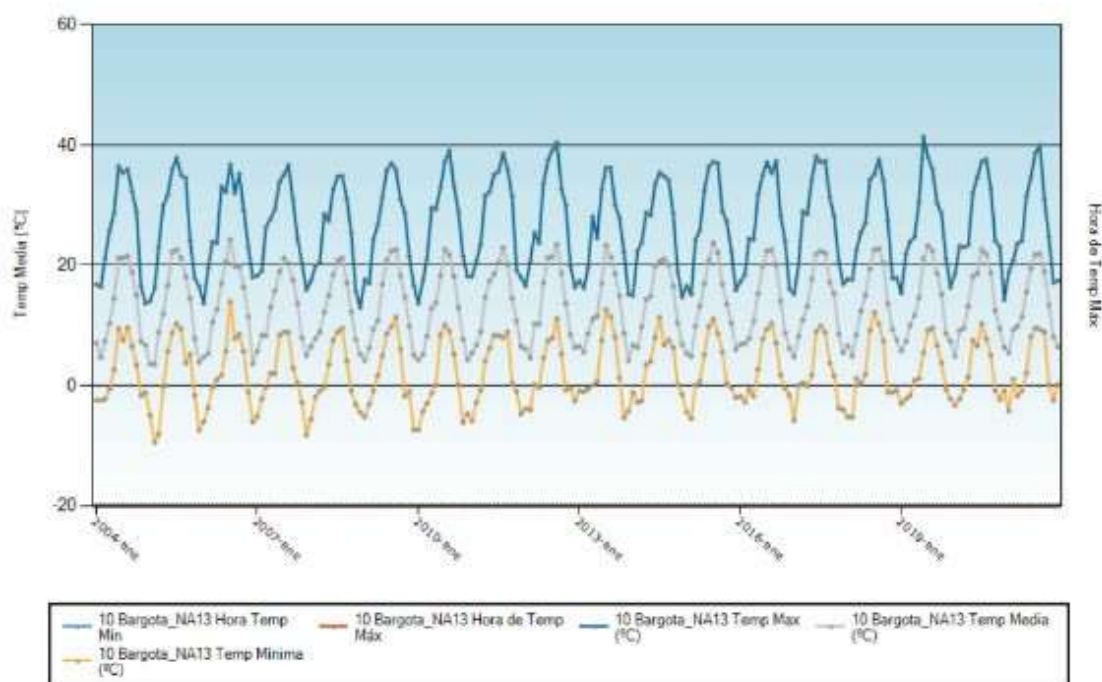


Gráfico 5. Gráfico series mensuales temperatura (2004-2021)

ANEJO 3. ESTUDIO AGRONÓMICO

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE REGADÍOS DE LA COMUNIDAD DE REGANTES VIANA I (NAVARRA)

6.- Gráfico series mensuales precipitación (2004-2021)

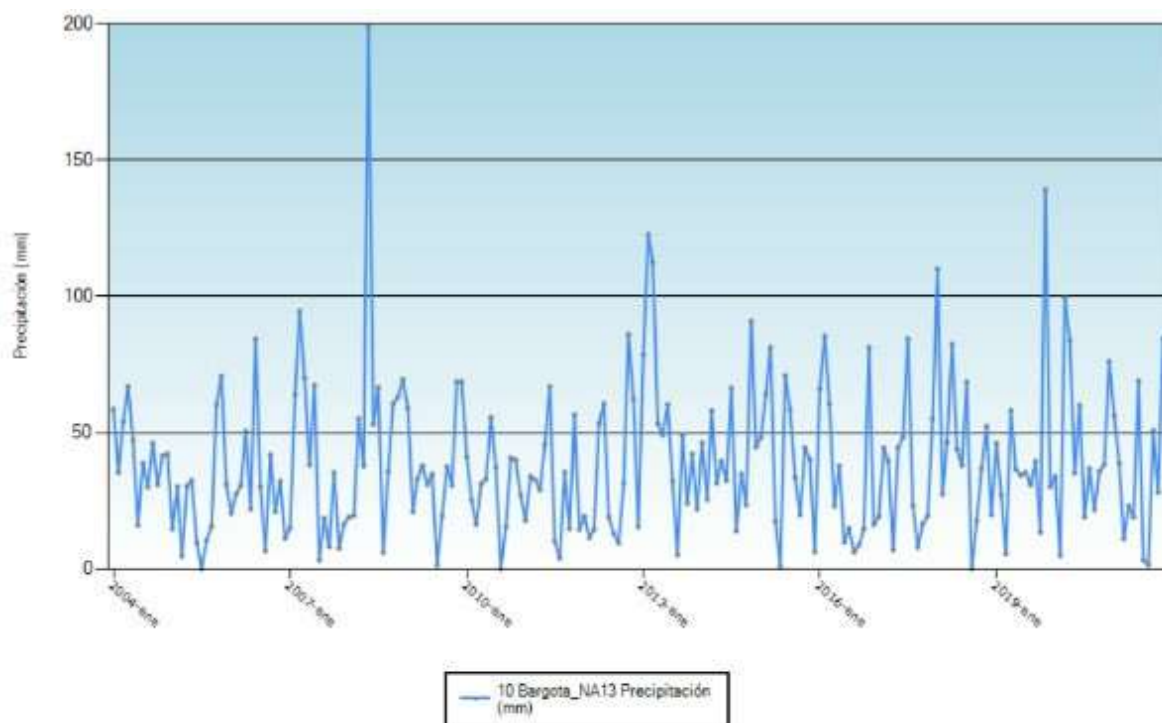


Gráfico 6. Gráfico series mensuales precipitación (2004-2021)