

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice A. Ecuaciones

Apéndice B. Parámetros de demanda de riego

Apéndice C. Parámetros de oferta de agua

Apéndice D. Diseño del embalse

Apéndice E. Tablas resumen de la investigación

Apéndice F. Formato APU para cada una de las actividades

Apéndice G. Cartas de respuesta a las observaciones solicitadas por los calificadores

Apéndices

Apéndice A: Ecuaciones

Ecuación 1

$$P_e (mm) = (125 - 0,2 \times P_m) \times P_m / 125 \text{ (Ecu. 1)}$$

Donde:

- P_e = Precipitación efectiva (mm)
- P_m = Precipitación mensual multi anual (mm)

Ecuación 2

$$y_x = y_o + \frac{x-x_o}{x_1-x_o} (y_1 - y_o) \text{ (Ecu. 2)}$$

Ecuación 3

$$ET_c (mm / d) = ET_o \times K_c \text{ (Ecu. 3)}$$

Donde:

- ET_c = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm / d)
- ET_o = Evapotranspiración de referencia en (mm / d)
- K_c = Coeficiente del cultivo (adimensional)

Ecuación 4

$$N_n (mm / d) = ET_c - P_e \text{ (Ecu. 4)}$$

Donde:

- N_n = Necesidad neta (mm / d)
- ET_c = Evapotranspiración del cultivo de referencia (mm / d)
- P_e = Precipitación efectiva (mm)

Ecuación 5

$$D_n = DPM \times AA/100 \text{ (Ecu. 5)}$$

Donde:

- D_n = Dosis neta de riego (adimensional)
- DPM = déficit permisible para el cultivo (%).
- AA = Agua aprovechable (mm)

Ecuación 6

$$I_M(dias) = D_n \times N_n \text{ (Ecu. 6)}$$

Donde:

- I_M = Necesidades netas diarias (dias)
- D_n = Dosis neta de riego (mm)
- N_n = Necesidades neta diaria (mm / d)

Ecuación 7

$$D_{n \text{ aj}}(dias) = I \times N_n \text{ (Ecu. 7)}$$

Donde:

- I = Máximo intervalo entre riego(día)
- N_n = Necesidades neta diaria (mm/día)

Ecuación 8

$$D_b (mm) = 100 \times D_{n \text{ aj}}/E_a \text{ (Ecu. 8)}$$

Donde:

- $D_{n \text{ aj}}$ = Dosis neta ajustada (mm)
- E_a = Eficiencia de aplicación (%)

Ecuación 9

$$N_{a \text{ min}}(h) = 100 \times D_b/I_b \times f_p \text{ (Ecu. 9)}$$

Donde:

- D_b = Dosis bruta de riego (mm).
- I_b = Infiltración básica del suelo (mm/h)
- f_p = Factor de reducción por la pendiente (%)

Ecuación 10

$$N_b(mm) = 100 \times N_n/E_a \text{ (Ecu. 10)}$$

Donde:

- N_n = Necesidad neta (mm).
- E_a = Eficiencia de aplicación (%)

Ecuación 11

$$NC = \frac{\sum_i^n NC_i \times A_i}{A} \text{ (ecuación 11)}$$

Donde:

- $\sum_i^n NC_i$ = Numero de curva asignado para la cada porción de la unidad hidrológica (*adimensional*).
- A_i = Porciones de la superficie de la unidad hidrológica (km^2).
- A = Área total de la unidad hidrológica (km^2).

Ecuación 12

$$NC_I = \frac{NC_{II}}{2,281 - 0,01281 \times NC_{II}} \text{ (ecuación 12)}$$

Donde:

- NC_{II} = Numero de curva en condiciones medias (*adimensional*).

Ecuación 13

$$NC_{III} = \frac{NC_{II}}{2,281 - 0,01281 \times NC_{III}} \text{ (ecuación 13)}$$

Donde:

- NC_{II} = Numero de curva en condiciones medias (*adimensional*).

Ecuación 14

$$S \text{ (mm)} = 254 \times \left(\frac{100}{NC} - 1 \right) \text{ (ecuación 14)}$$

Donde:

- S = Máxima retención posible (*mm*)
- NC = Numero de curva en condiciones medias (*adimensional*).

Ecuación 15

$$Q \text{ (mm)} = \frac{[P \text{ (mm)} - 0,2 \times S \text{ (mm)}]^2}{P \text{ (mm)} + 0,8 \times S \text{ (mm)}}; Q \text{ (m}^3\text{)} = Q \text{ (mm)} \times 10^{-3} \times A \text{ (m}^2\text{)} \text{ (ecuación 15)}$$

Donde:

- Q = Escorrentía directa (*mm*)
- S = Máxima retención de gua (*mm*).
- P = Precipitación (*mm*).

Ecuación 16

$$ET = P_c - \lambda P_c^2 \text{ (ecuación 16)}$$

Donde:

- P_c = Precipitación anual menos la infiltración (*m*).
- λ = lambda $\left(\frac{1}{c^o} \right)$.

Ecuación 17

$$P_c(m) = P - I \text{ (ecuación 17)}$$

Donde:

- P = Precipitación anual (m).
- I = Infiltración.

Ecuación 18

$$P_c(m) = P \times 0.9 \text{ (ecuación 18)}$$

Donde:

- P = Precipitación anual (m).
- I = Infiltración.
- Cada año debe cumplirse la siguiente doble condición:

$$\frac{1}{8\lambda} \leq P_c \leq \frac{1}{2\lambda}$$

Ecuación 19

$$\lambda \left(\frac{1}{C^o} \right) = \frac{1}{0,8+0,14 \times T} \text{ (ecuación 19)}$$

Donde:

- T_a = Temperatura anual (C^o).

Ecuación 20

$$Q (m) = \lambda P_c^2 \text{ (ecuación 20)}$$

Donde:

- P_c = Precipitación anual menos la infiltración (m).
- λ = lambda $\left(\frac{1}{C^o} \right)$.

Ecuación 21

$$Q_i(K) = 0 \quad \text{si} \quad K \times P_i \leq 0.2 \times S_i$$

$$Q_i(K)(m^3) = \frac{(K \times P_i - 0.2 \times S_i)^2}{K \times P_i + 0.8 \times S_i} \quad (\text{ecuación 21})$$

Donde:

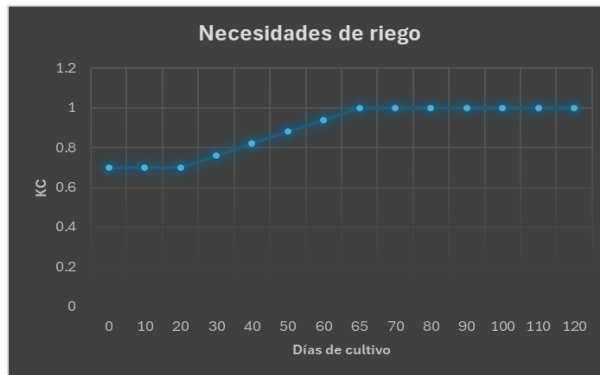
- S_i = máxima capacidad de infiltración del mes i (m)
- P_i = Lluvia media del mes i (m)

En el caso de S_i este es la máxima capacidad de infiltración del mes i que se obtuvo a partir del NC asignado a dicho mes. Por otro lado, K es el coeficiente de ajuste que da nombre al método y para determinarlo se sumó la escorrentía $Q_i(K)$ de todos los meses y se igualo a la escorrentía media anual (total o directa) (Dal-Re, 2003).

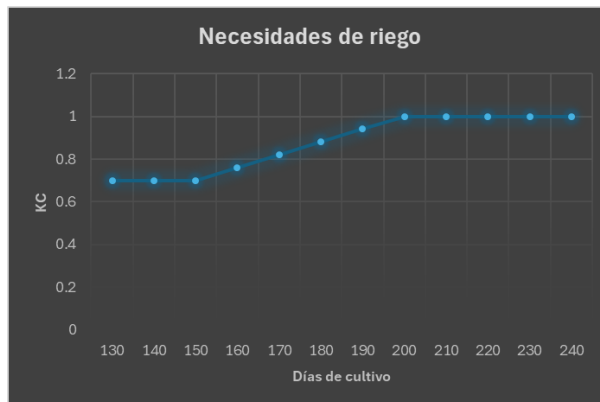
Apéndice B: Parámetros de demanda de riego.

Apéndice B.1: Tablas e ilustraciones del crecimiento de cultivo en cada cuatrimestre para cada escenario de siembra.

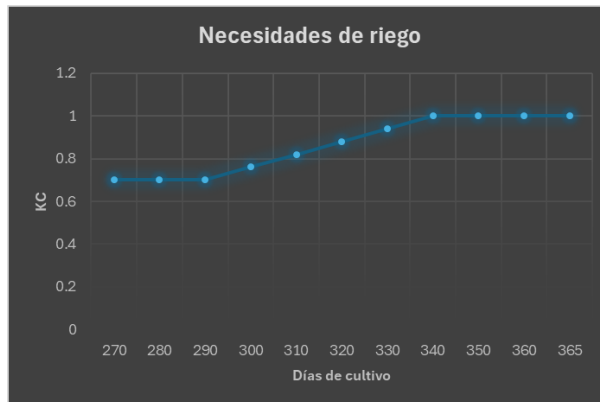
- **Escenario 1**



| | Enero | | | Febrero | | | Marzo | | | Abril | | |
|---------------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|--------|------|------|-------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| a)Eto(mm/mes) | 97.34 | - | - | 95.2 | - | - | 109.74 | - | - | 105.3 | - | - |
| b)Eto(mm/día) | 3.14 | 3.14 | 3.14 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.54 | 3.54 | 3.54 | 3.51 | 3.51 | 3.51 |
| c)Kc | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d)Etc | 2.198 | 2.198 | 2.198 | 2.584 | 2.788 | 2.992 | 3.3276 | 3.54 | 3.54 | 3.51 | 3.51 | 3.51 |
| e)Pe(mm/mes) | 10.46 | - | - | 16.69 | - | - | 28.76 | - | - | 53.23 | - | - |
| f)Pe(mm/día) | 0.34 | 0.34 | 0.34 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.93 | 0.93 | 0.93 | 1.77 | 1.77 | 1.77 |
| g)Nn(mm/día) | 1.86 | 1.86 | 1.86 | 1.99 | 2.19 | 2.40 | 2.40 | 2.61 | 2.61 | 1.74 | 1.74 | 1.74 |

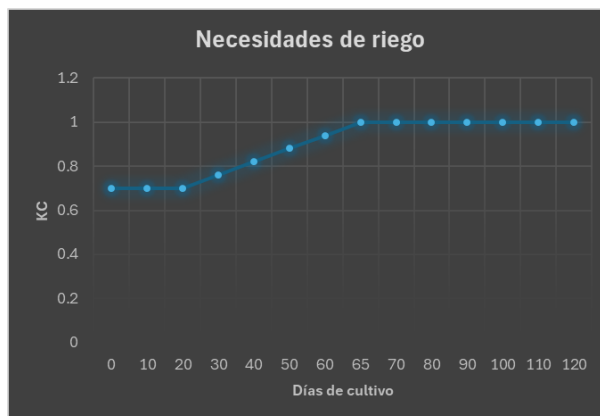


| | Mayo | | | Junio | | | Julio | | | Agosto | | |
|---------------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|------|--------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| a)Eto(mm/mes) | 103.54 | - | - | 90.9 | - | - | 91.76 | - | - | 99.82 | - | - |
| b)Eto(mm/día) | 3.34 | 3.34 | 3.34 | 3.03 | 3.03 | 3.03 | 2.96 | 2.96 | 2.96 | 3.22 | 3.22 | 3.22 |
| c)Kc | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d)Etc | 2.338 | 2.338 | 2.338 | 2.3028 | 2.4846 | 2.6664 | 2.7824 | 2.96 | 2.96 | 3.22 | 3.22 | 3.22 |
| e)Pe(mm/mes) | 56.00 | - | - | 44.32 | - | - | 36.08 | - | - | 44.65 | - | - |
| f)Pe(mm/día) | 1.81 | 1.81 | 1.81 | 1.48 | 1.48 | 1.48 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.44 | 1.44 | 1.44 |
| g)Nn(mm/día) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.83 | 1.01 | 1.19 | 1.62 | 1.80 | 1.80 | 1.78 | 1.78 | 1.78 |



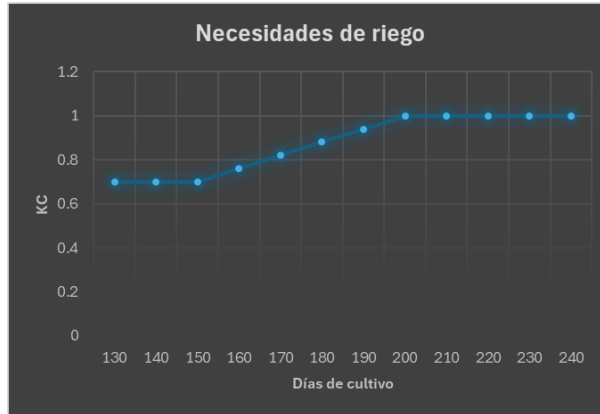
| | Septiembre | | | Octubre | | | Noviembre | | | Diciembre | | |
|--------------|------------|-------|-------|---------|--------|--------|-----------|------|------|-----------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| a)Eo(mm/mes) | 102.6 | - | - | 102.92 | - | - | 93.6 | - | - | 92.07 | - | - |
| b)Eo(mm/día) | 3.42 | 3.42 | 3.42 | 3.32 | 3.32 | 3.32 | 3.12 | 3.12 | 3.12 | 2.97 | 2.97 | 2.97 |
| c)Kc | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d)Etc | 2.394 | 2.394 | 2.394 | 2.5232 | 2.7224 | 2.9216 | 2.9328 | 3.12 | 3.12 | 2.97 | 2.97 | 2.97 |
| e)Pe(mm/mes) | 57.58 | - | - | 62.06 | - | - | 38.25 | - | - | 11.80 | - | - |
| f)Pe(mm/día) | 1.92 | 1.92 | 1.92 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.28 | 1.28 | 1.28 | 0.38 | 0.38 | 0.38 |
| g)Nn(mm/día) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.72 | 0.92 | 1.66 | 1.84 | 1.84 | 2.59 | 2.59 | 2.59 |

• Escenario 2

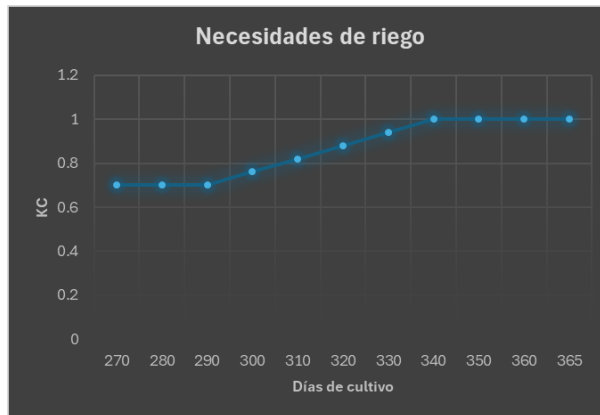


| | Febrero | | | Marzo | | | Abril | | | Mayo | | |
|--------------|---------|------|------|--------|--------|--------|--------|------|------|--------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| a)Eo(mm/mes) | 95.2 | - | - | 109.74 | - | - | 105.3 | - | - | 103.54 | - | - |
| b)Eo(mm/día) | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.54 | 3.54 | 3.54 | 3.51 | 3.51 | 3.51 | 3.34 | 3.34 | 3.34 |
| c)Kc | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d)Etc | 2.38 | 2.38 | 2.38 | 2.6904 | 2.9028 | 3.1152 | 3.2994 | 3.51 | 3.51 | 3.34 | 3.34 | 3.34 |
| e)Pe(mm/mes) | 21.69 | - | - | 40.56 | - | - | 70.28 | - | - | 73.37 | - | - |
| f)Pe(mm/día) | 0.77 | 0.77 | 0.77 | 1.31 | 1.31 | 1.31 | 2.34 | 2.34 | 2.34 | 2.37 | 2.37 | 2.37 |
| g)Nn(mm/día) | 1.61 | 1.61 | 1.61 | 1.38 | 1.59 | 1.81 | 0.96 | 1.17 | 1.17 | 0.97 | 0.97 | 0.97 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER



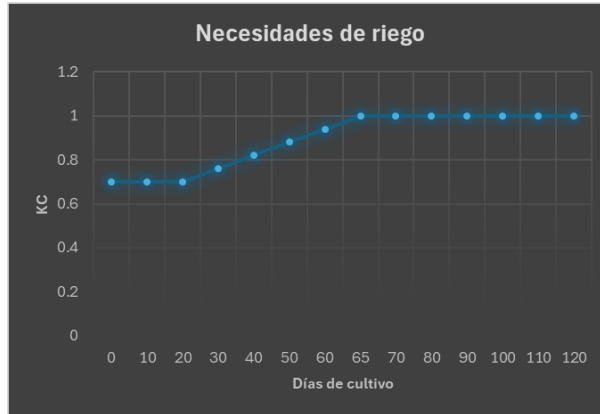
| | Junio | | | Julio | | | Agosto | | | Septiembre | | |
|---------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|------|------------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| a)Eto(mm/mes) | 90.9 | - | - | 91.76 | - | - | 99.82 | - | - | 102.6 | - | - |
| b)Eto(mm/día) | 3.03 | 3.03 | 3.03 | 2.96 | 2.96 | 2.96 | 3.22 | 3.22 | 3.22 | 3.42 | 3.42 | 3.42 |
| c)Kc | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d)EtC | 2.121 | 2.121 | 2.121 | 2.2496 | 2.4272 | 2.6048 | 3.0268 | 3.22 | 3.22 | 3.42 | 3.42 | 3.42 |
| e)Pe(mm/mes) | 60.05 | - | - | 49.91 | - | - | 60.37 | - | - | 75.11 | - | - |
| f)Pe(mm/día) | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.61 | 1.61 | 1.61 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 2.50 | 2.50 | 2.50 |
| g)Nn(mm/día) | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.64 | 0.82 | 0.99 | 1.08 | 1.27 | 1.27 | 0.92 | 0.92 | 0.92 |



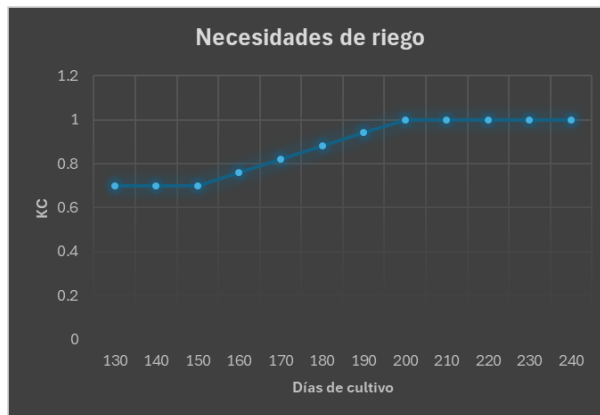
| | Octubre | | | Noviembre | | | Diciembre | | | Enero | | |
|---------------|---------|-------|-------|-----------|--------|--------|-----------|------|------|-------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| a)Eto(mm/mes) | 102.92 | - | - | 93.6 | - | - | 92.07 | - | - | 97.34 | - | - |
| b)Eto(mm/día) | 3.32 | 3.32 | 3.32 | 3.12 | 3.12 | 3.12 | 2.97 | 2.97 | 2.97 | 3.14 | 3.14 | 3.14 |
| c)Kc | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d)EtC | 2.324 | 2.324 | 2.324 | 2.3712 | 2.5584 | 2.7456 | 2.7918 | 2.97 | 2.97 | 3.14 | 3.14 | 3.14 |
| e)Pe(mm/mes) | 79.93 | - | - | 52.62 | - | - | 15.50 | - | - | 14.10 | - | - |
| f)Pe(mm/día) | 2.58 | 2.58 | 2.58 | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.44 | 0.44 | 0.44 |
| g)Nn(mm/día) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.62 | 0.80 | 0.99 | 2.29 | 2.47 | 2.47 | 2.70 | 2.70 | 2.70 |

- **Escenario 3**

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

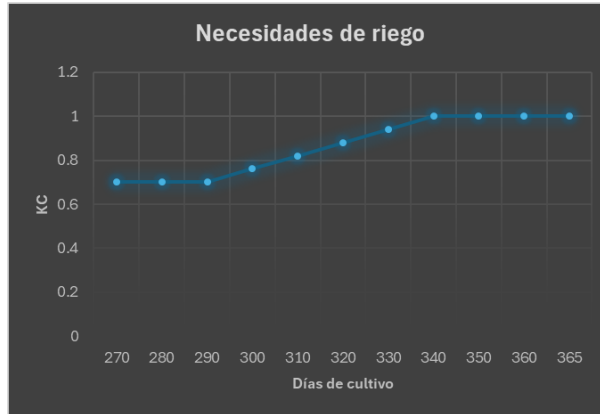


| | Marzo | | | Abril | | | Mayo | | | Junio | | |
|---------------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|------|-------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| a)Eto(mm/mes) | 109.74 | - | - | 105.3 | - | - | 103.54 | - | - | 90.9 | - | - |
| b)Eto(mm/día) | 3.54 | 3.54 | 3.54 | 3.51 | 3.51 | 3.51 | 3.34 | 3.34 | 3.34 | 3.03 | 3.03 | 3.03 |
| c)Kc | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d)Et | 2.478 | 2.478 | 2.478 | 2.6676 | 2.8782 | 3.0888 | 3.1396 | 3.34 | 3.34 | 3.03 | 3.03 | 3.03 |
| e)Pe(mm/mes) | 40.56 | - | - | 70.28 | - | - | 73.37 | - | - | 60.05 | - | - |
| f)Pe(mm/día) | 1.31 | 1.31 | 1.31 | 2.34 | 2.34 | 2.34 | 2.37 | 2.37 | 2.37 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| g)Nn(mm/día) | 1.17 | 1.17 | 1.17 | 0.32 | 0.54 | 0.75 | 0.77 | 0.97 | 0.97 | 1.03 | 1.03 | 1.03 |



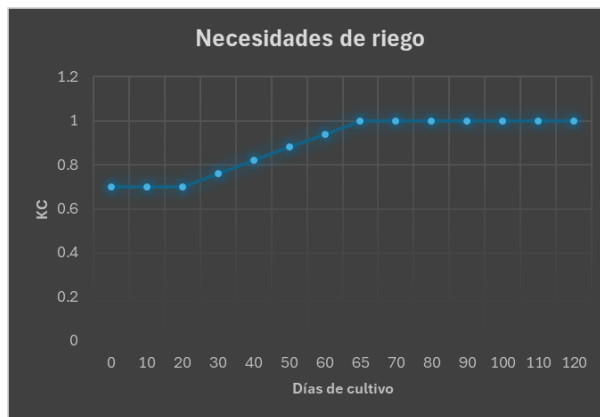
| | Julio | | | Agosto | | | Septiembre | | | Octubre | | |
|---------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------------|------|------|---------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| a)Eto(mm/mes) | 91.76 | - | - | 99.82 | - | - | 102.6 | - | - | 102.92 | - | - |
| b)Eto(mm/día) | 2.96 | 2.96 | 2.96 | 3.22 | 3.22 | 3.22 | 3.42 | 3.42 | 3.42 | 3.32 | 3.32 | 3.32 |
| c)Kc | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d)Et | 2.072 | 2.072 | 2.072 | 2.4472 | 2.6404 | 2.8336 | 3.2148 | 3.42 | 3.42 | 3.32 | 3.32 | 3.32 |
| e)Pe(mm/mes) | 49.91 | - | - | 60.37 | - | - | 75.11 | - | - | 79.93 | - | - |
| f)Pe(mm/día) | 1.61 | 1.61 | 1.61 | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.58 | 2.58 | 2.58 |
| g)Nn(mm/día) | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.50 | 0.69 | 0.89 | 0.71 | 0.92 | 0.92 | 0.74 | 0.74 | 0.74 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER



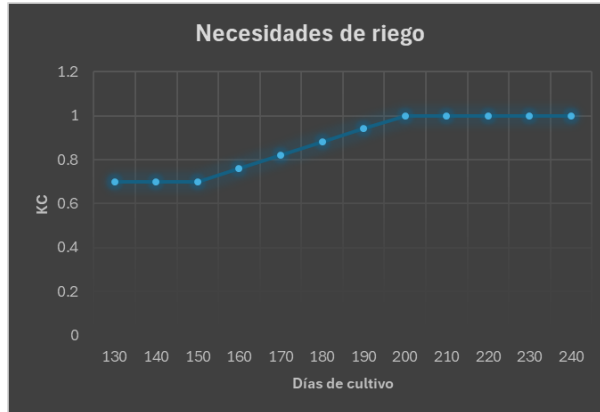
| | Noviembre | | | Diciembre | | | Enero | | | Febrero | | |
|---------------|-----------|-------|-------|-----------|--------|--------|--------|------|------|---------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| a)Eto(mm/mes) | 93.6 | - | - | 92.07 | - | - | 97.34 | - | - | 95.2 | - | - |
| b)Eto(mm/día) | 3.12 | 3.12 | 3.12 | 2.97 | 2.97 | 2.97 | 3.14 | 3.14 | 3.14 | 3.4 | 3.4 | 3.4 |
| c)Kc | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d)EtC | 2.184 | 2.184 | 2.184 | 2.2572 | 2.4354 | 2.6136 | 2.9516 | 3.14 | 3.14 | 3.4 | 3.4 | 3.4 |
| e)Pe(mm/mes) | 52.62 | - | - | 15.50 | - | - | 13.78 | - | - | 22.50 | - | - |
| f)Pe(mm/día) | 1.75 | 1.75 | 1.75 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 0.77 | 0.77 | 0.77 |
| g)Nn(mm/día) | 0.43 | 0.43 | 0.43 | 1.76 | 1.94 | 2.11 | 2.51 | 2.70 | 2.70 | 2.63 | 2.63 | 2.63 |

- Escenario 4**

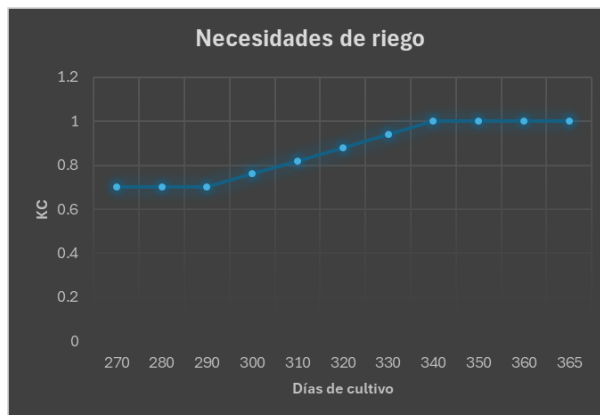


| | Abril | | | Mayo | | | Junio | | | Julio | | |
|---------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|------|------|-------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| a)Eto(mm/mes) | 105.3 | - | - | 103.54 | - | - | 90.9 | - | - | 91.76 | - | - |
| b)Eto(mm/día) | 3.51 | 3.51 | 3.51 | 3.34 | 3.34 | 3.34 | 3.03 | 3.03 | 3.03 | 2.96 | 2.96 | 2.96 |
| c)Kc | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d)EtC | 2.457 | 2.457 | 2.457 | 2.5384 | 2.7388 | 2.9392 | 2.8482 | 3.03 | 3.03 | 2.96 | 2.96 | 2.96 |
| e)Pe(mm/mes) | 70.28 | - | - | 73.37 | - | - | 60.05 | - | - | 49.91 | - | - |
| f)Pe(mm/día) | 2.34 | 2.34 | 2.34 | 2.37 | 2.37 | 2.37 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.61 | 1.61 | 1.61 |
| g)Nn(mm/día) | 0.11 | 0.11 | 0.11 | 0.17 | 0.37 | 0.57 | 0.85 | 1.03 | 1.03 | 1.35 | 1.35 | 1.35 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER



| | Agosto | | | Septiembre | | | Octubre | | | Noviembre | | |
|----------------|--------|-------|-------|------------|--------|--------|---------|------|------|-----------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| a) Eto(mm/mes) | 99.82 | - | - | 102.6 | - | - | 102.92 | - | - | 93.6 | - | - |
| b) Eto(mm/día) | 3.22 | 3.22 | 3.22 | 3.42 | 3.42 | 3.42 | 3.32 | 3.32 | 3.32 | 3.12 | 3.12 | 3.12 |
| c) Kc | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d) Etc | 2.254 | 2.254 | 2.254 | 2.5992 | 2.8044 | 3.0096 | 3.1208 | 3.32 | 3.32 | 3.12 | 3.12 | 3.12 |
| e) Pe(mm/mes) | 60.37 | - | - | 75.11 | - | - | 79.93 | - | - | 52.62 | - | - |
| f) Pe(mm/día) | 1.95 | 1.95 | 1.95 | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.58 | 2.58 | 2.58 | 1.75 | 1.75 | 1.75 |
| g) Nn(mm/día) | 0.31 | 0.31 | 0.31 | 0.10 | 0.30 | 0.51 | 0.54 | 0.74 | 0.74 | 1.37 | 1.37 | 1.37 |



| | Diciembre | | | Enero | | | Febrero | | | Marzo | | |
|----------------|-----------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|------|------|--------|------|------|
| | I | II | III | I | II | III | I | II | III | I | II | III |
| a) Eto(mm/mes) | 92.07 | - | - | 97.34 | - | - | 95.2 | - | - | 109.74 | - | - |
| b) Eto(mm/día) | 2.97 | 2.97 | 2.97 | 3.14 | 3.14 | 3.14 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.54 | 3.54 | 3.54 |
| c) Kc | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.76 | 0.82 | 0.88 | 0.94 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| d) Etc | 2.079 | 2.079 | 2.079 | 2.3864 | 2.5748 | 2.7632 | 3.196 | 3.4 | 3.4 | 3.54 | 3.54 | 3.54 |
| e) Pe(mm/mes) | 15.50 | - | - | 13.78 | - | - | 21.69 | - | - | 43.60 | - | - |
| f) Pe(mm/día) | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.44 | 0.44 | 0.44 | 0.77 | 0.77 | 0.77 | 1.31 | 1.31 | 1.31 |
| g) Nn(mm/día) | 1.58 | 1.58 | 1.58 | 1.94 | 2.13 | 2.32 | 2.42 | 2.63 | 2.63 | 2.23 | 2.23 | 2.23 |

Apéndice B.2: Dosis bruta y tiempo de aplicación de riego para cada uno de los meses.

PRE-DISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| Enero | | |
|--|-------------|-------------------|
| Profundidad efectiva de las raíces(Pr) | 0.45 | (m) |
| Agua utilizable(AU) | 19.25166667 | (mm) |
| Dosis neta de riego(Dn) | 9.625833333 | (mm) |
| Maximo intervalo entre riegos(Im) | 4 | (días) |
| Dosis neta ajustada (Dnaj) | 10 | (mm) |
| Dosis bruta de riego (Db) | 13 | (mm) |
| Tiempo de aplicación (Ta) | 0.802 | (h) |
| Necesidad bruta (Nb) | 3.594 | (mm) |
| Caudal minimo para regar(Qm) | 0.59 | (L/s) |
| Superficie maxima regable(Sm) | 12406.8 | (m ²) |

| Febrero | | |
|--|---------|-------------------|
| Profundidad efectiva de las raíces(Pr) | 0.45 | (m) |
| Agua utilizable(AU) | 19.25 | (mm) |
| Dosis neta de riego(Dn) | 10 | (mm) |
| Maximo intervalo entre riegos(Im) | 4 | (días) |
| Dosis neta ajustada (Dnaj) | 9.626 | (mm) |
| Dosis bruta de riego (Db) | 13 | (mm) |
| Tiempo de aplicación (Ta) | 0.802 | (h) |
| Necesidad bruta (Nb) | 3.500 | (mm) |
| Caudal minimo para regar(Qm) | 0.57 | (L/s) |
| Superficie maxima regable(Sm) | 12406.8 | (m ²) |

| Marzo | | |
|--|---------|-------------------|
| Profundidad efectiva de las raíces(Pr) | 0.45 | (m) |
| Agua utilizable(AU) | 19.25 | (mm) |
| Dosis neta de riego(Dn) | 10 | (mm) |
| Maximo intervalo entre riegos(Im) | 4 | (días) |
| Dosis neta ajustada (Dnaj) | 9.626 | (mm) |
| Dosis bruta de riego (Db) | 13 | (mm) |
| Tiempo de aplicación (Ta) | 0.802 | (h) |
| Necesidad bruta (Nb) | 3.483 | (mm) |
| Caudal minimo para regar(Qm) | 0.57 | (L/s) |
| Superficie maxima regable(Sm) | 12406.8 | (m ²) |

| Abril | | |
|--|---------|-------------------|
| Profundidad efectiva de las raíces(Pr) | 0.45 | (m) |
| Agua utilizable(AU) | 19.25 | (mm) |
| Dosis neta de riego(Dn) | 10 | (mm) |
| Maximo intervalo entre riegos(Im) | 6 | (días) |
| Dosis neta ajustada (Dnaj) | 10 | (mm) |
| Dosis bruta de riego (Db) | 13 | (mm) |
| Tiempo de aplicación (Ta) | 0.802 | (h) |
| Necesidad bruta (Nb) | 2.314 | (mm) |
| Caudal minimo para regar(Qm) | 0.38 | (L/s) |
| Superficie maxima regable(Sm) | 12406.8 | (m ²) |

| Mayo | | |
|--|---------|-------------------|
| Profundidad efectiva de las raíces(Pr) | 0.45 | (m) |
| Agua utilizable(AU) | 19.25 | (mm) |
| Dosis neta de riego(Dn) | 10 | (mm) |
| Maximo intervalo entre riegos(Im) | 10 | (días) |
| Dosis neta ajustada (Dnaj) | 10 | (mm) |
| Dosis bruta de riego (Db) | 13 | (mm) |
| Tiempo de aplicación (Ta) | 0.802 | (h) |
| Necesidad bruta (Nb) | 1.298 | (mm) |
| Caudal minimo para regar(Qm) | 0.21 | (L/s) |
| Superficie maxima regable(Sm) | 12406.8 | (m ²) |

PREDESEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| Junio | | |
|--|---------|-------------------|
| Profundidad efectiva de las raíces(Pr) | 0.45 | (m) |
| Agua utilizable(AU) | 19.25 | (mm) |
| Dosis neta de riego(Dn) | 10 | (mm) |
| Maximo intervalo entre riegos(Im) | 8 | (días) |
| Dosis neta ajustada (Dnaj) | 10 | (mm) |
| Dosis bruta de riego (Db) | 13 | (mm) |
| Tiempo de aplicación (Ta) | 0.802 | (h) |
| Necesidad bruta (Nb) | 1.585 | (mm) |
| Caudal minimo para regar(Qm) | 0.26 | (L/s) |
| Superficie maxima regable(Sm) | 12406.8 | (m ²) |

| Julio | | |
|--|---------|-------------------|
| Profundidad efectiva de las raíces(Pr) | 0.45 | (m) |
| Agua utilizable(AU) | 19.25 | (mm) |
| Dosis neta de riego(Dn) | 10 | (mm) |
| Maximo intervalo entre riegos(Im) | 5 | (días) |
| Dosis neta ajustada (Dnaj) | 10 | (mm) |
| Dosis bruta de riego (Db) | 13 | (mm) |
| Tiempo de aplicación (Ta) | 0.802 | (h) |
| Necesidad bruta (Nb) | 2.395 | (mm) |
| Caudal minimo para regar(Qm) | 0.39 | (L/s) |
| Superficie maxima regable(Sm) | 12406.8 | (m ²) |

| Agosto | | |
|--|---------|-------------------|
| Profundidad efectiva de las raíces(Pr) | 0.45 | (m) |
| Agua utilizable(AU) | 19.25 | (mm) |
| Dosis neta de riego(Dn) | 10 | (mm) |
| Maximo intervalo entre riegos(Im) | 5 | (días) |
| Dosis neta ajustada (Dnaj) | 10 | (mm) |
| Dosis bruta de riego (Db) | 13 | (mm) |
| Tiempo de aplicación (Ta) | 0.802 | (h) |
| Necesidad bruta (Nb) | 2.373 | (mm) |
| Caudal minimo para regar(Qm) | 0.39 | (L/s) |
| Superficie maxima regable(Sm) | 12406.8 | (m ²) |

| Septiembre | | |
|--|---------|-------------------|
| Profundidad efectiva de las raíces(Pr) | 0.45 | (m) |
| Agua utilizable(AU) | 19.25 | (mm) |
| Dosis neta de riego(Dn) | 10 | (mm) |
| Maximo intervalo entre riegos(Im) | 11 | (días) |
| Dosis neta ajustada (Dnaj) | 10 | (mm) |
| Dosis bruta de riego (Db) | 13 | (mm) |
| Tiempo de aplicación (Ta) | 0.802 | (h) |
| Necesidad bruta (Nb) | 1.222 | (mm) |
| Caudal minimo para regar(Qm) | 0.20 | (L/s) |
| Superficie maxima regable(Sm) | 12406.8 | (m ²) |

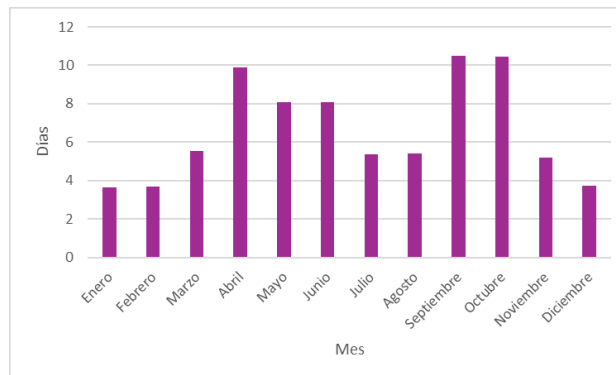
| Octubre | | |
|--|---------|-------------------|
| Profundidad efectiva de las raíces(Pr) | 0.45 | (m) |
| Agua utilizable(AU) | 19.25 | (mm) |
| Dosis neta de riego(Dn) | 10 | (mm) |
| Maximo intervalo entre riegos(Im) | 10 | (días) |
| Dosis neta ajustada (Dnaj) | 10 | (mm) |
| Dosis bruta de riego (Db) | 13 | (mm) |
| Tiempo de aplicación (Ta) | 0.802 | (h) |
| Necesidad bruta (Nb) | 1.226 | (mm) |
| Caudal minimo para regar(Qm) | 0.20 | (L/s) |
| Superficie maxima regable(Sm) | 12406.8 | (m ²) |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| Noviembre | | |
|--|---------|--------|
| Profundidad efectiva de las raíces(Pr) | 0.45 | (m) |
| Agua utilizable(AU) | 19.25 | (mm) |
| Dosis neta de riego(Dn) | 10 | (mm) |
| Maximo intervalo entre riegos(Im) | 5 | (días) |
| Dosis neta ajustada (Dnaj) | 10 | (mm) |
| Dosis bruta de riego (Db) | 13 | (mm) |
| Tiempo de aplicación (Ta) | 0.802 | (h) |
| Necesidad bruta (Nb) | 2.460 | (mm) |
| Caudal minimo para regar(Qm) | 0.40 | (L/s) |
| Superficie maxima regable(Sm) | 12406.8 | (m2) |

| Diciembre | | |
|--|---------|--------|
| Profundidad efectiva de las raíces(Pr) | 0.45 | (m) |
| Agua utilizable(AU) | 19.25 | (mm) |
| Dosis neta de riego(Dn) | 10 | (mm) |
| Maximo intervalo entre riegos(Im) | 4 | (días) |
| Dosis neta ajustada (Dnaj) | 10 | (mm) |
| Dosis bruta de riego (Db) | 13 | (mm) |
| Tiempo de aplicación (Ta) | 0.802 | (h) |
| Necesidad bruta (Nb) | 3.453 | (mm) |
| Caudal minimo para regar(Qm) | 0.57 | (L/s) |
| Superficie maxima regable(Sm) | 12406.8 | (m2) |

Apéndice B.2: Intervalo de riego para cada mes.



Apéndice C: Parámetros de oferta de agua.

Apéndice C.1: Temperatura media mensual y precipitación mensual multi anual del sector hidrológico.

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| | TEMPERATURA MEDIA | | | | | | | | | | | |
|----------|-------------------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
| 1991 | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 | 10.0 | 11.0 | 12.0 |
| 1992 | 8.2 | 8.4 | 8.6 | 8.6 | 8.8 | 8.7 | 7.9 | 8.1 | 8.8 | 8.4 | 8.7 | 8.4 |
| 1993 | 8.3 | 8.6 | 9.2 | 9.0 | 9.1 | 8.4 | 7.9 | 8.2 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 8.3 |
| 1994 | 8.4 | 8.5 | 8.5 | 9.1 | 9.0 | 8.4 | 8.1 | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 8.6 | 8.3 |
| 1995 | 8.3 | 8.5 | 8.6 | 8.8 | 8.6 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 8.7 | 8.8 | 8.8 | 8.5 |
| 1996 | 8.0 | 8.3 | 8.8 | 9.2 | 8.7 | 8.7 | 8.9 | 8.7 | 9.1 | 8.8 | 8.8 | 8.9 |
| 1997 | 8.5 | 8.3 | 8.8 | 8.7 | 8.9 | 8.8 | 8.4 | 8.5 | 8.9 | 8.8 | 8.6 | 8.5 |
| 1998 | 8.2 | 8.3 | 8.5 | 8.9 | 8.7 | 8.7 | 8.1 | 8.6 | 8.8 | 8.8 | 8.8 | 8.6 |
| 1999 | 8.9 | 9.1 | 9.4 | 9.4 | 9.3 | 8.9 | 8.5 | 8.4 | 8.9 | 8.9 | 8.9 | 8.9 |
| 2000 | 8.4 | 8.8 | 8.5 | 8.7 | 9.1 | 8.7 | 8.3 | 8.4 | 8.5 | 8.7 | 8.6 | 8.4 |
| 2001 | 7.2 | 8.0 | 8.6 | 8.8 | 8.9 | 8.7 | 8.4 | 8.8 | 9.0 | 9.0 | 8.9 | 8.5 |
| 2002 | 8.5 | 8.6 | 8.9 | 9.2 | 9.1 | 8.2 | 8.5 | 8.9 | 9.0 | 9.3 | 9.1 | 9.3 |
| 2003 | 8.8 | 9.3 | 9.2 | 9.2 | 9.2 | 8.9 | 8.6 | 8.7 | 9.2 | 9.4 | 9.1 | 8.8 |
| 2004 | 9.1 | 9.4 | 9.2 | 9.6 | 9.3 | 9.0 | 8.5 | 9.1 | 9.2 | 9.6 | 9.6 | 9.2 |
| 2005 | 8.5 | 9.3 | 9.3 | 9.7 | 9.5 | 8.7 | 8.6 | 8.9 | 9.1 | 9.4 | 9.0 | 8.7 |
| 2006 | 8.5 | 9.3 | 9.4 | 10.0 | 9.9 | 9.4 | 9.5 | 9.1 | 9.3 | 9.3 | 9.3 | 8.5 |
| 2007 | 8.6 | 8.9 | 9.2 | 9.1 | 9.2 | 9.2 | 8.8 | 9.4 | 9.1 | 9.6 | 9.3 | 8.8 |
| 2008 | 8.9 | 8.9 | 9.1 | 9.6 | 9.7 | 8.7 | 8.8 | 8.7 | 8.8 | 8.9 | 8.8 | 8.2 |
| 2009 | 8.1 | 8.2 | 8.5 | 8.7 | 8.9 | 8.8 | 8.4 | 9.0 | 9.1 | 9.3 | 9.4 | 8.4 |
| 2010 | 8.7 | 8.3 | 9.3 | 9.4 | 9.5 | 9.5 | 8.5 | 9.6 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 9.3 |
| 2011 | 9.3 | 10.3 | 10.5 | 10.5 | 10.3 | 9.9 | 9.1 | 9.7 | 9.1 | 9.3 | 9.2 | 8.7 |
| 2012 | 8.1 | 8.7 | 8.4 | 9.6 | 10.0 | 9.3 | 8.8 | 9.2 | 9.1 | 9.1 | 9.5 | 9.0 |
| 2013 | 8.5 | 8.8 | 8.8 | 9.7 | 9.4 | 8.8 | 8.5 | 8.9 | 9.1 | 9.3 | 9.2 | 8.3 |
| 2014 | 9.3 | 9.2 | 9.7 | 9.8 | 9.2 | 9.0 | 8.0 | 9.0 | 9.4 | 9.1 | 9.0 | 8.3 |
| 2015 | 8.5 | 9.1 | 9.4 | 9.7 | 9.6 | 8.8 | 8.3 | 8.9 | 9.2 | 9.3 | 9.2 | 8.5 |
| 2016 | 8.5 | 8.9 | 9.5 | 9.4 | 9.2 | 8.7 | 8.7 | 9.2 | 9.7 | 9.8 | 9.5 | 8.9 |
| 2017 | 8.4 | 9.8 | 10.2 | 10.7 | 10.3 | 8.7 | 8.8 | 9.6 | 9.3 | 9.9 | 9.6 | 8.7 |
| 2018 | 7.9 | 8.4 | 9.0 | 9.7 | 9.8 | 9.5 | 9.1 | 9.4 | 9.8 | 9.6 | 9.5 | 8.6 |
| 2019 | 8.3 | 8.2 | 9.3 | 9.3 | 9.4 | 8.4 | 8.3 | 8.5 | 9.3 | 9.7 | 9.3 | 7.6 |
| 2020 | 8.5 | 9.0 | 9.8 | 10.0 | 9.8 | 9.0 | 8.5 | 9.2 | 9.8 | 9.3 | 9.6 | 9.3 |
| 2020 | 8.1 | 9.5 | 9.7 | 10.3 | 10.4 | 9.3 | 9.2 | 9.7 | 9.5 | 9.5 | 9.4 | 8.3 |
| PROMEDIO | 8.5 | 8.8 | 9.1 | 9.4 | 9.3 | 8.9 | 8.5 | 8.9 | 9.1 | 9.2 | 9.1 | 8.6 |

| | PRECIPITACION MENSUAL MULTI ANUAL | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
| 1991 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1992 | 23.6 | 8.3 | 96.1 | 59.8 | 72.5 | 35.4 | 66.3 | 55.2 | 75.5 | 59.3 | 61.9 | 15.5 |
| 1993 | 6.5 | 3.3 | 1.3 | 48.5 | 67.1 | 34.2 | 80.1 | 82.6 | 43.5 | 38.7 | 47.5 | 24.2 |
| 1994 | 30.6 | 10.5 | 29.1 | 67.5 | 189.5 | 47.3 | 41.8 | 27.6 | 118.9 | 60.6 | 70.7 | 12.6 |
| 1995 | 13.7 | 37.3 | 19.6 | 81.6 | 82.4 | 33.6 | 44.4 | 41.7 | 83.9 | 73.4 | 87.1 | 9.9 |
| 1996 | 14.2 | 26.1 | 27.8 | 93.8 | 68.2 | 56.2 | 45.2 | 203.5 | 156 | 179.1 | 17.6 | 14.3 |
| 1997 | 7.7 | 42.5 | 67.6 | 34.9 | 40.3 | 93.8 | 63.9 | 70.8 | 61.5 | 113.3 | 36 | 6.1 |
| 1998 | 7.8 | 15.7 | 33.9 | 38.5 | 86.9 | 53 | 51.8 | 42 | 78.6 | 105 | 23.8 | 7.8 |
| 1999 | 15.9 | 1.5 | 33.1 | 136.5 | 102.5 | 93.1 | 33.6 | 60 | 106.2 | 112.8 | 0 | 46.6 |
| 2000 | 15.7 | 32.5 | 16 | 108.7 | 25.9 | 62.2 | 48.1 | 87.4 | 107 | 97.6 | 118.3 | 15.2 |
| 2001 | 23.5 | 55.1 | 16.4 | 34.1 | 32.1 | 41.1 | 49.4 | 33 | 120.2 | 82.8 | 81.9 | 14.4 |
| 2002 | 1.3 | 31.6 | 48.3 | 6.2 | 62.2 | 45.1 | 39.6 | 45 | 78.8 | 80.5 | 17.4 | 27.7 |
| 2003 | 15.9 | 7 | 29.3 | 71.5 | 71.4 | 93.5 | 38.7 | 28.1 | 84.7 | 48.6 | 2.5 | 14 |
| 2004 | 3.4 | 7.4 | 38.7 | 86.9 | 37.2 | 69.5 | 68.9 | 49.3 | 80.8 | 124.3 | 50.3 | 29.6 |
| 2005 | 21.3 | 5.2 | 26.4 | 88.9 | 104.2 | 56.2 | 37.4 | 46.1 | 156.1 | 108.4 | 61 | 12.9 |
| 2006 | 23 | 28.3 | 5.4 | 34.9 | 134.9 | 107 | 39 | 40.2 | 62.7 | 145.9 | 119.1 | 10.5 |
| 2007 | 19.4 | 27.4 | 56 | 117.2 | 180.6 | 48.8 | 65.3 | 92 | 52 | 99.1 | 27.1 | 6.3 |
| 2008 | 14.6 | 13.9 | 60.2 | 38.4 | 46.7 | 62.9 | 45.9 | 153.5 | 102.2 | 136 | 38 | 12.2 |
| 2009 | 22.7 | 8.8 | 19.8 | 106.3 | 91.1 | 49.6 | 84.8 | 97.2 | 99.1 | 98.2 | 93.3 | 1.2 |
| 2010 | 19.6 | 36.4 | 79.5 | 37.5 | 66.1 | 66.5 | 71.3 | 14.7 | 41 | 72.2 | 47.8 | 4.6 |
| 2011 | 0.8 | 8.5 | 15.4 | 96.5 | 118.3 | 75.5 | 123.5 | 93.4 | 191.2 | 103.3 | 141.1 | 33.1 |
| 2012 | 16.1 | 48 | 88.7 | 184.9 | 169.9 | 109.6 | 41.9 | 118.1 | 86.8 | 88.4 | 95.3 | 33.5 |
| 2013 | 13.8 | 4.1 | 119.9 | 193.4 | 68.5 | 54.6 | 58.3 | 103.4 | 45.1 | 120.8 | 30.8 | 6.4 |
| 2014 | 1.5 | 57.6 | 8.9 | 112 | 59.6 | 37.1 | 61.7 | 87.3 | 57.2 | 29.3 | 56.5 | 19.8 |
| 2015 | 15.6 | 30.3 | 25.2 | 35.6 | 47.2 | 72.6 | 43.6 | 36.1 | 48.7 | 150.2 | 56.2 | 13.1 |
| 2016 | 3.4 | 38 | 35.7 | 65.3 | 48.6 | 89.8 | 69.7 | 27.3 | 49.4 | 64.8 | 47 | 16.2 |
| 2017 | 7.8 | 21.9 | 7.2 | 93.9 | 105.4 | 53.8 | 34.6 | 62.1 | 62 | 51.8 | 109 | 37.9 |
| 2018 | 5.4 | 18.8 | 108.2 | 92.9 | 104.5 | 120.5 | 65.6 | 78.5 | 105.6 | 86.6 | 50.8 | 5.5 |
| 2019 | 26.8 | 6.7 | 78.5 | 80.7 | 62 | 90.5 | 35.8 | 57.2 | 101 | 143.1 | 55.4 | 0.1 |
| 2020 | 16.1 | 18.5 | 73.5 | 93.6 | 115.3 | 96.7 | 36.7 | 30.4 | 75.8 | 54.6 | 38.2 | 9.7 |
| 2020 | 19.3 | 10.1 | 34.4 | 18 | 16 | 59.7 | 67.4 | 105.6 | 101.6 | 105.3 | 100.3 | 17.4 |
| PROMEDIO | 14.1 | 22.5 | 43.6 | 80.7 | 84.9 | 67.2 | 54.7 | 67.7 | 87.3 | 94.1 | 58 | 15.9 |

Apéndice C.2: Número de curva en función del grupo hidrológico del suelo.

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| Cubierta del suelo | | | Número de curva en función del grupo hidrológico del suelo | | | |
|--------------------|---------|--------------------------|--|----|---------|-----|
| Uso | Laboreo | Condiciones hidrológicas | A | B | C | D |
| Pastizales | R | Pobres | 68 | 79 | 86 | 89 |
| Prados permanentes | - | - | 30 | 58 | 71 | 78 |
| | | | | | Suma CN | 157 |

Apéndice C.3: Procedimiento de obtención Aportes mensuales de la cuenca por el método coeficiente de ajuste.

| mes | Pi(mm) | Nt | Pi/4 | AMC | NC | Qt(mm) | Volumen(m3) |
|------------|--------|----|--------|--------|-------|---------|-------------|
| Enero | 14.1 | 6 | | II | 77.88 | 0.000 | 0 |
| Febrero | 22.5 | 7 | | II | 77.88 | 0.236 | 13.1658649 |
| Marzo | 43.6 | 12 | | III | 89.18 | 14.819 | 827.9629364 |
| Abril | 80.7 | 17 | 20.175 | II-III | 83.53 | 30.311 | 1693.590882 |
| Mayo | 84.9 | 19 | 21.225 | II-III | 83.53 | 33.058 | 1847.070547 |
| Junio | 67.3 | 16 | 16.825 | II-III | 83.53 | 21.906 | 1223.979997 |
| Julio | 54.7 | 13 | 13.675 | II-III | 83.53 | 14.648 | 818.4466267 |
| Agosto | 67.7 | 14 | 16.925 | II-III | 83.53 | 22.148 | 1237.490277 |
| Septiembre | 87.3 | 18 | 21.825 | II-III | 83.53 | 34.649 | 1935.921908 |
| Octubre | 94.1 | 18 | 23.525 | II-III | 83.53 | 39.228 | 2191.777204 |
| Noviembre | 58 | 14 | 14.5 | II-III | 83.53 | 16.476 | 920.5602027 |
| Diciembre | 15.9 | 8 | | II | 77.88 | 0.000 | 0 |
| | | | | | | 227.480 | 12709.96645 |

Apéndice C.4: Procedimiento de obtención de Aportes anuales de la cuenca por el método Coutagne.

PRE-DISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| Coutagne | | | | | | | | | |
|----------|--------|--------|--------|-------|-----------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
| Año | P(mm) | P(m) | Ta(°C) | Pc(m) | λ | 1/8 λ | 1/2 λ | Q(m) | Q(m ³) |
| 1 | 629.4 | 0.6294 | 8.458 | 0.615 | 0.504 | 0.0630 | 0.252 | 0.190610288 | 10649.96865 |
| 2 | 477.5 | 0.4775 | 8.524 | 0.463 | 0.502 | 0.0627 | 0.251 | 0.10757305 | 6010.429048 |
| 3 | 706.7 | 0.7067 | 8.520 | 0.692 | 0.502 | 0.0627 | 0.251 | 0.240490933 | 13436.94989 |
| 4 | 608.6 | 0.6086 | 8.515 | 0.594 | 0.502 | 0.0627 | 0.251 | 0.177212315 | 9901.383675 |
| 5 | 902 | 0.902 | 8.747 | 0.888 | 0.494 | 0.0617 | 0.247 | 0.389094902 | 21739.89944 |
| 6 | 638.4 | 0.6384 | 8.636 | 0.624 | 0.498 | 0.0622 | 0.249 | 0.193796747 | 10828.00564 |
| 7 | 544.8 | 0.5448 | 8.581 | 0.530 | 0.500 | 0.0625 | 0.250 | 0.140550938 | 7853.002586 |
| 8 | 741.8 | 0.7418 | 8.948 | 0.727 | 0.487 | 0.0609 | 0.244 | 0.257746177 | 14401.05213 |
| 9 | 734.6 | 0.7346 | 8.595 | 0.720 | 0.499 | 0.0624 | 0.250 | 0.258887551 | 14464.82415 |
| 10 | 584 | 0.584 | 8.556 | 0.570 | 0.501 | 0.0626 | 0.250 | 0.162376807 | 9072.479322 |
| 11 | 483.7 | 0.4837 | 8.874 | 0.469 | 0.490 | 0.0612 | 0.245 | 0.107822952 | 6024.391793 |
| 12 | 505.2 | 0.5052 | 9.028 | 0.491 | 0.485 | 0.0606 | 0.242 | 0.116697805 | 6520.256432 |
| 13 | 646.3 | 0.6463 | 9.224 | 0.632 | 0.478 | 0.0598 | 0.239 | 0.190908076 | 10666.60695 |
| 14 | 724.1 | 0.7241 | 9.062 | 0.710 | 0.483 | 0.0604 | 0.242 | 0.243460747 | 13602.88232 |
| 15 | 750.9 | 0.7509 | 9.288 | 0.736 | 0.476 | 0.0595 | 0.238 | 0.25823077 | 14428.12782 |
| 16 | 791.2 | 0.7912 | 9.097 | 0.777 | 0.482 | 0.0603 | 0.241 | 0.290979831 | 16257.91607 |
| 17 | 724.5 | 0.7245 | 8.920 | 0.710 | 0.488 | 0.0610 | 0.244 | 0.246092208 | 13749.90991 |
| 18 | 772.1 | 0.7721 | 8.733 | 0.758 | 0.494 | 0.0618 | 0.247 | 0.283825581 | 15858.18666 |
| 19 | 557.2 | 0.5572 | 9.249 | 0.543 | 0.477 | 0.0597 | 0.239 | 0.140626224 | 7857.209 |
| 20 | 1000.6 | 1.0006 | 9.650 | 0.986 | 0.465 | 0.0581 | 0.232 | 0.452142398 | 25262.5522 |
| 21 | 1081.2 | 1.0812 | 9.053 | 1.067 | 0.484 | 0.0605 | 0.242 | 0.550438325 | 30754.64055 |
| 22 | 819.1 | 0.8191 | 8.937 | 0.805 | 0.488 | 0.0609 | 0.244 | 0.315663465 | 17637.0648 |
| 23 | 588.5 | 0.5885 | 9.084 | 0.574 | 0.483 | 0.0603 | 0.241 | 0.159065299 | 8887.455457 |
| 24 | 574.4 | 0.5744 | 9.052 | 0.560 | 0.484 | 0.0605 | 0.242 | 0.15168216 | 8474.937315 |
| 25 | 555.2 | 0.5552 | 9.152 | 0.541 | 0.480 | 0.0601 | 0.240 | 0.140501824 | 7850.258427 |
| 26 | 647.4 | 0.6474 | 9.491 | 0.633 | 0.470 | 0.0587 | 0.235 | 0.188212648 | 10516.00526 |
| 27 | 842.9 | 0.8429 | 9.185 | 0.828 | 0.479 | 0.0599 | 0.240 | 0.329057538 | 18385.43183 |
| 28 | 737.8 | 0.7378 | 8.807 | 0.723 | 0.492 | 0.0615 | 0.246 | 0.2573826 | 14380.73801 |
| 29 | 659.1 | 0.6591 | 9.300 | 0.645 | 0.476 | 0.0595 | 0.238 | 0.197712815 | 11046.80814 |
| 30 | 655.1 | 0.6551 | 9.418 | 0.641 | 0.472 | 0.0590 | 0.236 | 0.193751667 | 10825.48688 |
| Promedio | | | | | | | | 0.231086488 | 12911.49535 |

Apéndice D: Diseño del embalse

Apéndice D.1: Procedimiento Método del algoritmo de sucesión de picos o pico se

cuente.

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| Método de algoritmo de sucesión de picos o método del pico seciente | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---------|-----------------|-------------|
| Método de masa doble a la inversa | | | | | | |
| | Aportes(Xi) | Demanda(di) | xi-di | Estado | Xi-Di acumulado | |
| Enero | 0 | 1382.25145 | -1382.25145 | Deficit | -1382.251447 | |
| Febrero | 13.1658649 | 1216.03182 | -1202.86596 | Deficit | -2585.117406 | |
| Marzo | 827.962936 | 1339.66676 | -511.703825 | Deficit | -3096.821231 | |
| Abril | 1693.59088 | 861.440304 | 832.150577 | Exceso | -2264.670654 | |
| Mayo | 1847.07055 | 499.130791 | 1347.93976 | Exceso | -916.730898 | |
| Junio | 1223.98 | 590.076504 | 633.903492 | Exceso | -282.8274057 | |
| Julio | 818.446627 | 921.128263 | -102.681636 | Deficit | -385.509042 | |
| Agosto | 1237.49028 | 912.62398 | 324.866298 | Exceso | -60.64274425 | |
| Septiembre | 1935.92191 | 454.817804 | 1481.1041 | Exceso | 1420.461359 | |
| Octubre | 2191.7772 | 471.563923 | 1720.21328 | Exceso | 3140.67464 | |
| Noviembre | 920.560203 | 915.561749 | 4.99845374 | Exceso | 3145.673094 | p1 |
| Diciembre | 0 | 1327.89785 | -1327.89785 | Deficit | 1817.775244 | 4527.400717 |

| | | | | | | |
|------------|------------|------------|-------------|---------|--------------|-------------|
| Enero | 0 | 1382.25145 | -1382.25145 | Deficit | 435.5237971 | |
| Febrero | 13.1658649 | 1216.03182 | -1202.86596 | Deficit | -767.342162 | |
| Marzo | 827.962936 | 1339.66676 | -511.703825 | Deficit | -1279.045987 | |
| Abril | 1693.59088 | 861.440304 | 832.150577 | Exceso | -446.8954097 | |
| Mayo | 1847.07055 | 499.130791 | 1347.93976 | Exceso | 901.0443464 | |
| Junio | 1223.98 | 590.076504 | 633.903492 | Exceso | 1534.947839 | |
| Julio | 818.446627 | 921.128263 | -102.681636 | Deficit | 1432.266202 | |
| Agosto | 1237.49028 | 912.62398 | 324.866298 | Exceso | 1757.1325 | |
| Septiembre | 1935.92191 | 454.817804 | 1481.1041 | Exceso | 3238.236603 | |
| Octubre | 2191.7772 | 471.563923 | 1720.21328 | Exceso | 4958.449885 | |
| Noviembre | 920.560203 | 915.561749 | 4.99845374 | Exceso | 4963.448338 | p2 |
| Diciembre | 0 | 1327.89785 | -1327.89785 | Deficit | 3635.550489 | 4527.400717 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

Apéndice D.2: Procedimiento Método de masa a la doble inversa.

| Método de masa doble a la inversa | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|---------|----------------|-----------------|
| | Aportes(Xi) | Demanda(di) | xi-di | Estado | Xi-Di ordenado | Xi-Di acumulado |
| Enero | 0 | 1382.251447 | -1382.25145 | Deficit | -1382.251447 | -1382.251447 |
| Febrero | 13.1658649 | 1216.031824 | -1202.86596 | Deficit | -1327.89785 | -2710.149297 |
| Marzo | 827.9629364 | 1339.666761 | -511.703825 | Deficit | -1202.865959 | -3913.015256 |
| Abril | 1693.590882 | 861.4403044 | 832.150577 | Exceso | -511.7038249 | -4424.719081 |
| Mayo | 1847.070547 | 499.1307914 | 1347.93976 | Exceso | -102.6816363 | -4527.400717 |
| Junio | 1223.979997 | 590.0765043 | 633.903492 | Exceso | 4.998453743 | -4522.402264 |
| Julio | 818.4466267 | 921.128263 | -102.681636 | Deficit | 324.8662977 | -4197.535966 |
| Agosto | 1237.490277 | 912.6239797 | 324.866298 | Exceso | 633.9034924 | -3563.632473 |
| Septiembre | 1935.921908 | 454.8178043 | 1481.1041 | Exceso | 832.1505772 | -2731.481896 |
| Octubre | 2191.777204 | 471.5639226 | 1720.21328 | Exceso | 1347.939756 | -1383.54214 |
| Noviembre | 920.5602027 | 915.561749 | 4.99845374 | Exceso | 1481.104103 | 97.5619631 |
| Diciembre | 0 | 1327.89785 | -1327.89785 | Deficit | 1720.213281 | 1817.775244 |

| | | |
|---------------------------|------------|------|
| Volumen util del embalse= | 4527.40072 | (m3) |
|---------------------------|------------|------|

Apéndice D.3: Procedimiento para cálculo de la evapotranspiración del embalse por el método de Meyer.

| MES | TEMPERATURA | HUM.RELATIVA | VELVIENDO (Km/h) | VELVIENTO (m/s) | ES | Ea | L | EVAPORACION (mm) |
|------------|-------------|--------------|------------------|-----------------|------|------|--------|------------------|
| Enero | 8.5 | 84.7 | 12.8 | 3.6 | 11.1 | 9.4 | 2491.8 | 28.51 |
| Febrero | 8.8 | 83.6 | 13.7 | 3.8 | 11.3 | 9.5 | 2491.2 | 32.52 |
| Marzo | 9.1 | 86.0 | 14.0 | 3.9 | 11.6 | 9.9 | 2491.0 | 28.73 |
| Abril | 9.4 | 87.7 | 13.7 | 3.8 | 11.8 | 10.3 | 2491.2 | 25.23 |
| Mayo | 9.3 | 87.9 | 15.7 | 4.4 | 11.7 | 10.3 | 2489.9 | 26.66 |
| Junio | 8.9 | 88.0 | 20.1 | 5.6 | 11.4 | 10.0 | 2487.0 | 29.58 |
| Julio | 8.5 | 88.1 | 21.0 | 5.8 | 11.1 | 9.8 | 2486.4 | 29.42 |
| Agosto | 8.9 | 87.0 | 17.9 | 5.0 | 11.4 | 9.9 | 2488.4 | 30.08 |
| Septiembre | 9.1 | 86.5 | 14.9 | 4.1 | 11.5 | 10.0 | 2490.4 | 28.52 |
| Octubre | 9.2 | 86.8 | 12.9 | 3.6 | 11.6 | 10.1 | 2491.7 | 25.99 |
| Noviembre | 9.1 | 86.7 | 11.9 | 3.3 | 11.6 | 10.0 | 2492.4 | 24.98 |
| Diciembre | 8.6 | 85.6 | 13.7 | 3.8 | 11.2 | 9.6 | 2491.2 | 28.15 |

Apéndice D.4: Balance hídrico del embalse.

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| Mes | Aportes(m3) | Extracciones(m3) | Eto(m3) | Precip(m3) | Infiltración(m3) | Regulación(m3) | Acumulado(m3) | Vol embalse(m3) | Estado | Vol muerto(m3) | Vol min operación(m3) | Vol total(m3) |
|------------|-------------|------------------|---------|-------------|------------------|----------------|---------------|-----------------|--------|----------------|-----------------------|---------------|
| Enero | 0 | 1382.251447 | 47.81 | 23.64309263 | -21.09626076 | -1385.32 | -1385.32 | 3142.08 | | 25.13863675 | 26.393 | 3193.610 |
| Febrero | 13.1658649 | 1216.031824 | 54.52 | 37.72833931 | -18.29491113 | -1201.37 | -2586.69 | 1940.71 | | 15.5257101 | 16.302 | 1972.541 |
| Marzo | 827.9629364 | 1339.666761 | 48.17 | 73.10913751 | -7.301427228 | -479.46 | -3066.147342 | 1461.25 | | 11.690027 | 12.275 | 1485.218 |
| Abril | 1693.590882 | 861.4403044 | 42.31 | 135.318977 | 13.87741289 | 911.28 | -2154.863896 | 4527.40 | Lleno | 36.21920574 | 38.030 | 4601.650 |
| Mayo | 1847.070547 | 499.1307914 | 44.70 | 142.3616003 | 21.68407455 | 1423.92 | -730.9430005 | 4527.40 | Lleno | 36.21920574 | 38.030 | 4601.650 |
| Junio | 1223.979997 | 590.0765043 | 49.61 | 112.8496549 | 10.45717804 | 686.69 | -44.25497591 | 4527.40 | Lleno | 36.21920574 | 38.030 | 4601.650 |
| Julio | 818.4466267 | 921.128263 | 49.32 | 91.7217849 | -0.904268981 | -59.38 | -103.6353057 | 4468.02 | | 35.7441631 | 37.531 | 4541.296 |
| Agosto | 1237.490277 | 912.6239797 | 50.44 | 113.5203809 | 5.81923706 | 382.13 | 278.4945946 | 4527.40 | Lleno | 36.21920574 | 38.030 | 4601.650 |
| Septiembre | 1935.921908 | 454.8178043 | 47.82 | 146.3859565 | 23.69504325 | 1555.97 | 1834.469101 | 4527.40 | Lleno | 36.21920574 | 38.030 | 4601.650 |
| Octubre | 2191.777204 | 471.5639226 | 43.58 | 157.7882991 | 27.51636894 | 1806.91 | 3641.377328 | 4527.40 | Lleno | 36.21920574 | 38.030 | 4601.650 |
| Noviembre | 920.5602027 | 915.561749 | 41.88 | 97.25527467 | 0.905577239 | 59.47 | 3700.843567 | 4527.40 | Lleno | 36.21920574 | 38.030 | 4601.650 |
| Diciembre | 0 | 1327.89785 | 47.21 | 26.66135978 | -20.226665 | -1328.22 | 2372.63 | 3199.18 | | 25.59346439 | 26.873 | 3251.650 |

Apéndice E: Tablas resumen de la investigación

Tabla 11. Etapas fenológicas y coeficientes de cultivo

Fuente: (MiniriegoFAO)

| Inicial | Fases del cultivo | | | | Coef. del cultivo cebolla larga | | |
|---------|-------------------|-------|----------|-------|------------------------------------|------|------|
| | Desar. | Media | Madurac. | Total | Kinic | Kmed | Kfin |
| 25 | 30 | 10 | 5 | 70 | | | |
| 20 | 45 | 20 | 10 | 95 | | | |
| 30 | 55 | 55 | 40 | 180 | 0.7 | 1 | 1 |

Tabla 12. Eficiencia de aplicación según el tipo de riego.

Fuente: (Carrazón, 2007)

| Eficiencia de aplicación | |
|--------------------------|-------|
| Sistema de riego | E_a |
| Aspersión | 75% |
| Goteo | 90% |
| Superficie | 40% |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

Tabla 13. NC de curva que considera el método durante el periodo húmedo.

Fuente: Dal-Re, 2003

| $\frac{P_m}{4}$ | AMC_I | $\frac{P_m}{4}$ |
|-----------------|----------------------------|-----------------|
| 12,5 mm ≤ | NC_I | <12,5 mm |
| 12,5-28 mm ≤ | $\frac{NC_I + NC_{II}}{2}$ | <12,5-28 mm |
| 28 mm ≤ | NC_{II} | <28 mm |

Tabla 14. NC de curva que considera el método durante el periodo húmedo.

Fuente: Dal-Re, 2003

| AMC_{II} | $\frac{P_m}{4}$ | AMC_{III} |
|----------------------------|-----------------|-------------|
| NC_{II} | <12,5 mm | NC_{III} |
| $\frac{NC_I + NC_{II}}{2}$ | 12,5-28 mm | NC_{III} |
| NC_{III} | >28 mm | NC_{III} |

Tabla 15. Demanda neta mensual máxima seleccionada por mes del año

Fuente: Elaboración propia

| Mes | Nn (mm/día) |
|-----|----------------|
| Ene | 2.70 |
| Feb | 2.63 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| Mes | Nn (mm/día) |
|------------|------------------------------|
| Mar | 2.61 |
| Abr | 1.74 |
| May | 0.97 |
| Jun | 1.19 |
| Jul | 1.80 |
| Ago | 1.78 |
| Sep | 0.92 |
| Oct | 0.92 |
| Nov | 1.84 |
| Dic | 2.59 |

Tabla 16. *Intervalo máximo entre riegos por mes*

Fuente: *Elaboración propia*

| Mes | Máximo intervalo (días) |
|------------|--|
| Ene | 4 |
| Feb | 4 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| | |
|-----|----|
| Mar | 4 |
| Abr | 6 |
| May | 10 |
| Jun | 8 |
| Jul | 5 |
| Ago | 5 |
| Sep | 11 |
| Oct | 10 |
| Nov | 5 |
| Dic | 4 |

Tabla 17. Escorrentía generada en lámina de agua y volumen anual para cada año

Fuente: Elaboración propia

| Año | Q(m) | Q(m ³) |
|------|-------|--------------------|
| 1991 | 0.191 | 10649.97 |
| 1992 | 0.11 | 6010.43 |
| 1993 | 0.245 | 13436.95 |
| 1994 | 0.18 | 9901.38 |
| 1995 | 0.39 | 21739.9 |
| 1996 | 0.194 | 10828.00 |
| 1997 | 0.140 | 7853.00 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| | | |
|------|-------|----------|
| 1998 | 0.258 | 14401.05 |
| 1999 | 0.259 | 14464.82 |
| 2000 | 0.162 | 9072.48 |
| 2001 | 0.108 | 6024.39 |
| 2002 | 0.117 | 6520.26 |
| 2003 | 0.191 | 10666.61 |
| 2004 | 0.243 | 13602.88 |
| 2005 | 0.258 | 14428.13 |
| 2006 | 0.291 | 16257.92 |
| 2007 | 0.246 | 13749.91 |
| 2008 | 0.284 | 15858.19 |
| 2009 | 0.141 | 7857.21 |
| 2010 | 0.452 | 25262.55 |
| 2011 | 0.550 | 30754.64 |
| 2012 | 0.316 | 17637.06 |
| 2013 | 0.159 | 8887.45 |
| 2014 | 0.152 | 8474.94 |
| 2015 | 0.140 | 7850.26 |
| 2016 | 0.188 | 10516.00 |
| 2017 | 0.329 | 18385.43 |
| 2018 | 0.257 | 14380.74 |
| 2019 | 0.198 | 11046.81 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

2020 0.194 10825.49

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

Tabla 18. Cuarta parte de la precipitación media mensual multianual y Condiciones de humedad antecedente para cada mes.

Fuente: Elaboración propia con base en (Dal-Re, 2003).

| AMC | NC | S(mm) |
|--------|-------|--------|
| I | 60.68 | 164.6 |
| I-II | 69.28 | 112.64 |
| II | 77.88 | 72.16 |
| II-III | 83.53 | 50.09 |
| III | 89.18 | 30.81 |

Tabla 19. Evaporación del embalse

Fuente: Elaboración propia

| Mes | Evaporación (mm) |
|---------|---------------------|
| Enero | 28.512 |
| Febrero | 32.516 |
| Marzo | 28.725 |
| Abril | 25.231 |
| Mayo | 26.655 |
| Junio | 29.585 |
| Julio | 29.416 |
| Agosto | 30.079 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| Mes | Evaporación (mm) |
|------------|---------------------|
| Septiembre | 28.519 |
| Octubre | 25.988 |
| Noviembre | 24.977 |
| Diciembre | 28.153 |

Tabla 2. Estación climatológica picacho INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA

Fuente: Elaboración propia con base en (Invias, 2009).

| TIEMPO (min) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) | | | | |
|-----------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 50 | 100 |
| 10 | 196.9 | 232.2 | 263.1 | 351.5 | 398.2 |
| 20 | 124.6 | 147.0 | 166.5 | 222.5 | 252.0 |
| 30 | 95.4 | 112.5 | 127.4 | 170.2 | 192.8 |
| 40 | 78.9 | 93.0 | 105.4 | 140.8 | 159.5 |
| 50 | 68.1 | 80.3 | 90.9 | 121.5 | 137.7 |
| 60 | 60.4 | 71.2 | 80.6 | 107.7 | 122.0 |
| 70 | 54.5 | 64.3 | 72.8 | 97.3 | 110.2 |
| 80 | 49.9 | 58.9 | 66.7 | 89.1 | 100.9 |
| 90 | 46.2 | 54.5 | 61.7 | 82.4 | 93.4 |
| 100 | 43.1 | 50.8 | 57.6 | 76.9 | 87.1 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|
| 110 | 40.5 | 47.7 | 54.0 | 72.2 | 81.8 |
| 120 | 38.2 | 45.0 | 51.0 | 68.2 | 77.2 |
| 130 | 36.2 | 42.7 | 48.4 | 64.7 | 73.3 |
| 140 | 34.5 | 40.7 | 46.1 | 61.6 | 69.8 |
| 150 | 33.0 | 38.9 | 44.0 | 58.8 | 66.7 |
| 160 | 31.6 | 37.3 | 42.2 | 56.4 | 63.9 |
| 170 | 30.4 | 35.8 | 40.6 | 54.2 | 61.4 |
| 180 | 29.2 | 34.5 | 39.1 | 52.2 | 59.1 |

| TIEMPO (min) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) | | | | |
|-----------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 50 | 100 |
| 10 | 196.9 | 232.2 | 263.1 | 351.5 | 398.2 |
| 20 | 124.6 | 147.0 | 166.5 | 222.5 | 252.0 |
| 30 | 95.4 | 112.5 | 127.4 | 170.2 | 192.8 |
| 40 | 78.9 | 93.0 | 105.4 | 140.8 | 159.5 |
| 50 | 68.1 | 80.3 | 90.9 | 121.5 | 137.7 |
| 60 | 60.4 | 71.2 | 80.6 | 107.7 | 122.0 |
| 70 | 54.5 | 64.3 | 72.8 | 97.3 | 110.2 |
| 80 | 49.9 | 58.9 | 66.7 | 89.1 | 100.9 |
| 90 | 46.2 | 54.5 | 61.7 | 82.4 | 93.4 |
| 100 | 43.1 | 50.8 | 57.6 | 76.9 | 87.1 |
| 110 | 40.5 | 47.7 | 54.0 | 72.2 | 81.8 |
| 120 | 38.2 | 45.0 | 51.0 | 68.2 | 77.2 |
| 130 | 36.2 | 42.7 | 48.4 | 64.7 | 73.3 |
| 140 | 34.5 | 40.7 | 46.1 | 61.6 | 69.8 |
| 150 | 33.0 | 38.9 | 44.0 | 58.8 | 66.7 |
| 160 | 31.6 | 37.3 | 42.2 | 56.4 | 63.9 |
| 170 | 30.4 | 35.8 | 40.6 | 54.2 | 61.4 |
| 180 | 29.2 | 34.5 | 39.1 | 52.2 | 59.1 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

Apéndice F: Formato APU para cada una de las actividades.

| | |
|--|--------------------------------------|
| | ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS |
|--|--------------------------------------|

PROYECTO: Pequeño embalse

ITEM: EXCAVACIÓN

UNIDAD : m3

I. EQUIPO

| Descripción | Tipo | Tarifa/Hora | Productividad | Valor-Unit. | |
|--|------|---------------|---------------|-------------|--------------|
| Retroexcavadora sobre oruga potencia 158 Kw, balde 1.5m3 | | \$ 251.966,08 | 0,05000 | \$ 12.598,3 | |
| Herramienta menor | | | | \$ 1.594,4 | |
| Sub-Total | | | | | \$ 14.192,73 |

II. MATERIALES EN OBRA

| Descripción | Unidad | Precio-Unit. | Cantidad | Valor-Unit. | |
|------------------|--------|--------------|----------|-------------|------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Sub-Total | | | | | \$ - |

III. TRANSPORTES

| Material | Vol-peso ó Cant. | Distancia | Viajes | Tarifa | Valor-Unit. | |
|------------------|------------------|-----------|--------|--------|-------------|------|
| | | | | | | |
| Sub-Total | | | | | | 0,00 |

IV. MANO DE OBRA

| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal Total | Productividad | Valor-Unit. | |
|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|-----------|
| | | | | | | |
| Cuadrilla AA | \$ 275.792,00 | 185% | \$ 510.215,20 | 0,06250 | \$ 31.888,45 | |
| Sub-Total | | | | | | 31.888,45 |

Total Costo Directo

\$ 46.081,18

V. COSTOS INDIRECTOS

| Descripción | Porcentaje | Valor Total | |
|------------------|------------|-------------|--------------|
| ADMINISTRACION | | 0,00 | |
| IMPREVISTOS | 2% | 921,62 | |
| UTILIDAD | 8% | 3.686,49 | |
| Sub-Total | | | \$ 50.689,29 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| | |
|--|--------------------------------------|
| | ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS |
|--|--------------------------------------|

PROYECTO: Pequeño embalse

ITEM: Relleno

UNIDAD : m2

I. EQUIPO

| Descripción | Tipo | Tarifa/Hora | Productividad | Valor-Unit. | |
|--|------|---------------|---------------|-------------|---------------------|
| dozer, Potencia volante 140 HP, Motor 220 Rpm, Longitud hoja 4 | | \$ 241.365,67 | 0,05000 | \$ 12.068,3 | |
| Herramienta menor | | | | \$ 1.594,4 | |
| Sub-Total | | | | | \$ 13.662,71 |

II. MATERIALES EN OBRA

| Descripción | Unidad | Precio-Unit. | Cantidad | Valor-Unit. | |
|------------------|--------|--------------|----------|-------------|-------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Sub-Total | | | | | \$ - |

III. TRANSPORTES

| Material | Vol-peso ó Cant. | Distancia | Viajes | Tarifa | Valor-Unit. | |
|------------------|------------------|-----------|--------|--------|-------------|-------------|
| | | | | | | |
| Sub-Total | | | | | | 0,00 |

IV. MANO DE OBRA

| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal Total | Productividad | Valor-Unit. | |
|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|------------------|
| | | | | | | |
| Cuadrilla AA | \$ 275.792,00 | 185% | \$ 510.215,20 | 0,06250 | \$ 31.888,45 | |
| Sub-Total | | | | | | 31.888,45 |

Total Costo Directo

\$ 45.551,16

V. COSTOS INDIRECTOS

| Descripción | Porcentaje | Valor Total | |
|------------------|------------|-------------|---------------------|
| ADMINISTRACION | | 0,00 | |
| IMPREVISTOS | 2% | 911,02 | |
| UTILIDAD | 8% | 3.644,09 | |
| Sub-Total | | | \$ 50.106,27 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| | |
|--|--------------------------------------|
| | ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS |
|--|--------------------------------------|

PROYECTO: Pequeño embalse

ITEM:

DREN

UNIDAD :

m3

I. EQUIPO

| Descripción | Tipo | Tarifa/Hora | Productividad | Valor-Unit. |
|-------------------|------|-------------|---------------|--------------------|
| Herramienta menor | | | | \$ 2.232,2 |
| Sub-Total | | | | \$ 2.232,19 |

II. MATERIALES EN OBRA

| Descripción | Unidad | Precio-Unit. | Cantidad | Valor-Unit. |
|------------------|----------------|--------------|----------|---------------------|
| grava 3/4 | m ³ | \$ 69.972,00 | 1 | \$ 69.972,00 |
| Sub-Total | | | | \$ 69.972,00 |

III. TRANSPORTES

| Material | Vol-peso ó Cant. | Distancia | Viajes | Tarifa | Valor-Unit. |
|-----------------------|------------------|-----------|--------|-------------|------------------|
| Material Transportado | 42,0 | 40,0 | 1,0 | \$ 1.409,00 | \$ 1.409,00 |
| Sub-Total | | | | | 56.360,00 |

IV. MANO DE OBRA

| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal Total | Productividad | Valor-Unit. |
|------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|------------------|
| Cuadrilla AA | \$ 275.792,00 | 185% | ##### | 0,08750 | \$ 44.643,83 |
| Sub-Total | | | | | 44.643,83 |

Total Costo Directo

\$ 173.208,02

V. COSTOS INDIRECTOS

| Descripción | Porcentaje | Valor Total |
|------------------|------------|----------------------|
| ADMINISTRACION | | 0,00 |
| IMPREVISTOS | 2% | 3.464,16 |
| UTILIDAD | 8% | 13.856,64 |
| Sub-Total | | \$ 190.528,82 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| | |
|--|--------------------------------------|
| | ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS |
|--|--------------------------------------|

PROYECTO: Pequeño embalse

ITEM: Trampa de sedimentos

UNIDAD : m3

I. EQUIPO

| Descripción | Tipo | Tarifa/Hora | Productividad | Valor-Unit. | |
|-------------------|------|-------------|---------------|-------------|--------------------|
| Herramienta menor | | | | \$ 1.594,4 | |
| Sub-Total | | | | | \$ 1.594,42 |

II. MATERIALES EN OBRA

| Descripción | Unidad | Precio-Unit. | Cantidad | Valor-Unit. | |
|--|--------|---------------|----------|---------------|----------------------|
| Agua | Lt | \$ 29,75 | 180 | \$ 5.355,00 | |
| Agregado Fino | m3 | \$ 226.628,36 | 0,56 | \$ 126.911,88 | |
| Cemento Gris | Kg | \$ 714,00 | 350 | \$ 249.900,00 | |
| Triturado (1 pulgada) | m3 | \$ 69.972,00 | 0,84 | \$ 58.776,48 | |
| Canal Hexa Polietileno Acero Galvanizado A15 | un | \$ 145.900,00 | 2,00 | \$ 291.800,00 | |
| Sub-Total | | | | | \$ 732.743,36 |

III. TRANSPORTES

| Material | Vol-peso ó Cant. | Distancia | Viajes | Tarifa | Valor-Unit. | |
|------------------|------------------|-----------|--------|--------|-------------|-------------|
| Sub-Total | | | | | | 0,00 |

IV. MANO DE OBRA

| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal Total | Productividad | Valor-Unit. | |
|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|------------------|
| Cuadrilla AA | \$ 275.792,00 | 185% | \$ 510.215,20 | 0,06250 | \$ 31.888,45 | |
| Sub-Total | | | | | | 31.888,45 |

Total Costo Directo

\$ 766.226,23

V. COSTOS INDIRECTOS

| Descripción | Porcentaje | Valor Total | |
|------------------|------------|-------------|----------------------|
| ADMINISTRACION | | 0,00 | |
| IMPREVISTOS | 2% | 15.324,52 | |
| UTILIDAD | 8% | 61.298,10 | |
| Sub-Total | | | \$ 842.848,86 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| | |
|--|--------------------------------------|
| | ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS |
|--|--------------------------------------|

PROYECTO: Pequeño embalse

ITEM: EXCAVACIÓN

UNIDAD : m2

I. EQUIPO

| Descripción | Tipo | Tarifa/Hora | Productividad | Valor-Unit. | |
|-------------------|------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| Herramienta menor | | | | \$ 1,594.4 | |
| Sub-Total | | | | | \$ 1,594.42 |

II. MATERIALES EN OBRA

| Descripción | Unidad | Precio-Unit. | Cantidad | Valor-Unit. | |
|------------------------------|--------|--------------|----------|-------------|-------------|
| Esqueje Calamagrostis effusa | m2 | \$ 1,000.00 | 5 | \$ 5,000.00 | |
| Sub-Total | | | | | \$ 5,000.00 |

III. TRANSPORTES

| Material | Vol-peso ó Cant. | Distancia | Viajes | Tarifa | Valor-Unit. | |
|------------------|------------------|-----------|--------|--------|-------------|------|
| Sub-Total | | | | | | 0.00 |

IV. MANO DE OBRA

| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal Total | Productividad | Valor-Unit. | |
|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|-----------|
| Cuadrilla AA | \$ 275,792.00 | 185% | \$ 510,215.20 | 0.06250 | \$ 31,888.45 | |
| Sub-Total | | | | | | 31,888.45 |

Total Costo Directo

\$ 38,482.87

V. COSTOS INDIRECTOS

| Descripción | Porcentaje | Valor Total | |
|------------------|------------|-------------|--------------|
| ADMINISTRACION | | 0.00 | |
| IMPREVISTOS | 2% | 769.66 | |
| UTILIDAD | 8% | 3,078.63 | |
| Sub-Total | | | \$ 42,331.16 |

PREDISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| | |
|--|--------------------------------------|
| | ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS |
|--|--------------------------------------|

PROYECTO: Pequeño embalse

ITEM: Aliviadero

UNIDAD : m3

I. EQUIPO

| Descripción | Tipo | Tarifa/Hora | Productividad | Valor-Unit. | |
|-----------------------------|------|--------------|---------------|--------------|----------------------|
| Concretadora Trompo 3 Sacos | | \$ 14.328,00 | 24,00000 | \$ 343.872,0 | |
| Herramienta menor | | | | \$ 1.594,4 | |
| Sub-Total | | | | | \$ 345.466,42 |

II. MATERIALES EN OBRA

| Descripción | Unidad | Precio-Unit. | Cantidad | Valor-Unit. | |
|------------------|----------------|--------------|----------|---------------|----------------------|
| Agua | Lt | \$ 29,75 | 180 | \$ 5.355,00 | |
| Cemento Gris | Kg | \$ 714,00 | 350 | \$ 249.900,00 | |
| grava 3/4 | m ³ | \$ 69.972,00 | 1 | \$ 69.972,00 | |
| Sub-Total | | | | | \$ 325.227,00 |

III. TRANSPORTES

| Material | Vol-peso ó Cant. | Distancia | Viajes | Tarifa | Valor-Unit. | |
|-----------------------|------------------|-----------|--------|-------------|-----------------|--|
| Material Transportado | 42,0 | 38,0 | 1,0 | \$ 1.409,00 | \$ 1.409,00 | |
| Sub-Total | | | | | 1.409,00 | |

IV. MANO DE OBRA

| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal Total | Productividad | Valor-Unit. | |
|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|------------------|--|
| Cuadrilla AA | \$ 275.792,00 | 185% | \$ 510.215,20 | 0,06250 | \$ 31.888,45 | |
| Sub-Total | | | | | 31.888,45 | |

Total Costo Directo

\$ 703.990,87

V. COSTOS INDIRECTOS

| Descripción | Porcentaje | Valor Total | |
|------------------|------------|-------------|----------------------|
| ADMINISTRACION | | 0,00 | |
| IMPREVISTOS | 15% | 105.598,63 | |
| UTILIDAD | 8% | 56.319,27 | |
| Sub-Total | | | \$ 865.908,77 |

PRE-DISEÑO DE UN PEQUEÑO EMBALSE EN BERLÍN, SANTANDER

| | |
|--|--------------------------------------|
| | ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS |
|--|--------------------------------------|

PROYECTO: Pequeño embalse

ITEM: EXCAVACIÓN

UNIDAD : m2

I. EQUIPO

| Descripción | Tipo | Tarifa/Hora | Productividad | Valor-Unit. | |
|-------------------|------|-------------|---------------|-------------|--------------------|
| Herramienta menor | | | | \$ 4,000.0 | |
| Sub-Total | | | | | \$ 4,000.00 |

II. MATERIALES EN OBRA

| Descripción | Unidad | Precio-Unit. | Cantidad | Valor-Unit. | |
|---------------------------------|--------|---------------|----------|---------------|----------------------|
| Colchón Reno galvanizado 0.30 m | m2 | \$ 120,000.00 | 1 | \$ 120,000.00 | |
| Piedra angular 4" | m3 | \$ 95,000.00 | 0.32 | \$ 30,400.00 | |
| Alambre de acero (cal 14) | Kg | \$ 9,500.00 | 0.4 | \$ 3,800.00 | |
| Geotextil filtrante no tejido | m2 | \$ 8,500.00 | 1.1 | \$ 9,350.00 | |
| Sub-Total | | | | | \$ 163,550.00 |

III. TRANSPORTES

| Material | Vol-peso ó Cant. | Distancia | Viajes | Tarifa | Valor-Unit. | |
|------------------------------|------------------|-----------|--------|---------------|-------------|-----------------|
| Piedra 4" Bucaramanga – Tona | 0.32 | 60.0 | 0.045 | \$ 180,000.00 | \$ 8,100.00 | |
| Sub-Total | | | | | | 8,100.00 |

IV. MANO DE OBRA

| Trabajador | Jornal | Prestaciones | Jornal Total | Productividad | Valor-Unit. | |
|------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|------------------|
| Cuadrilla AA | \$ 275,792.00 | 185% | \$ 510,215.20 | 0.06250 | \$ 31,888.45 | |
| Sub-Total | | | | | | 31,888.45 |

Total Costo Directo

\$ 207,538.45

V. COSTOS INDIRECTOS

| Descripción | Porcentaje | Valor Total | |
|------------------|------------|-------------|----------------------|
| ADMINISTRACION | | 0.00 | |
| IMPREVISTOS | 2% | 4,150.77 | |
| UTILIDAD | 8% | 16,603.08 | |
| Sub-Total | | | \$ 228,292.30 |