

ANEXO I

UDIO TOPOGRÁFICO

| PUNTO | NORTE | ESTE | ELEVACIÓN | REFERENCIA |
|--------------|---------------|-------------|------------------|--------------------|
| 1 | 7575959 | 318225 | 1979 | EST INICIAL |
| 2 | 7.575.975.944 | 318.096.294 | 1.979.105 | |
| 3 | 7.575.980.368 | 318.095.811 | 1.979.161 | EJE RIO |
| 4 | 7.575.976.499 | 318081.85 | 1.979.622 | |
| 5 | 7.575.974.509 | 318.097.071 | 1.979.515 | |
| 6 | 7.575.973.423 | 318.103.016 | 1.979.924 | |
| 7 | 7.575.982.582 | 318090.92 | 1.979.888 | |
| 8 | 7.575.973.699 | 318.105.092 | 1.979.689 | |
| 9 | 7.575.975.531 | 318.109.589 | 1979.15 | |
| 10 | 7575982.76 | 318.096.523 | 1979.49 | EJE RIO |
| 11 | 7.575.977.993 | 318.109.441 | 1.979.137 | |
| 12 | 7.575.972.629 | 318.111.848 | 1.979.831 | |
| 13 | 7575980.3 | 318.113.254 | 1.979.225 | |
| 14 | 7.575.964.153 | 318.119.368 | 1.983.909 | |
| 15 | 7.575.966.367 | 318.127.121 | 1.980.971 | |
| 16 | 7.575.969.737 | 318.126.142 | 1.979.415 | |
| 17 | 7.575.973.103 | 318.152.465 | 1979.25 | |
| 18 | 7.575.971.088 | 318163.1 | 1979.2 | |
| 19 | 7.575.956.561 | 318.151.959 | 1.981.523 | |
| 20 | 7.575.965.471 | 318.155.279 | 1.978.874 | EJE RIO |
| 21 | 7.575.971.135 | 318.169.298 | 1.980.174 | |
| 22 | 7.575.968.655 | 318.156.682 | 1.978.639 | |
| 23 | 7.575.966.079 | 318.173.739 | 1.978.293 | |
| 24 | 7.575.949.786 | 318.176.437 | 1.981.776 | |
| 25 | 7575960.37 | 318.178.476 | 1.978.062 | |
| 26 | 7.575.961.253 | 318.200.307 | 1.978.175 | |
| 27 | 7.575.954.411 | 318.198.021 | 1978.99 | |
| 28 | 7.575.962.707 | 318.201.019 | 1.978.919 | |
| 29 | 7.575.954.593 | 318.198.105 | 1.979.034 | |
| 30 | 7.575.964.029 | 318.201.557 | 1.979.057 | EJE RIO |
| 31 | 7.575.958.012 | 318.200.155 | 1.978.025 | |
| 32 | 7.575.963.176 | 318.226.177 | 1.979.376 | |
| 33 | 7.575.956.583 | 318.224.113 | 1.978.131 | EJE RIO |
| 34 | 7575942.75 | 318.206.203 | 1.982.827 | |
| 35 | 7575952.14 | 318.223.339 | 1.978.033 | |
| 36 | 7.575.950.715 | 318213.76 | 1.978.762 | CAMINO |
| 37 | 7.575.954.731 | 318.239.046 | 1.978.321 | |

| | | | |
|----|---------------|-------------|---------|
| 38 | 7.575.959.926 | 318.238.172 | 1979.02 |
|----|---------------|-------------|---------|

| | | | | |
|----|---------------|-------------|-----------|----------------|
| 39 | 7.575.963.089 | 318.237.874 | 1.979.211 | |
| 40 | 7.575.946.796 | 318.223.967 | 1.978.308 | |
| 41 | 7.575.945.474 | 318232.12 | 1.978.144 | |
| 42 | 7.575.949.338 | 318.239.581 | 1.977.638 | EJE RIO |
| 43 | 7.575.937.486 | 318.227.272 | 1979.57 | |
| 44 | 7.575.940.009 | 318.230.528 | 1979.1 | |
| 45 | 7.575.953.125 | 318248.86 | 1.978.979 | |
| 46 | 7.575.944.113 | 318.233.278 | 1.978.354 | |
| 47 | 7.575.955.135 | 318.251.392 | 1.979.534 | |
| 48 | 7.575.933.556 | 318.247.693 | 1.978.064 | |
| 49 | 7.575.949.653 | 318.253.439 | 1.977.868 | |
| 50 | 7.575.938.895 | 318253.13 | 1977.46 | |
| 51 | 7.575.943.808 | 318.260.403 | 1.977.724 | |
| 52 | 7.575.938.916 | 318.253.111 | 1.977.452 | |
| 53 | 7.575.946.539 | 318.263.499 | 1.978.682 | |
| 54 | 7.575.938.918 | 318.253.156 | 1.977.449 | |
| 55 | 7.575.942.487 | 318.270.939 | 1.978.233 | |
| 56 | 7.575.929.915 | 318.260.465 | 1.976.726 | |
| 57 | 7.575.936.955 | 318.270.611 | 1.977.384 | |
| 58 | 7.575.934.365 | 318.263.149 | 1.976.511 | EJE RIO |
| 59 | 7.575.924.317 | 318.281.832 | 1.976.254 | |
| 60 | 7.575.927.758 | 318.289.743 | 1.977.417 | |
| 61 | 7.575.922.312 | 318.273.316 | 1976.18 | |
| 62 | 7.575.915.051 | 318.300.206 | 1.976.015 | |
| 63 | 7.575.920.044 | 318.272.354 | 1.978.476 | |
| 64 | 7.575.916.013 | 318.294.058 | 1.975.685 | EJE RIO |
| 65 | 7.575.922.524 | 318.278.421 | 1.976.211 | |
| 66 | 7.575.907.504 | 318.301.286 | 1.975.686 | |
| 67 | 7.575.909.164 | 318.309.995 | 1.977.444 | |
| 68 | 7.575.910.386 | 318.295.244 | 1.975.656 | |
| 69 | 7.575.908.306 | 318.313.912 | 1.977.753 | |
| 70 | 7.575.908.138 | 318.315.311 | 1.979.013 | |
| 71 | 7.575.900.566 | 318.313.822 | 1.979.962 | |
| 72 | 7.575.961.472 | 318.258.116 | 1.980.702 | CAMINO |
| 73 | 7.575.965.382 | 318.258.295 | 1.980.542 | CAMINO |

| | | | |
|----|---------------|-------------|-----------|
| 74 | 7.575.963.076 | 318259.02 | 1.980.594 |
| 75 | 7.575.965.147 | 318.278.107 | 1.981.493 |
| 76 | 7.575.962.778 | 318.280.239 | 1.981.768 |
| 77 | 7.575.964.568 | 318.284.718 | 1.982.031 |

| | | | | |
|-----|---------------|-------------|-----------|----------------|
| 78 | 7.575.963.691 | 318.284.862 | 1982.05 | B1 |
| 79 | 7.575.965.082 | 318.279.353 | 1.981.677 | A1 |
| 80 | 7.575.912.318 | 318249.93 | 1982.54 | B2 |
| 81 | 7.575.921.021 | 318.242.711 | 1982.25 | A2 |
| 82 | 7.575.927.031 | 318.239.243 | 1.981.275 | |
| 83 | 7.575.928.499 | 318.241.523 | 1.981.024 | |
| 84 | 7.575.931.319 | 318.246.946 | 1.981.294 | |
| 85 | 7.575.898.366 | 318.310.303 | 1.979.652 | B3 |
| 86 | 7.575.904.627 | 318.311.385 | 1.977.768 | A3 |
| 87 | 7.575.903.277 | 318.280.112 | 1.980.946 | |
| 88 | 7.575.917.637 | 318.272.739 | 1981.14 | |
| 89 | 7.575.912.267 | 318.262.317 | 1.981.828 | |
| 90 | 7.575.896.483 | 318.277.612 | 1978.71 | |
| 91 | 7.575.897.819 | 318.284.681 | 1.976.972 | |
| 92 | 7.575.896.242 | 318.304.896 | 1.979.258 | |
| 93 | 7.575.877.979 | 318.285.951 | 1.976.535 | |
| 94 | 7575899.88 | 318294.73 | 1.976.245 | |
| 95 | 7.575.900.947 | 318.292.757 | 1.975.231 | |
| 96 | 7575875.3 | 318.292.222 | 1975.52 | EJE RIO |
| 97 | 7.575.865.704 | 318.288.788 | 1.978.031 | |
| 98 | 7.575.881.468 | 318.295.401 | 1.975.621 | |
| 99 | 7.575.852.576 | 318.295.163 | 1976.69 | |
| 100 | 7.575.877.195 | 318.293.362 | 1.975.514 | EJE RIO |
| 101 | 7.575.842.618 | 318.295.386 | 1.981.341 | |
| 102 | 7.575.865.735 | 318.299.622 | 1.974.394 | |
| 103 | 7.575.864.164 | 318.298.639 | 1.974.238 | EJE RIO |
| 104 | 7.575.861.401 | 318.295.572 | 1.975.657 | |
| 105 | 7.575.830.018 | 318.301.788 | 1.985.582 | |
| 106 | 7.575.851.527 | 318.301.044 | 1.976.138 | |
| 107 | 7.575.853.199 | 318.307.251 | 1.975.354 | EJE RIO |
| 108 | 7.575.840.537 | 318.307.075 | 1.977.515 | |

| | | | | |
|-----|---------------|-------------|-----------|------------|
| 110 | 7.575.869.173 | 318.309.402 | 1.977.114 | |
| 111 | 7.575.871.203 | 318.320.179 | 1.979.515 | |
| 112 | 7.575.919.415 | 318.236.347 | 1.984.056 | BM0 |
| 113 | 7.575.921.221 | 318.248.312 | 1.981.751 | |
| 114 | 7.575.921.104 | 318255.12 | 1.982.502 | |
| 115 | 7575929 | 318.248.423 | 1.981.422 | |
| 116 | 7.575.916.183 | 318.245.303 | 1.982.201 | |
| 117 | 7.575.909.169 | 318.265.549 | 1981.27 | R0 |
| 118 | 7.575.914.532 | 318.233.815 | 1.983.895 | |
| 119 | 7.575.911.615 | 318.233.369 | 1983.56 | |
| 120 | 7.575.914.735 | 318.231.684 | 1.984.134 | |
| 121 | 7.575.908.055 | 318.232.791 | 1983.72 | |
| 122 | 7575916.05 | 318.215.876 | 1.985.053 | |
| 123 | 7.575.914.477 | 318.209.494 | 1985.1 | |
| 124 | 7.575.909.052 | 318.213.951 | 1.985.388 | |
| 125 | 7.575.911.547 | 318.194.627 | 1.985.798 | |
| 126 | 7.575.914.404 | 318.182.605 | 1.987.196 | |
| 127 | 7.575.918.814 | 318.183.265 | 1.987.429 | |
| 128 | 7.575.916.318 | 318.187.742 | 1.986.605 | |
| 129 | 7.575.927.393 | 318251.9 | 1.981.785 | E2 |
| 130 | 7.575.946.874 | 318.259.176 | 1.978.796 | E1 |
| 131 | 7.575.963.293 | 318.291.597 | 1.982.572 | |
| 132 | 7.575.960.109 | 318.291.332 | 1.982.713 | |
| 133 | 7.575.961.737 | 318.291.725 | 1.982.542 | |
| 134 | 7.575.959.081 | 318.309.248 | 1.984.157 | |
| 135 | 7.575.955.927 | 318.306.608 | 1.984.186 | |
| 136 | 7575957.51 | 318.308.397 | 1.984.131 | |
| 137 | 7.575.950.626 | 318.328.016 | 1986.05 | |
| 138 | 7.575.949.438 | 318.327.908 | 1.986.059 | |
| 139 | 7.575.943.568 | 318348.1 | 1.988.318 | B4 |
| 140 | 7575949.29 | 318331.06 | 1.986.436 | A4 |
| 141 | 7.575.950.269 | 318.330.099 | 1.986.281 | |
| 142 | 7.575.947.841 | 318.328.302 | 1.986.186 | |
| 143 | 7.575.952.799 | 318.353.506 | 1.987.631 | |
| 144 | 7.575.952.796 | 318.353.504 | 1.988.226 | |
| 145 | 7.575.947.488 | 318.354.521 | 1.988.062 | |
| 146 | 7.575.949.989 | 318353.99 | 1.987.985 | |
| 147 | 7.575.949.386 | 318.368.952 | 1.988.375 | |
| 148 | 7575954.13 | 318.370.816 | 1.988.437 | |
| 149 | 7.575.951.946 | 318.370.713 | 1.988.219 | |

| | | | | |
|-----|---------------|-------------|-----------|--|
| 150 | 7.575.958.132 | 318.397.174 | 1.988.389 | |
| 151 | 7.575.955.091 | 318.397.385 | 1.988.307 | |
| 152 | 7.575.956.931 | 318.397.844 | 1.988.317 | |
| 153 | 7.575.961.317 | 318.408.267 | 1.989.106 | CAMINO A PADCAYA |
| 154 | 7.575.962.307 | 318.406.059 | 1.989.165 | |
| 155 | 7.575.964.326 | 318418.63 | 1.989.003 | |
| 156 | 7575618 | 317807 | 2008 | ESCUELA CEMENTERIO CANCHA DE FUTBOL |
| 157 | 7575593 | 317801 | 2009 | |
| 158 | 7575623 | 317955 | 2007 | |

REPORTE FOTOGRÁFICO



Eje de rio cabildito



Cementerio



Coordenadas del cementerio con GPS



Núcleo escolar Pedro farfán



Cancha de fustal

ANEXO II

ESTUDIO HIDROLOGICO PUENTE VEHICULAR SOBRE EL “RÍO CABILDITO, COMUNIDAD ROSILLAS CRUCE”

La hidrología es la ciencia natural que estudia el agua, su ocurrencia circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades físicas y químicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo los seres vivos.

La cuenca de drenaje de una corriente, es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación, se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida, para cada punto de su recorrió.

La delimitación de una cuenca, se hace sobre un plano o mapa de curvas de nivel, siguiendo las líneas del divortium aquarum (parte aguas), la cual es una línea imaginaria, que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación, que en cada sistema de corriente, fluye hacia el punto de salida de la cuenca. El parte aguas está formado por los puntos de mayor nivel topográfico y cruza las corrientes en los puntos de salida, llamado estación de aforo.

La cuenca se puede clasificar atendiendo a su tamaño, en cuenca grande y cuenca pequeña.

Cuenca grande, es aquella cuenca en la que predominan las características fisiográficas de la misma (pendiente, elevación, área, cauce). Una cuenca, para fines prácticos, se considera grande cuando el área es mayor de 250 Km².

Cuenca pequeña, es aquella cuenca que responde a las lluvias de fuerte intensidad y pequeña duración, y en la cual las características físicas (tipo de suelo, vegetación) son más importantes que las del cauce. Se considera cuenca pequeña aquella cuya área varíe desde unas pocas hectáreas hasta un límite, que para propósitos prácticos, se considera 250 Km².

UBICACIÓN.

El río "Rosillas" Se encuentra ubicada geográficamente en la provincia Arce del departamento de Tarja.

Sus coordenadas son:

| | | |
|-------------------------|-------|----------------------|
| · Latitud Sur | entre | 21°54'47.52" |
| · Longitud Oeste | entre | 64°45'37.44" |
| Elevación | | 1960 m.s.n.m. |

CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

Características topográficas de la zona son:

La cota en el punto mas bajo de la cuenca es de **1960 m.s.n.m.**

La cota en el punto mas elevado de la cuenca es de **2820 m.s.n.m.**

El curso principal tiene una longitud de **7.80 km**

El clima presenta templado temperaturas debido a la topografía y ubicación geográfica

PROPIEDADES MORFOMETRICAS Y FISIAGRÁFICAS

PROPIEDADES FISIAGRÁFICAS DE LA CUENCA.

Las propiedades fisiográficas (geométricas) y de relieve de la cuenca son los siguientes:

a.) **Perímetro Real y Estilizado.**

Estos valores fueron determinados en la carta geográfica con ayuda del AUTOCAD que corresponde al sitio de estudio los cuales son los siguientes.

$$\begin{aligned} \text{PREAL} &= 20384.48 \text{ [m]} = 20.38448 \text{ [Km]} \\ \text{PESTILIZADO} &= 23442.15 \text{ [m]} = 23.442152 \text{ [Km]} \end{aligned}$$

b.) **Área de la cuenca.**

El área esta delimitada por el perímetro real que inicialmente se define de la cuenca, el mismo fue determinado por planimetría

$$A \text{ CUENCA} = AC = 21121390.6 \text{ [m}^2\text{]} = 21.1213906 \text{ [Km}^2\text{]}$$

c.) **Índice de Compacidad o de Gravelius.**

Es un parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo del igual área que el de la cuenca. Este parámetro describe la geometría de la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración de del sistema hidrológico.

Las cuencas redondeadas tienen tiempos de concentración cortos con gastos pico muy fuertes y recesión es rápida, mientras que las alargadas tienen gastos pico más atenuados y recesiones más prolongadas.

Las formas de la cuenca, en concordancia con los valores que adopte los índices de compacidad se muestran en la siguiente tabla.

| Formas de la Cuenca de acuerdo al Índice de Compacidad | | |
|--|---------------------------|--|
| Clase de Forma | Índice de Compacidad (Kc) | Forma de la Cuenca |
| Clase I | 1.0 a 1.25 | Casi redonda a oval - redonda |
| Clase II | 1.26 a 1.50 | Oval - redonda a oval - oblonga |
| Clase III | 1.51 a 1.75 | Oval - oblonga a rectangular - oblonga |

Nos define la facilidad de drenaje que tiene la cuenca, por ejemplo a mayor Kc el tiempo de concentración es menor lo que significa que el drenaje es muy bueno,

$$K_c = \frac{P}{2 * \sqrt{\pi * A}}$$

Donde:

P= 20384.48 [m]
perímetro estilizado

A= 21121390.6 [m²]
área real de la cuenca

Entonces.

| |
|-----------------|
| Kc= 1.25 |
|-----------------|

d.) Rectángulo Equivalente.

Este parámetro se define con las ecuaciones siguientes.

$$Ac = a * b \quad (1)$$

$$Pr = 2 * (a + b) \quad (2)$$

Donde: a= Ancho del rectángulo
b= Largo del rectángulo

Ac= 21.121 área de la cuenca
Pr= 20.384 perímetro real

Sustituyendo se tiene:

Resolviendo la ecuación de obtiene los valores de a y b de $Pr^2 - 4 * Ac = 0$

a1= 7.30 [km] b1= 2.89 [km]
a2= 2.89 [km] b2= 7.30 [km]

Los valores finales serán:

| | |
|----|-----------|
| a= | 2.89 [km] |
| b= | 7.30 [km] |

PROPIEDADES DE RELIEVE DE LA CUENCA.

a.) Índice de Pendiente de Roche (Ir).

Este parámetro se define con la ecuación sig Donde:

$$I_r = \frac{\sum \sqrt{A_i * d_i}}{\sqrt{L}}$$

A_i= área comprendida entre dos curvas de nivel consecutivas en [%]
 d_i= distancia media entre dos curvas de nivel en proyección horizontal.
 L= Longitud del río principal.

Para este calculo tomaremos los valores de áreas cada 100 [m] de desnivel los cuales tabularemos en la siguiente tabla.

ATcuenca= 21121390.6 [m²]
 LríoP= 7802.75 [m]

| Cota [m.s.n.m.] | área [m ²] | Distancia 1 (m) | Distancia 2 (m) | Distancia 3 (m) | Promedio de Distancia [m] | área [%] | $\sqrt{A_i * d_i}$ |
|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|----------|--------------------|
| 1960-2000 | 1927818.27 | 69.27 | 130.9 | 106.47 | 102.21 | 9.127 | 30.544 |
| 2000-2100 | 7287854.75 | 2331.51 | 3674.36 | 1537.18 | 2514.35 | 34.505 | 294.545 |
| 2100-2200 | 4029762.68 | 1322.87 | 1872.85 | 1141.31 | 1445.68 | 19.079 | 166.079 |
| 2200-2300 | 3017673.56 | 557.86 | 1155.51 | 557.86 | 757.08 | 14.287 | 104.003 |
| 2300-2400 | 2053940.41 | 199.43 | 652.12 | 428.86 | 426.80 | 9.724 | 64.424 |
| 2400-2500 | 1442676.88 | 230.1 | 308.36 | 179.41 | 239.29 | 6.830 | 40.428 |
| 2500-2600 | 756584.222 | 245.16 | 178.3 | 685.8 | 369.75 | 3.582 | 36.393 |
| 2600-2700 | 399086.616 | 176.25 | 161.06 | 283.3 | 206.87 | 1.889 | 19.771 |
| 2700-2769 | 170110.929 | 651.16 | 616.77 | 541.49 | 603.14 | 0.805 | 22.040 |
| 2700-2800 | 36309.341 | 161.36 | 381.72 | 308.04 | 283.71 | 0.172 | 6.984 |

Suma= 21121817.7 m²

Por lo tanto el Índice de Roche será:

$$I_r = \frac{\sum \sqrt{A_i * d_i}}{\sqrt{L}}$$

Ir = 8.889 [%]

b.) Índice Global (IG).

Nos determina la pendiente media del río principal el cual se determina con la expresión siguiente.

H= Desnivel de la cuenca o sea Cot.max-Cot.min

Siendo: Cot.max= 2820 [m.s.n.m.]

Cot.min= 1960 [m.s.n.m.]

L= 7802.75 Longitud del río principal en [m]

$$I_G = \frac{H}{L}$$

Por lo tanto se tiene.

IG = 0.110 [%]

PROPIEDADES MORFOMETRICAS DE LA CUENCA

Son tres los parámetros que definen la morfología de la cuenca

1. Densidad de Drenaje.
2. Relación de Confluencia.
3. Relación de Longitud.

Pero antes tenemos los datos obtenidos por planimetría las longitudes de todos los ríos y su orden correspondiente.

| Nro de RÍO | ORDEN DEL RÍO | LONG. DEL RÍO [m] |
|--------------|---------------|--------------------|
| 4 | 1 | 1067.22 |
| | | 2603.29 |
| | | 2769.22 |
| | | 4629.38 |
| 3 | 2 | 2297.06 |
| | | 1767.35 |
| | | 968.78 |
| Σli = | | 16102.3 [m] |

1. DENSIDAD DE DRENAJE (Dd).

$$Dd = \frac{\sum li}{A}$$

Donde:

$\sum li = 16.102$ sumatoria de todos los afluentes que conforman la cuenca (km)

$A = 21.1213906$ área de la cuenca (km²)

Entonces se tiene:

$$Dd = 0.762 \text{ [km/km}^2\text{]}$$

Existen 0.762 km de drenaje por cada km² de cuenca
Lo que nos indica que la rio rosillas es muy buena su drenaje.

2. RELACIÓN DE CONFLUENCIA (Rc).

Nos define la cantidad de confluentes que tiene un río.

Donde: $N(x) =$ Es el numero de ríos de orden (x)
 $N(x+1) =$ Numero de ríos de orden superior al anterior

3. RELACIÓN DE LONGITUD (RI).

Donde: $\bar{l} =$ Es el numero de ríos de orden (x)
 $\bar{l}_{(x+1)} =$ Numero de ríos de orden superior al anterior

En el cuadro siguiente tenemos el resumen de las propiedades MORFOMÉTRICAS.

| ORDEN | Nº de ríos | LONG. (km) | lx | Rc | RI |
|-------|------------|------------|------|-------|-------|
| 1 | 4 | 11.07 | 2.77 | 1.33 | 0.61 |
| 2 | 3 | 5.03 | 1.68 | ----- | ----- |

$$RI = \frac{\bar{l}_{(x+1)}}{l_{(x)}} \quad Rc = \frac{N_{(x)}}{N_{(x+1)}}$$

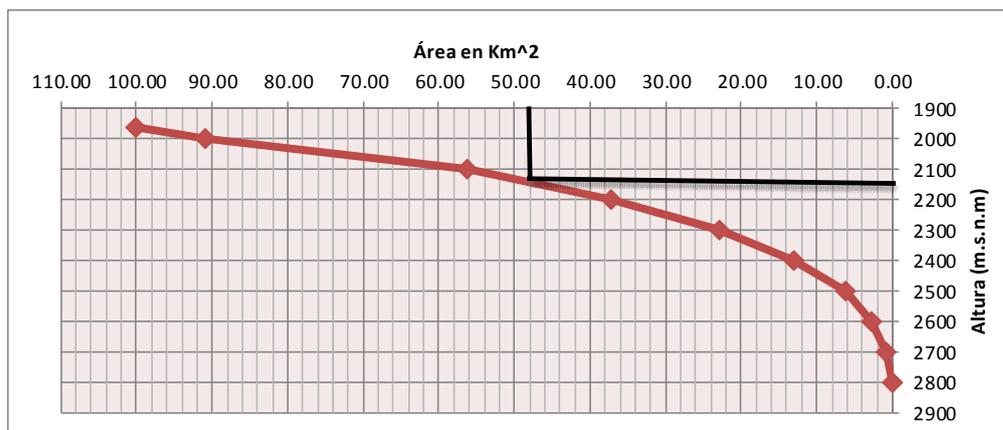
CURVA HIPSOMÉTRICA

DATOS TOPOGRAFICOS DE LA CUENCA

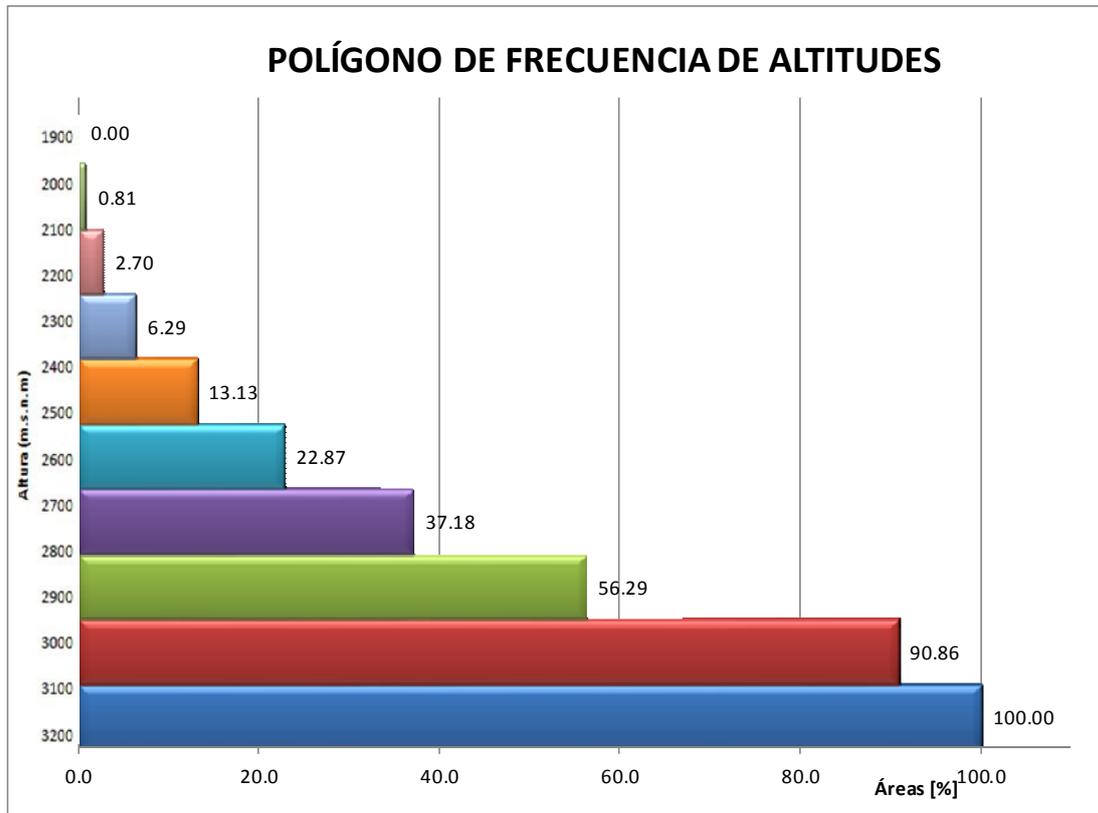
| COTAS | AREA PARCIAL [m ²] | AREA ACUMULADO [m ²] | AREA ACUMULADO [Km ²] | AREA [km ²] | AREA [%] |
|-------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|----------|
| 1960 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 21.09 | 100.00 |
| 2000 | 1927818.27 | 1927818.27 | 1.93 | 19.16 | 90.86 |
| 2100 | 7287854.75 | 9215673.02 | 9.22 | 11.87 | 56.29 |
| 2200 | 4029762.68 | 13245435.70 | 13.25 | 7.84 | 37.18 |
| 2300 | 3017673.56 | 16263109.26 | 16.26 | 4.82 | 22.87 |
| 2400 | 2053940.41 | 18317049.67 | 18.32 | 2.77 | 13.13 |
| 2500 | 1442676.88 | 19759726.55 | 19.76 | 1.33 | 6.29 |
| 2600 | 756584.22 | 20516310.77 | 20.52 | 0.57 | 2.70 |
| 2700 | 399086.62 | 20915397.38 | 20.92 | 0.17 | 0.81 |
| 2800 | 170110.93 | 21085508.31 | 21.09 | 0.00 | 0.00 |

Área Total. Cuenca= 21.09 [km²]

1.3. CURVA HIPSOMETRICA



La altura media de la cuenca es 2130 m.s.n.m.



2. PRESIPITACIONES:

2.1. DATOS DISPONIBLES (ANÁLISIS DE CONSISTENCIA)

Las precipitaciones media mensual en año hidrológico

| AÑOS | Estación: CAÑAS | Estación: PADCAYA | Estación: CANCHAS MAYU | Estación: REJARA | Estación: ROSILLAS |
|-------|--------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|
| 75-76 | | 542.10 | 804.9 | | |
| 76-77 | | 507.30 | 883.4 | | |
| 77-78 | 973.0 | 520.30 | 940.1 | | |
| 78-79 | 845.0 | 972.00 | 1198.7 | | |
| 79-80 | 1144.6 | 779.40 | 946.4 | | |
| 80-81 | 1288.0 | 749.50 | 1328 | 1265.3 | |
| 81-82 | 783.5 | 615.70 | 981.6 | 1479.7 | |
| 82-83 | 345.7 | 678.20 | 667.5 | 499.7 | |
| 83-84 | 873.2 | 650.00 | 1018.1 | 1434.6 | |
| 84-85 | 486.3 | | 856.7 | 1300.9 | |
| 85-86 | 696.5 | | 1253.2 | 2257 | |
| 86-87 | 659.5 | 607.10 | 902.6 | 1082.2 | |
| 87-88 | 681.0 | 604.50 | 1001.5 | 829 | |

| | | | | | |
|-------|--------|--------|-------|--------|------|
| 88-89 | 532.8 | 683.00 | 765.7 | 917.9 | |
| 89-90 | | 546.00 | 829.1 | 900.8 | 48.7 |
| 90-91 | | 673.00 | 1152 | | |
| 91-92 | | 709.10 | 932.6 | 840 | 54 |
| 92-93 | 542.6 | 536.30 | | 1172.4 | 46.2 |
| 93-94 | | 506.00 | | 1281.6 | |
| 94-95 | 893.6 | | | 1696.2 | |
| 95-96 | 817.0 | 284.70 | | 1505.1 | |
| 96-97 | 728.4 | 255.50 | | 1423.1 | |
| 97-98 | 494.6 | 436.30 | | 512.8 | |
| 98-99 | 824.7 | 666.70 | | 1270.3 | |
| 99-00 | 1013.6 | 874.30 | | 1087.3 | |
| 00-01 | 725.2 | 399.00 | | 1125.6 | |
| 01-02 | 788.7 | 813.20 | | 965.8 | |
| 02-03 | 918.8 | | | | |
| 03-04 | 869.7 | | | | |
| 04-05 | 713.0 | | | | |
| 05-06 | 785.1 | | | | |
| 06-07 | 883.1 | | | | |
| 07-08 | 662.5 | | | | |
| 08-09 | 1024.7 | | | | |
| 09-10 | 837.7 | | | | |

| | | | | | |
|------------------|----------|----------|----------|----------|--------|
| MEDIA | 787.31 | 616.35 | 984.92 | 1183.20 | 49.63 |
| MED*Nro | 22832.10 | 13559.80 | 14773.80 | 24847.30 | 148.90 |
| DESVIACIO | 201.85 | 176.30 | 182.68 | 396.64 | 3.98 |
| Nro Datos | 29 | 22 | 15 | 21 | 3 |

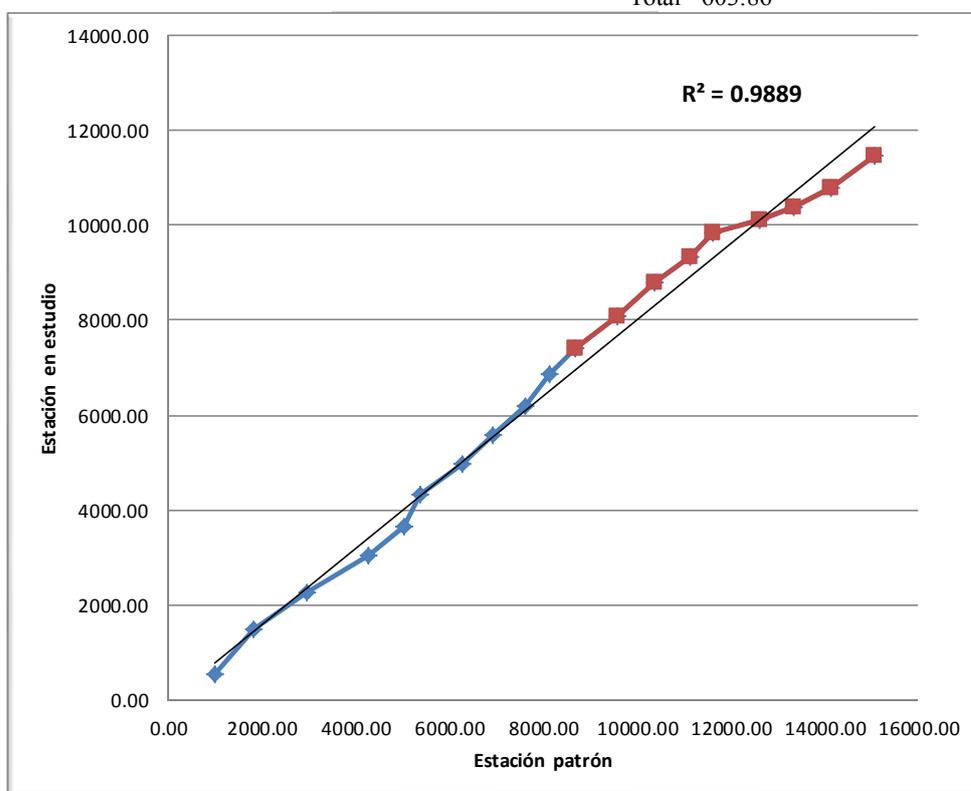
Análisis de consistencia.

ESTACION PATRON: CAÑAS
ESTACION EN ESTUDIO: PADCAYA

| AÑOS | Estación: CAÑAS | Estación CAÑAS Acumulado | Estación: PADCAYA | Estación Padcaya Acumulado |
|-------|--------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| 77-78 | 973.00 | 973.00 | 520.30 | 520.30 |
| 78-79 | 845.00 | 1818.00 | 972.00 | 1492.30 |
| 79-80 | 1144.60 | 2962.60 | 779.40 | 2271.70 |
| 80-81 | 1288.00 | 4250.60 | 749.50 | 3021.20 |
| 81-82 | 783.50 | 5034.10 | 615.70 | 3636.90 |
| 82-83 | 345.70 | 5379.80 | 678.20 | 4315.10 |
| 83-84 | 873.20 | 6253.00 | 650.00 | 4965.10 |

| | | | | |
|-------|---------|----------|--------|----------|
| 86-87 | 659.50 | 6912.50 | 607.10 | 5572.20 |
| 87-88 | 681.00 | 7593.50 | 604.50 | 6176.70 |
| 88-89 | 532.80 | 8126.30 | 683.00 | 6859.70 |
| 92-93 | 542.60 | 8668.90 | 546.00 | 7405.70 |
| 94-95 | 893.60 | 9562.50 | 673.00 | 8078.70 |
| 95-96 | 817.00 | 10379.50 | 709.10 | 8787.80 |
| 96-97 | 728.40 | 11107.90 | 536.30 | 9324.10 |
| 97-98 | 494.60 | 11602.50 | 506.00 | 9830.10 |
| 99-00 | 1013.60 | 12616.10 | 284.70 | 10114.80 |
| 00-01 | 725.20 | 13341.30 | 255.50 | 10370.30 |
| 01-02 | 788.70 | 14130.00 | 436.30 | 10806.60 |
| 02-03 | 918.80 | 15048.80 | 666.70 | 11473.30 |

Tota= 603.86

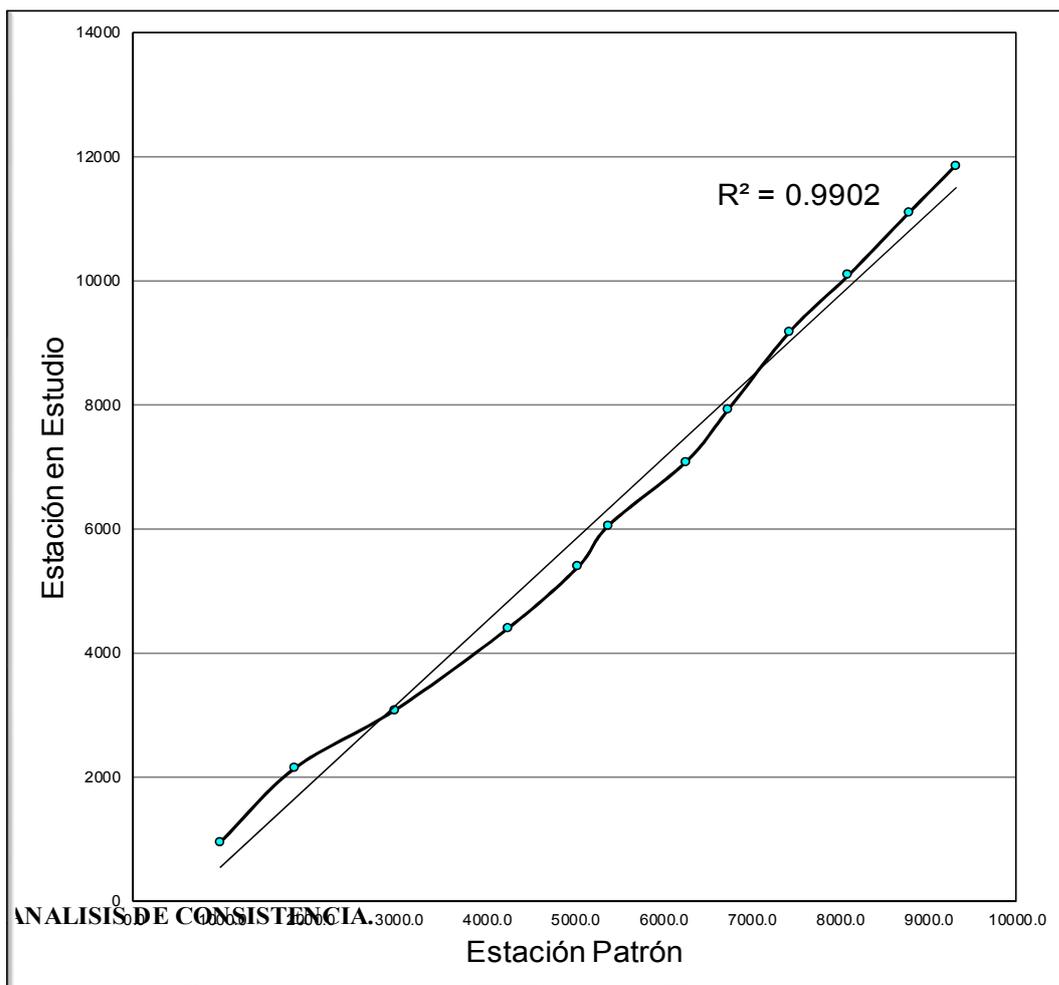


ANÁLISIS DE CONSISTENCIA.

ESTACION PATRON: CAÑAS
 ESTACION EN ESTUDIO: CANCHASMAYU

| AÑOS | Estación: CAÑAS | Estación: CAÑAS ACUMULADO | CANCHAS MAYU | CANCHAS MAYU ACUMULADO |
|-------|-----------------|---------------------------|--------------|------------------------|
| 77-78 | 973.0 | 973.0 | 940.1 | 940.1 |
| 78-79 | 845.0 | 1818.0 | 1198.7 | 2138.8 |
| 79-80 | 1144.6 | 2962.6 | 946.4 | 3085.2 |
| 80-81 | 1288.0 | 4250.6 | 1328 | 4413.2 |
| 81-82 | 783.5 | 5034.1 | 981.6 | 5394.8 |
| 82-83 | 345.7 | 5379.8 | 667.5 | 6062.3 |
| 83-84 | 873.2 | 6253.0 | 1018.1 | 7080.4 |
| 84-85 | 486.3 | 6739.3 | 856.7 | 7937.1 |
| 85-86 | 696.5 | 7435.8 | 1253.2 | 9190.3 |
| 86-87 | 659.5 | 8095.3 | 902.6 | 10092.9 |
| 87-88 | 681.0 | 8776.3 | 1001.5 | 11094.4 |
| 88-89 | 532.8 | 9309.1 | 765.7 | 11860.1 |

Total=988.34

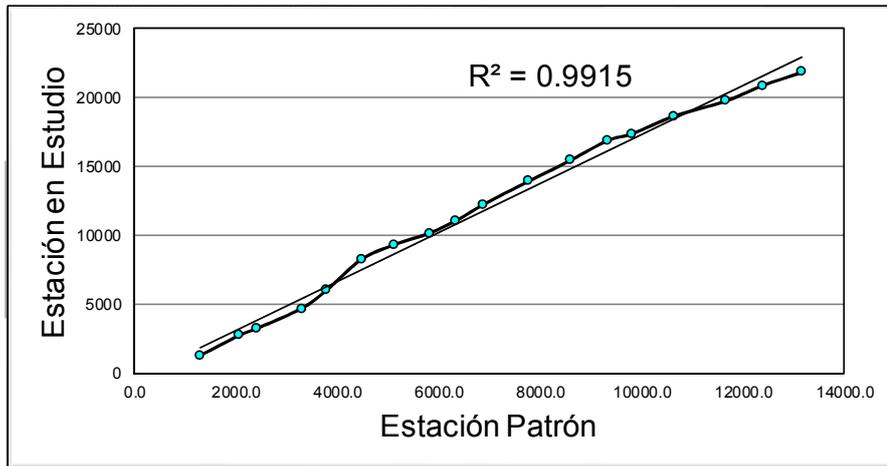


ESTACION PATRON:
ESTACION EN ESTUDIO:

CAÑAS
REJARA

| AÑOS | Estación: CAÑAS | Estación: CAÑAS ACUMULADO | Estación: Rejara | Estación: CANCHAS MAYU ACUMULADO |
|-------|-----------------|---------------------------|------------------|----------------------------------|
| 80-81 | 1288.0 | 1288.0 | 1265.3 | 1265.3 |
| 81-82 | 783.5 | 2071.5 | 1479.7 | 2745 |
| 82-83 | 345.7 | 2417.2 | 499.7 | 3244.7 |
| 83-84 | 873.2 | 3290.4 | 1434.6 | 4679.3 |
| 84-85 | 486.3 | 3776.7 | 1300.9 | 5980.2 |
| 85-86 | 696.5 | 4473.2 | 2257 | 8237.2 |
| 86-87 | 659.5 | 5132.7 | 1082.2 | 9319.4 |
| 87-88 | 681.0 | 5813.7 | 829 | 10148.4 |
| 88-89 | 532.8 | 6346.5 | 917.9 | 11066.3 |
| 92-93 | 542.6 | 6889.1 | 1172.4 | 12238.7 |
| 94-95 | 893.6 | 7782.7 | 1696.2 | 13934.9 |
| 95-96 | 817.0 | 8599.7 | 1505.1 | 15440 |
| 96-97 | 728.4 | 9328.1 | 1423.1 | 16863.1 |
| 97-98 | 494.6 | 9822.7 | 512.8 | 17375.9 |
| 98-99 | 824.7 | 10647.4 | 1270.3 | 18646.2 |
| 99-00 | 1013.6 | 11661.0 | 1087.3 | 19733.5 |
| 00-01 | 725.2 | 12386.2 | 1125.6 | 20859.1 |
| 01-02 | 788.7 | 13174.9 | 965.8 | 21824.9 |

Tota=66.92



3.- características de la precipitación

PRESIPITACIONES.

3.1. Precipitación media

3.1.1. Curvas isoyetas

Son curvas que corresponden a precipitaciones de la misma magnitud o de igual precipitación

Luego de ubicar geográficamente las estaciones pluviométricas utilizadas en el proyecto se procede a dibujar las curvas isoyetas.

Los pasos son los siguientes:

1. Trazar las isoyetas interpolando entre las diversas estaciones, de modo similar a como se trazan las curvas de nivel.
2. Hallar las áreas a1, a2, an entre cada 2 isoyetas seguidas.
3. Si p0, p1, pn son las precipitaciones anuales representadas por las isoyetas respectivas, entonces la precipitación media anual de la cuenca es:

$$P_{media} = \frac{\frac{p_0 + p_1}{2} * A_1 + \frac{p_1 + p_2}{2} * A_2 + \dots + \frac{p_{n-1} + p_n}{2} * A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Las áreas que determinaron en el plano usando el programa AUTOCAD son las siguientes:

| | AREAS [Km²] | PRESIPITACIONES [mm] ((P1+P2)/2) * Ai | | |
|------|-------------|---------------------------------------|-----|----------|
| A1= | 0.9144 | 888 | 868 | 802.864 |
| A2= | 0.1786 | 868 | 848 | 153.250 |
| A3= | 0.4969 | 848 | 828 | 416.399 |
| A4= | 0.5685 | 828 | 808 | 465.021 |
| A5= | 0.3844 | 808 | 788 | 306.754 |
| A6= | 0.4478 | 788 | 768 | 348.373 |
| A7= | 0.7559 | 768 | 748 | 572.977 |
| A8= | 4.0556 | 748 | 728 | 2993.021 |
| A9= | 5.7884 | 728 | 708 | 4156.073 |
| A10= | 4.4053 | 708 | 688 | 3074.908 |
| A11= | 3.1260 | 688 | 668 | 2119.435 |

Por lo tanto se tiene:

| | | |
|----------------|--------------|-------------|
| Pmedio= | 729.5 | [mm] |
|----------------|--------------|-------------|

La precipitación media de la cuenca del río Rosillas se adoptará el valor obtenido por el método de las ISOYETAS por que teóricamente es el más recomendado.

| | |
|---------------------|--------------------|
| PmediaCUENCA | 729.53 [mm] |
|---------------------|--------------------|

3.2.- PRECIPITACIÓN MÁXIMA

Estos valores fueron obtenidos de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología además tenemos la ubicación de cada uno de ellos los cuales son:

| ESTACION | LATITUD SUD | LONGITUD OESTE | ALTURA (m.s.n.m.) |
|-----------------------|-------------|----------------|-------------------|
| Estación: CAÑAS | 21° 54' 08" | 64° 51' 03" | 2078 |
| Estación: PADCAYA | 21° 53' | 64° 43' | 2010 |
| Estación: CANCHASMAYU | 21° 53' | 64° 53' | 1120 |
| Estación: REJARA | 22° 01' | 64° 59' | 3000 |

PRECIPITACIONES MAXIMAS

Los datos siguientes fueron extraídos de la información pluviométrica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI

| AÑOS | Estación: CAÑAS | Estación: PADCAYA | Estación: CANCHAS MAYU | Estación: REJARA |
|-------|-----------------|-------------------|------------------------|------------------|
| 75-76 | | | 58.200 | |
| 76-77 | | | 45.300 | |
| 77-78 | 91.500 | | 50.000 | |
| 78-79 | 52.300 | 31.548 | 96.500 | |
| 79-80 | 38.200 | 31.097 | 55.400 | |
| 80-81 | 60.100 | 27.581 | 95.300 | 40.200 |
| 81-82 | 59.600 | 31.000 | 60.000 | 40.500 |
| 82-83 | 33.400 | 31.982 | 53.800 | 13.400 |
| 83-84 | 48.500 | 32.193 | 60.700 | 38.500 |
| 84-85 | 29.100 | 30.387 | 60.700 | 50.300 |
| 85-86 | 40.100 | | 62.300 | 42.600 |
| 86-87 | 36.200 | 27.897 | 65.600 | 50.100 |
| 87-88 | 46.800 | 26.387 | 45.200 | 40.300 |
| 88-89 | 38.600 | 25.143 | 90.800 | 40.300 |
| 89-90 | 35.200 | 27.581 | 70.000 | 34.200 |

| | | | | |
|-------|---------|--------|--------|--------|
| 90-91 | | 26.532 | 87.700 | |
| 91-92 | | 27.468 | 88.500 | 31.300 |
| 92-93 | 50.000 | 26.532 | 58.500 | 32.200 |
| 93-94 | 40.400 | 27.100 | | 30.300 |
| 94-95 | 65.400 | 28.274 | | 40.200 |
| 95-96 | 54.100 | 26.010 | | 40.300 |
| 96-97 | 51.200 | 26.645 | | 45.300 |
| 97-98 | 60.000 | 28.581 | | 25.200 |
| 98-99 | 64.400 | 27.155 | | 30.200 |
| 99-00 | 122.000 | 27.065 | | 40.200 |
| 00-01 | 35.200 | 27.774 | | 30.300 |
| 01-02 | 47.400 | 26.000 | | 30.300 |
| 02-03 | 87.600 | 26.400 | | 35.200 |
| 03-04 | 40.600 | | | |
| 04-05 | 48.200 | | | |
| 05-06 | 44.400 | | | |
| 06-07 | 72.100 | | | |
| 07-08 | 40.000 | | | |
| 08-09 | 73.600 | | | |
| 09-10 | 62.000 | | | |

MODA: $E = \bar{x} - 0.45S$

CARACTERISTICA: $K = \frac{S}{0.55 * E}$

| | | | | |
|---------------------------------|---------|--------|---------|--------|
| MEDIA | 53.81 | 28.10 | 66.92 | 36.43 |
| DESVIACION (S) | 19.89 | 2.10 | 17.12 | 8.35 |
| VARIANZA (S²) | 395.45 | 4.39 | 293.13 | 69.67 |
| MODA (E) | 44.86 | 27.15 | 59.21 | 32.67 |
| E*nro | 1390.79 | 651.70 | 1065.82 | 718.76 |
| CARACT. (K) | 0.80 | 0.14 | 0.52 | 0.46 |
| K*Nro | 24.67 | 3.33 | 9.34 | 10.09 |
| Nro Datos | 31 | 24 | 18 | 22 |

VALORES PONDERADOS

Moda ponderada

$$Ed = \frac{\sum E_i * n_i}{\sum n_i}$$

Ed= 40.285

Característica ponderada

$$Kd = \frac{\sum K_i * n_i}{\sum n_i}$$

Kd= 0.499

LLUVIAS MAXIMAS HORARIAS [mm].

en el siguiente cuadro se determinaran las lluvias máximas horarias para diferentes periodos de retorno y duraciones de lluvia de 2, 4, 6 y 8 horas.

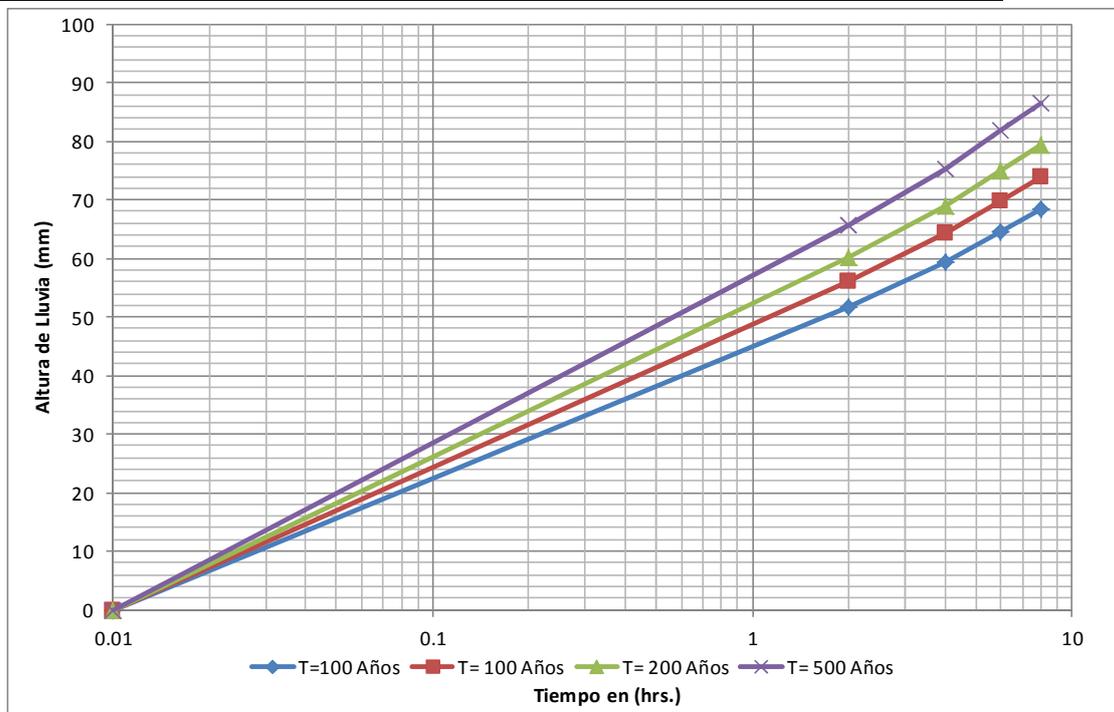
$$Ed = 40.285$$

$$Kd = 0.499$$

$$\alpha = 12$$

$$\beta = 0.2$$

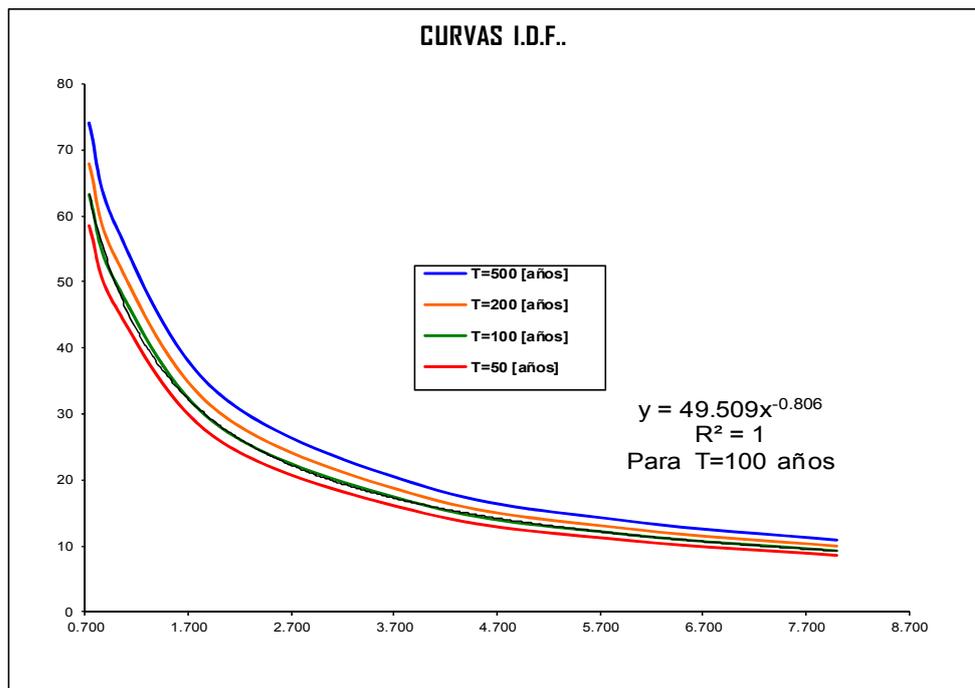
| PERIODO DE RETORNO [años] | DURACION DE LLUVIAS EN [horas] | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0.738 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| 50 | 43.164 | 46.110 | 52.032 | 59.769 | 64.818 | 68.656 |
| 100 | 46.63 | 49.81 | 56.263 | 64.629 | 70.088 | 74.239 |
| 200 | 50.090 | 53.510 | 60.494 | 69.489 | 75.359 | 79.822 |
| 500 | 54.670 | 58.400 | 66.087 | 75.914 | 82.327 | 87.202 |



3.3. INTENSIDADES MÁXIMAS [mm/hrs].

Determinación de las intensidades máximas para la construcción de la curva I. D. F. para diferentes periodos de retorno.

| PERIODO DE RETORNO [años] | DURACION DE LLUVIAS EN [horas] | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0.738 | 1 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| 50 | 58.480 | 46.110 | 26.016 | 14.942 | 10.803 | 8.582 |
| 100 | 63.172 | 49.810 | 28.131 | 16.157 | 11.681 | 9.280 |
| 200 | 67.864 | 53.510 | 30.247 | 17.372 | 12.560 | 9.978 |
| 500 | 74.070 | 58.400 | 33.044 | 18.979 | 13.721 | 10.900 |



4. CAUDALES.

4.1. CAUDALES MÁXIMOS FORMULA RACIONAL.

Para el cálculo de caudales máximos debemos determinar primeramente el tiempo de concentración de la cuenca.

4.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc)

El tiempo de concentración es el tiempo que tarda en recorrer una gota desde el punto más lejano de un extremo de la cuenca hasta llegar al punto de estudio o desembocadura. Este tiempo es constante para toda la cuenca.

Para calcular el tiempo de concentración existen varias métodos entre ellos están las fórmulas empíricas los cuales aplicaremos en el presente estudio.

Se requieren los siguientes datos:

| | | | |
|---|----|---------|--------------------|
| Área de la cuenca (km ²) | A= | 21.0855 | [km ²] |
| Longitud del río o curso principal (km) | L= | 7.80 | [km] |
| Pendiente media del río | J= | 0.1102 | [m/m] |
| Desnivel máximo del curso de agua más largo | H= | 860.00 | [m] |

FORMULA DE GIANDOTTI.

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5 * L}{25.3 * J * L}$$

| | | |
|------|-------|-------|
| Tc = | 1.382 | [hrs] |
|------|-------|-------|

FORMULA CALIFORNIANA

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L}{\sqrt{J}} \right)^{0.77}$$

$$T_c = 0.750 \text{ [hrs]}$$

FORMULA VENTURA Y HERAS

$$T_c = 0.05 \sqrt{\frac{A}{J}}$$

$$T_c = 0.692 \text{ [hrs]}$$

FORMULA U.S.C.E

$$T_c = 0.30 \left(\frac{L}{\sqrt{J}} \right)^{0.76}$$

$$T_c = 3.305 \text{ [hrs]}$$

FORMULA KUIRPICH

$$T_c = \left(0.871 * \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 0.756 \text{ [hrs]}$$

Formula de alcantarillas

$$T_c = \left(0.87 * \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

$$T_c = 0.755 \text{ [hrs]}$$

Haciendo un análisis comparativo de los resultados anteriores, observamos que la fórmula de Guíandote, Ventura y Heras, U.S.C.E. nos proporciona resultados en el extremo por lo tanto los descartamos.

Tomando el promedio entre las fórmulas California, Kuirpich, Alcantarillas determinamos:

$$T_c = 0.738 \text{ [hrs]}$$

Este valor es aceptado, debido a la topografía de la cuenca que presenta pendientes altas y medias, por lo tanto la velocidad de escurrimiento del agua es alta y el tiempo de concentración es pequeño.

Comprobando el tiempo de concentración

Donde

| | | | | |
|-----|--|-----|---------|-----|
| v= | velocidad del rio (m/s) de estar entre (2-5 m) | v= | 2.94 | m/s |
| d= | longitud del rio principal (m) | d= | 7802.75 | m |
| tc= | tiempo de concentración (seg.) | tc= | 2657.13 | seg |

5.CAUDALES MÁXIMOS

FORMULA RACIONAL

$$Q = C * i * A^{0,278}$$

Donde:

Q = caudal (m³/s)

C = coeficiente de escurrimiento de acuerdo al terreno

i = intensidad máxima (mm/hr)

A = área de la cuenca (Km²)

Tabla de coeficientes de escurrimiento usados para la fórmula Racional.

Según el PRONAR.-

Depende fundamentalmente de tres factores: la precipitación, el tipo de suelo y el uso (o la cubierta) del suelo.

Se clasifican en tres tipos de suelos:

| | |
|---------|--|
| SUELO A | Suelo muy permeable tales como arenas profundas y loes poco compactos. |
| SUELO B | Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: terrenos mi gajosos |
| SUELO C | Suelos casi impermeables, tales como arenas o loes muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas. |

suelos muy permeable = 11.58 km² suelos tipo A

suelos medianamente permeable= 3.8 km² suelos tipo B

suelos casi impermeables = 5.7 km² suelos tipo C

Área total d la cuenca = 21.08 Km²

Formulas: Para $K < 0,15$, se usara:

$$C = K * \frac{(P - 250)}{2000}$$

Para $K > 0,15$, se usara:

$$C = K * \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1,5}$$

Donde:

P = Precipitación anual en (mm)

Ce = Coeficiente de escurrimiento anual

K = Parámetro que depende del tipo y del uso (o cubierta) del suelo

Rango de validez-

Las formulas se consideran validas para valores de la precipitación anual entre 350 y 2250 mm.

Por lo tanto es aplicable a nuestra cuenca, que tiene una precipitación me **729.53** mm

TABLA - VALORES DE K

| Uso o cobertura del suelo | Tipos de suelo | | |
|--|----------------|-------------|-------------|
| | A | B | C |
| Barbecho, áreas incultas y desnudas | 0.26 | 0.28 | 0.30 |
| Cultivos: | | | |
| En hilera | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| Legumbres o rotación de pradera | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| Granos pequeños | 0.24 | 0.27 | 0.30 |
| Pastizal: | | | |
| % del suelo cubierto o pastoreo | | | |
| mas del 75 % poco | 0.14 | 0.20 | 0.28 |
| del 50 al 75% regular | 0.20 | 0.24 | 0.30 |
| menos del 50% excesivo | 0.24 | 0.28 | 0.30 |
| Bosque: | | | |
| Cubierto mas del 75% | 0.07 | 0.16 | 0.24 |
| Cubierto del 50 al 75% | 0.12 | 0.22 | 0.26 |
| Cubierto del 25 al 50% | 0.17 | 0.26 | 0.28 |
| Cubierto menos del 25% | 0.22 | 0.28 | 0.30 |
| Cascos y zonas con edificaciones | 0.26 | 0.29 | 0.32 |
| Caminos, incluyendo derecho de vía | 0.27 | 0.30 | 0.33 |
| Pradera permanente | 0.18 | 0.24 | 0.30 |

Se adopta el valor promedio de $K = 0,22$ como no se tiene muchos datos del lugar que son necesarios para calcular el valor del coeficiente de Escorrentía Tipo de suelo **A**

$$K = 0.23$$

$$P = 729.534 \text{ mm}$$

Como $K > 0,15$, se usara:

$$C = 0.11$$

Se adopta el valor promedio de $K = 0,21$ como no se tiene muchos datos del lugar que son necesarios para calcular el valor del coeficiente de Escorrentía Tipo de suelo **B**

$$K = 0.27$$

$$P = 729.534 \text{ mm}$$

Como $K > 0,15$, se usara:

$$C = K * \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1,5}$$

C = 0.14

Se adopta el valor promedio de $K = 0,31$ como no se tiene muchos datos del lugar que son necesarios para calcular el valor del coeficiente de Escorrentía Tipo de suelo C

K = 0.30
P = 729.534 mm

Como $K > 0,15$, se usara:

$$C = K * \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1,5}$$

C = 0.17

coeficiente de escorrentía ponderado

$$C = K * \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1,5}$$

Datos

| | | |
|-----|-----------|------------|
| A1= | 11.58 km2 | C1= 0.1085 |
| A2= | 3.8 km2 | C2= 0.1447 |
| A1= | 5.7 km2 | C1= 0.1719 |
| At= | 21.08 km2 | |

$$C = \frac{\sum A_i \cdot C_i}{\sum A_t}$$

C ponderado= 0.13

Tabla de coeficiente de escorrentía

| tipo de superficie | coeficiente de escorrentía | |
|------------------------------------|----------------------------|------------|
| pavimento de hormigón y bituminoso | 0.7 | 0.95 |
| pavimento de macadán | 0.25 | 0.6 |
| adoquinados | 0.5 | 0.7 |
| superficie de grava | 0.15 | 0.3 |
| zonas arboladas y bosques | 0.1 | 0.2 |
| zonas con vegetación densa: | | |
| terrenos granulares | 0.05 | 0.35 |
| terrenos arcillosos | 0.15 | 0.5 |
| zonas con vegetación media: | | |
| terrenos granulares | 0.1 | 0.5 |
| terrenos arcillosos | 0.3 | 0.75 |
| tierra sin vegetación | 0.2 | 0.8 |
| zonas cultivadas | 0.2 | 0.4 |

| | | |
|--------------------------------|---------------------|----------|
| suelos muy permeable = | 11.58 km2 suelos ti | C= 0.225 |
| suelos medianamente permeable= | 3.8 km2 suelos ti | C= 0.3 |
| suelos casi impermeables = | 5.7 km2 suelos ti | C= 0.2 |
| Área total d la cuenca = | 21.08 Km2 | |

coeficiente de escorrentía ponderado

$$C = \frac{\sum A_i \cdot C_i}{\sum A_t}$$

Datos

| | | |
|-----|-----------|------------|
| A1= | 11.58 km2 | C1= 0.2250 |
| A2= | 3.8 km2 | C2= 0.3000 |
| A1= | 5.7 km2 | C1= 0.2000 |
| At= | 21.08 km2 | |

C ponderado= 0.23

Valores del coeficiente de escorrentía © según SCHWAB

| Topografía y Vegetación | Textura del suelo | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Tierra franca | Arcilla y Limo | Arcilla compactada |
| Bosques | | | |
| llano 0-5% de pendiente | 0.1 | 0.3 | 0.4 |
| Ondulado 5-10% de pendiente | 0.25 | 0.35 | 0.5 |
| montañoso 10-30% de pendiente | 0.3 | 0.5 | 0.6 |
| Pastizales | | | |
| llanos | 0.1 | 0.3 | 0.4 |
| Ondulados | 0.16 | 0.36 | 0.55 |
| Montañosos | 0.22 | 0.42 | 0.6 |
| Tierras cultivadas | | | |
| Llanas | 0.3 | 0.5 | 0.6 |
| Onduladas | 0.4 | 0.6 | 0.7 |
| Montañosas | 0.52 | 0.72 | 0.82 |
| Zonas urbanas | | | |
| | 30% de la superficie impermeabl e | 50% de la superficie impermeabl e | 70% de la superficie impermeabl e |
| Llanas | 0.4 | 0.55 | 0.65 |
| Onduladas | 0.5 | 0.65 | 0.8 |

coeficiente de escorrentía ponderado

Datos

| | | |
|-----|-----------------------|------------|
| A1= | 11.58 km ² | C1= 0.3000 |
| A2= | 3.8 km ² | C2= 0.1600 |
| A1= | 5.7 km ² | C1= 0.4000 |
| At= | 21.08 km ² | |

| | |
|---------------------|-------------|
| C ponderado= | 0.30 |
|---------------------|-------------|

$$C = \frac{\sum A_i \cdot C_i}{\sum A_t}$$

| |
|--------------------------------------|
| Q = C * i * A^{0,278} |
|--------------------------------------|

Por lo tanto los caudales para diferentes periodos de retorno será:

| | | |
|-----|--------------|------------------------|
| Tc= | 0.738 | [hrs] |
| Ac= | 21.0855 | [km ²] |
| C= | 0.300 | Coef. De escurrimiento |

| T [años] | imax [mm/h] | Qmax (m ³ /seg) |
|----------|-------------|-------------------------------|
| 50 | 57.817 | 101.67 |
| 100 | 62.456 | 109.83 |
| 200 | 67.095 | 117.99 |
| 500 | 73.231 | 128.78 |

5.2.CAUDALES MÁXIMOS

METODO DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR

Las fórmulas a utilizar para este método son las siguientes:

| | |
|------------------|--------------|
| TL= 0.443 | [hrs] |
|------------------|--------------|

$\alpha = 1.67$ porque la cuenca no es aforada se adoptara este valor por que no se tiene buenos registros de caudales, por lo que:

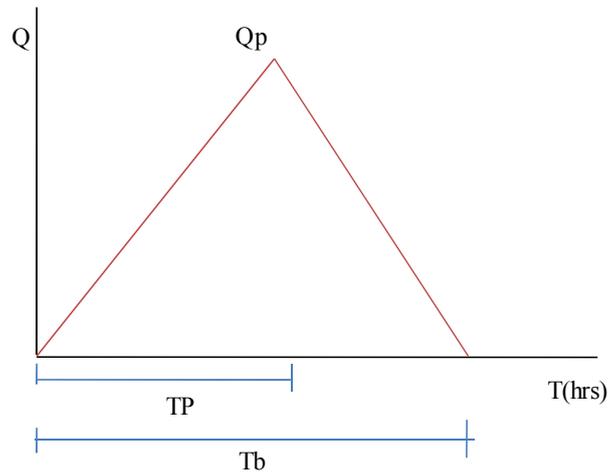
$$T_b = 2.67 * T_p$$

Donde:

| | | |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| Qp = caudal pico que es el Qmax | (m ³ /seg) | $Q_p = \frac{208 * A * h}{T_p}$ |
| A = área de la cuenca | (km ²) | |
| H = altura de lluvia neta =1" | (cm) | |
| Tp = tiempo al pico | (hrs) | $T_p = \frac{D}{2} + T_L$ |
| D = duración de la lluvia | (hrs) | |
| TL= tiempo de retardo | (hrs) | $T_L = 0.6 * T_c$ |
| Tb = tiempo base | (hrs) | $T_b = T_p + \alpha * T_p$ |
| Tc = tiempo de concentración | (hrs) | |

Adoptando la duración de la lluvia neta de T_c hrs, se tiene:

| | | |
|------------|--------------|--------------|
| D= | 0.738 | [hrs] |
| Tp= | 0.812 | [hrs] |
| Tb= | 2.168 | [hrs] |



Finalmente se tiene:

$$Q_p = 137.207396 \text{ [m}^3\text{/seg/cm]}$$

$$C = 0.3$$

Coficiente de escurrimiento que depende del tipo de suelo.

| T [años] | hmax [mm] | hmax [cm] | Lluvia neta [cm] | Qmax [m ³ /seg] |
|------------|---------------|--------------|------------------|----------------------------|
| 50 | 42.675 | 4.267 | 1.280 | 175.66 |
| 100 | 46.099 | 4.610 | 1.383 | 189.75 |
| 200 | 49.523 | 4.952 | 1.486 | 203.85 |
| 500 | 54.051 | 5.405 | 1.622 | 222.49 |

DATOS DE SENAMHI

PRECIPITACION MAXIMA DIARIA (mm)

Estación: CAÑAS
 Provincia: ARCE
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 54' 08"
 Long. W.: 64° 51' 03"
 Altura: 2.078 m.s.n.m.

| AÑO | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | Maxima |
|-------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| | | | | 18.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 2.8 | 34.2 | 31.5 | 43.0 | |
| 1978 | 27.3 | 25.4 | 91.5 | 11.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.6 | 52.3 | 11.4 | 20.2 | 91.5 |
| 1979 | 45.7 | 22.6 | 37.8 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 4.3 | 16.5 | 0.9 | 14.2 | 38.2 | 36.1 | 45.7 |
| 1980 | 24.7 | 23.6 | 38.2 | 26.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 0.0 | 32.4 | 30.0 | 36.8 | 38.2 |
| 1981 | 38.0 | 60.1 | 28.6 | 25.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.3 | 3.8 | 32.3 | 38.6 | 35.2 | 60.1 |
| 1982 | 59.6 | 52.6 | 24.7 | 24.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 0.8 | 33.4 | 16.6 | 59.6 |
| 1983 | 17.1 | 32.3 | 3.1 | 3.6 | 1.6 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 2.2 | 12.1 | 14.1 | 16.6 | 32.3 |
| 1984 | 48.5 | 28.9 | 28.4 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.6 | 8.5 | 0.0 | 0.0 | 23.8 | 48.5 |
| 1985 | 28.2 | 29.1 | 25.4 | 10.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.2 | 0.0 | 21.4 | 23.1 | 20.6 | 29.1 |
| 1986 | 19.4 | 26.9 | 40.1 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.6 | 18.0 | 25.4 | 36.2 | 29.6 | 40.1 |
| 1987 | 20.2 | 22.4 | 10.8 | 18.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 29.4 | 22.1 | 10.6 | 29.4 |
| 1988 | 21.4 | 10.4 | 46.8 | 6.9 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 14.2 | 15.7 | 38.6 | 46.8 |
| 1989 | 25.9 | 16.8 | 20.9 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.7 | 10.6 | 19.6 | 20.2 | 25.9 |
| 1990 | 18.2 | 35.2 | 25.1 | 4.2 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | | | | | | |
| 1991 | | | | | | | | | | | | | |
| 1992 | 20.4 | 65.6 | 25.0 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 7.2 | 15.0 | 15.5 | 20.0 | 65.6 |
| 1993 | 50.0 | 20.0 | 44.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 10.2 | 40.4 | 50.0 |
| 1994 | 32.5 | 24.0 | 22.0 | 1.9 | | | | 0.0 | 18.2 | 14.3 | 33.1 | 22.1 | |
| 1995 | 48.4 | 26.1 | 65.4 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.2 | 39.1 | 19.2 | 19.1 | 65.4 |
| 1996 | 40.0 | 54.1 | 15.2 | 8.2 | 27.0 | 0.0 | 0.0 | 2.4 | 21.2 | 4.2 | 28.0 | 29.0 | 54.1 |
| 1997 | 32.1 | 51.2 | 17.3 | 51.0 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.4 | 17.4 | 41.2 | 60.0 | 60.0 |
| 1998 | 35.0 | 26.0 | 27.2 | 21.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 3.0 | 12.6 | 17.6 | 45.0 | 45.0 |
| 1999 | 33.2 | 20.2 | 54.0 | 8.2 | 11.0 | 0.0 | 2.2 | 0.6 | 64.4 | 29.6 | 15.2 | 53.0 | 64.4 |
| 2000 | 122.0 | 35.2 | 63.0 | 11.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 14.4 | 22.6 | 32.0 | 122.0 |
| 2001 | 35.2 | 24.0 | 25.8 | 20.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 11.0 | 19.2 | 47.4 | 33.0 | 47.4 |
| 2002 | 28.6 | 41.8 | 43.2 | 9.8 | 1.4 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.2 | 37.0 | 24.8 | 10.0 | 43.2 |
| 2003 | 87.6 | 22.4 | 37.2 | 13.6 | 1.2 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 20.4 | 17.6 | 19.0 | 87.6 |
| 2004 | 36.0 | 40.6 | 16.2 | 38.8 | 4.4 | 2.2 | 1.0 | 1.4 | 22.6 | 5.6 | 33.6 | 48.2 | 48.2 |
| 2005 | 32.0 | 40.0 | 15.2 | 28.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 4.0 | 18.4 | 29.0 | 40.0 |
| 2006 | 38.6 | 41.2 | 44.4 | 10.8 | 8.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 29.7 | 4.3 | 24.3 | 44.4 |
| 2007 | 72.1 | 40.0 | 53.8 | 42.8 | 2.3 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 3.4 | 40.0 | 20.4 | 15.0 | 72.1 |
| 2008 | 26.5 | 25.3 | 19.2 | 6.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 3.6 | 20.4 | 21.0 | 73.6 | 73.6 |
| 2009 | 34.2 | 30.2 | 40.0 | 12.2 | 2.8 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 21.0 | 3.8 | 62.0 | 52.0 | 62.0 |
| 2010 | 21.6 | 51.2 | 24.6 | 9.6 | 1.2 | 1.0 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 4.0 | 14.2 | | |
| 2011 | | | | | | | | | | | | | |
| 2012 | | | | | | | | | | | | | |
| 2013 | | | | | | | | | | | | | |
| 2014 | | | | | | | | | | | | | |
| 2015 | | | | | | | | | | | | | |
| MEDIA | 122.0 | 65.6 | 91.5 | 51.0 | 27.0 | 2.2 | 4.3 | 16.6 | 64.4 | 52.3 | 62.0 | 73.6 | 122.0 |

TEMPERATURA MAXIMA MEDIA (°C)

Estación: PADCAYA
 Provincia: ARCE
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 53'
 Long. W.: 64° 43'
 Altura: 2.010 m.s.n.m.

| AÑO | ENE | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | MEDIA |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1975 | 24.4 | 25.0 | 24.2 | | | | 23.2 | 24.2 | 24.6 | 24.7 | 24.9 | 26.9 | |
| 1976 | 26.3 | 23.9 | 24.6 | 25.9 | 23.2 | | 26.0 | 25.7 | 22.5 | 27.4 | 27.0 | | |
| 1977 | | | | | | | | | | | | | |
| 1978 | 28.3 | 28.8 | 28.3 | 25.1 | 25.5 | 25.8 | 29.0 | 24.2 | 29.1 | 29.3 | 28.8 | 25.6 | 27.3 |
| 1979 | 25.3 | 24.4 | 23.3 | 27.0 | 24.4 | 24.2 | 23.7 | 31.5 | 23.8 | 30.7 | 25.5 | 31.1 | 26.2 |
| 1980 | 25.5 | 23.9 | 27.1 | 25.5 | 26.5 | 23.3 | 23.3 | 25.7 | 23.7 | 25.3 | 24.9 | 27.0 | 25.1 |
| 1981 | 26.6 | 27.2 | 26.4 | 26.7 | 27.6 | 24.1 | 20.6 | 21.7 | 22.9 | 23.9 | 25.7 | 27.2 | 25.1 |
| 1982 | 26.9 | 24.8 | 22.2 | 23.0 | 27.1 | 26.6 | 30.0 | 31.0 | 29.2 | 31.5 | 25.9 | 30.5 | 27.4 |
| 1983 | 31.1 | 32.0 | 31.4 | 30.8 | 28.4 | 25.2 | 28.3 | 31.8 | 28.4 | 32.2 | 25.8 | 27.4 | 29.4 |
| 1984 | 29.4 | 30.8 | 28.2 | 24.9 | 25.3 | 22.9 | 23.5 | 23.2 | 25.1 | 27.0 | 24.0 | 29.6 | 26.2 |
| 1985 | 28.0 | 29.5 | 30.4 | 29.1 | 27.0 | 25.7 | 24.9 | | | | | | |
| 1986 | | 25.3 | 25.1 | 26.9 | 24.6 | 25.1 | 25.5 | 26.7 | 25.1 | 25.2 | 27.9 | 25.4 | |
| 1987 | 26.1 | 26.9 | 27.5 | 24.8 | 20.2 | 24.4 | 24.5 | 22.4 | 23.0 | 23.5 | 25.2 | 24.2 | 24.4 |
| 1988 | 26.4 | 21.8 | 25.3 | 21.7 | 17.6 | 20.3 | 17.9 | 23.6 | 21.4 | 22.6 | 24.9 | 24.7 | 22.3 |
| 1989 | 24.7 | 25.1 | 23.6 | 22.5 | 22.4 | 23.0 | 22.4 | 25.1 | 23.0 | 23.9 | 25.9 | 26.3 | 24.0 |
| 1990 | 25.9 | 24.9 | 27.6 | 26.0 | 25.3 | 22.7 | 19.1 | 23.9 | 23.8 | 26.2 | 25.3 | 26.1 | 24.7 |
| 1991 | 24.1 | 23.3 | 23.5 | 25.7 | 26.5 | 23.2 | 24.1 | 23.5 | 25.6 | 24.1 | 23.3 | 27.5 | 24.5 |
| 1992 | 24.8 | 25.1 | 25.3 | 24.6 | 25.2 | 25.6 | 20.3 | 23.5 | 23.0 | 25.4 | 24.2 | 26.5 | 24.5 |
| 1993 | 26.1 | 23.8 | 25.5 | 25.3 | 25.2 | 25.0 | 20.4 | 22.7 | 24.3 | 25.8 | 26.3 | 24.9 | 24.6 |
| 1994 | 25.7 | 24.1 | 23.6 | 23.8 | 26.1 | 25.1 | 24.0 | 25.4 | 27.1 | 25.1 | 26.1 | 28.3 | 25.4 |
| 1995 | 26.6 | 24.0 | 24.3 | 24.7 | 22.7 | | 25.5 | 24.9 | 24.6 | 24.7 | 25.6 | 25.1 | |
| 1996 | 24.6 | 26.0 | 24.1 | 24.1 | 22.9 | 22.3 | 21.1 | 25.4 | 23.2 | 25.3 | 25.6 | 24.9 | 24.1 |
| 1997 | 26.6 | 24.6 | 24.4 | 24.9 | 23.9 | 24.4 | 25.6 | 24.6 | 26.3 | 26.5 | 25.9 | 27.2 | 25.4 |
| 1998 | 28.6 | 24.9 | 25.1 | 23.9 | 23.1 | 23.4 | 23.5 | 23.7 | 22.2 | 25.9 | 25.7 | 26.1 | 24.7 |
| 1999 | 25.1 | 26.9 | 25.1 | 21.0 | 22.3 | 22.5 | 22.3 | 24.2 | 27.2 | 22.4 | 22.9 | 24.5 | 23.9 |
| 2000 | 27.1 | 25.2 | 24.2 | 24.0 | 21.5 | 24.4 | 21.5 | 24.4 | 23.4 | 26.0 | 25.5 | 25.9 | 24.4 |
| 2001 | 27.8 | 26.5 | 26.6 | 24.6 | 23.4 | 22.5 | 24.7 | 27.3 | 23.7 | 23.9 | 25.3 | 24.3 | 25.0 |
| 2002 | 24.8 | 22.5 | 26.0 | 22.7 | 25.5 | 21.3 | 22.4 | 25.5 | 25.3 | 26.3 | 26.4 | 24.7 | 24.5 |
| 2003 | 25.9 | 26.4 | 23.5 | 23.6 | 25.0 | | | | | | | | |
| MEDIA | 26.4 | 25.6 | 25.6 | 24.9 | 24.4 | 23.9 | 23.6 | 25.2 | 24.7 | 25.9 | 25.6 | 26.5 | 25.2 |

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 Hrs. (mm)

Estación: CANCHASMAYU
 Provincia: ARCE
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 53'
 Long. W.: 64° 53'
 Altura: 1,120 m.s.n.m.

| AÑO | ENE | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | MAXIMA |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 1975 | | | | 10.2 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 18.2 | 3.7 | 16.3 | 58.2 | |
| 1976 | 49.2 | 27.2 | 44.2 | 7.2 | 10.2 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 6.4 | 4.8 | 23.2 | 40.0 | 49.2 |
| 1977 | 45.3 | 40.4 | 28.0 | 26.7 | 2.8 | 0.0 | 0.0 | 7.4 | 15.2 | 12.0 | 36.3 | 24.3 | 45.3 |
| 1978 | 25.2 | 40.5 | 50.0 | 15.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 96.5 | 17.1 | 54.4 | 96.5 |
| 1979 | 55.3 | 25.4 | 20.4 | 16.5 | 0.0 | 0.0 | 9.2 | 35.6 | 5.3 | 8.4 | 36.5 | 47.1 | 55.3 |
| 1980 | 22.1 | 35.3 | 55.4 | 9.6 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | 0.0 | 60.2 | 18.1 | 36.5 | 60.2 |
| 1981 | 95.3 | 60.5 | 26.2 | 50.5 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 5.3 | 5.1 | 5.3 | 43.5 | 32.5 | 95.3 |
| 1982 | 60.0 | 34.1 | 18.7 | 20.2 | 2.1 | 0.0 | 0.0 | 5.3 | 4.4 | 5.2 | 14.4 | 53.8 | 60.0 |
| 1983 | 23.0 | 50.8 | 10.5 | 20.5 | 7.8 | 0.0 | 2.8 | 4.7 | 3.3 | 7.6 | 29.8 | 24.9 | 50.8 |
| 1984 | 60.7 | 26.5 | 25.6 | 10.0 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 17.4 | 7.5 | 34.2 | 26.8 | 43.3 | 60.7 |
| 1985 | 35.6 | 60.7 | 25.7 | 20.7 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 8.9 | 7.9 | 8.5 | 40.0 | 62.3 | 62.3 |
| 1986 | 24.3 | 37.7 | 40.0 | 31.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.7 | 16.3 | 20.3 | 30.2 | 65.6 | 65.6 |
| 1987 | 60.5 | 28.8 | 34.0 | 25.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.2 | 18.6 | 29.5 | 25.6 | 60.5 |
| 1988 | 40.8 | 30.5 | 45.2 | 15.0 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.7 | 5.8 | 10.5 | 90.8 | 90.8 |
| 1989 | 20.7 | 40.5 | 38.6 | 10.5 | 0.0 | 5.2 | 6.1 | 0.0 | 10.0 | 15.0 | 14.5 | 31.2 | 40.5 |
| 1990 | 46.0 | 70.0 | 35.5 | 18.6 | 3.9 | 0.0 | 0.0 | 6.5 | 10.0 | 56.7 | 87.7 | 40.7 | 87.7 |
| 1991 | 69.0 | 40.2 | 28.7 | 27.6 | 9.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.5 | 67.8 | 37.0 | 72.5 | 72.5 |
| 1992 | 88.5 | 60.5 | 27.6 | 1.0 | 2.5 | 0.0 | 4.1 | 16.2 | 9.3 | 20.2 | 58.5 | 40.5 | 88.5 |
| 1993 | 40.5 | 40.0 | 40.2 | 18.0 | 18.5 | 0.0 | | | | | | | |
| EXTR. | 95.3 | 70.0 | 55.4 | 50.5 | 18.5 | 5.2 | 9.2 | 35.6 | 18.2 | 96.5 | 87.7 | 90.8 | 96.5 |

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 Hrs. (mm)

Estación: REJARA
 Provincia: ARCE
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 22° 01'
 Long. W.: 64° 59'
 Altura: 3.000 m.s.n.m.

| AÑO | ENE | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | MAXIMA |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 1980 | 20.0 | 20.0 | 34.2 | 10.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.6 | 4.0 | 20.3 | 34.2 |
| 1981 | 22.7 | 30.5 | 24.3 | 40.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 0.0 | 8.4 | 20.3 | 28.3 | 40.2 |
| 1982 | 30.4 | 40.5 | 36.2 | 12.2 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.5 | 4.2 | 8.6 | 9.6 | 40.5 |
| 1983 | 13.4 | 13.2 | 4.5 | 5.4 | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.4 | 18.6 | 31.2 | 30.5 | 31.2 |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| 1984 | 34.2 | 29.2 | 38.5 | 4.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.2 | 4.3 | 18.2 | 35.2 | 25.3 | 38.5 |
| 1985 | 35.6 | 50.3 | 28.3 | 20.3 | 0.0 | 0.0 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 26.2 | 42.6 | 28.3 | 50.3 |
| 1986 | 25.3 | 21.2 | 10.2 | 15.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.2 | 6.1 | 50.1 | 50.1 |
| 1987 | 32.3 | 15.2 | 30.1 | 6.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 22.1 | 30.2 | 32.3 |
| 1988 | 16.1 | 18.2 | 40.3 | 30.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 5.2 | 25.2 | 40.3 | 40.3 |
| 1989 | 9.3 | 40.3 | 30.2 | 15.2 | 0.0 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 20.1 | 20.1 | 23.2 | 40.3 |
| 1990 | 20.0 | 34.2 | 20.3 | 6.2 | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 4.2 | 12.2 | 30.3 | 30.3 | 34.2 |
| 1991 | 24.3 | | | 4.2 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 3.2 | 9.0 | 30.2 | 7.3 | 25.3 | |
| 1992 | 31.3 | 20.3 | 12.2 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.4 | 9.2 | 9.2 | 20.3 | 15.3 | 31.3 |
| 1993 | 30.2 | 21.2 | 32.2 | 4.2 | 0.0 | 0.0 | 9.3 | 9.3 | 0.0 | 20.2 | 30.3 | 30.3 | 32.2 |
| 1994 | 20.3 | 28.3 | 30.2 | 10.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.2 | 20.2 | 30.3 | 30.2 | 30.3 |
| 1995 | 40.2 | 31.3 | 20.3 | 20.3 | 18.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.3 | 40.3 | 40.3 | 24.3 | 40.3 |
| 1996 | 31.3 | 30.2 | 30.2 | 30.2 | 10.3 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 20.2 | 9.3 | 25.3 | 35.3 | 35.3 |
| 1997 | 45.3 | 45.2 | 20.3 | 20.3 | 9.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.3 | 18.3 | 4.3 | 20.3 | 45.3 |
| 1998 | 25.2 | 20.3 | 9.3 | 12.3 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.3 | 10.3 | 15.2 | 25.2 |
| 1999 | 12.3 | 20.3 | 30.2 | 20.2 | 12.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.3 | 20.2 | 7.3 | 20.2 | 30.2 |
| 2000 | 40.2 | 35.3 | 30.2 | 15.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 8.3 | 20.2 | 30.2 | 40.2 |
| 2001 | 30.3 | 30.3 | 18.2 | 15.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 28.0 | 15.2 | 28.3 | 30.3 |
| 2002 | 15.2 | 15.3 | 30.3 | 10.2 | 7.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.2 | 25.2 | 10.3 | 30.3 |
| 2003 | 30.3 | 35.2 | 20.2 | 15.3 | 0.0 | | | | | | | | |
| EXTR. | 45.3 | 50.3 | 40.3 | 40.2 | 18.2 | 5.3 | 9.3 | 20.4 | 30.2 | 40.3 | 42.6 | 50.1 | 50.3 |
| MED | 26.5 | 28.1 | 25.3 | 14.5 | 3.4 | 0.2 | 0.6 | 2.9 | 5.8 | 15.4 | 21.0 | 26.2 | 28.1 |

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 Hrs. (mm)

Estación: ROSILLAS
 Provincia: ARCE
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 55'
 Long. W.: 64° 46'
 Altura: 2,050 m.s.n.m.

| AÑO | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | MAXIMA |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 1989 | | | | | | | | | | | 18.0 | 14.5 | |
| 1990 | 35.5 | 48.7 | 41.5 | 14.0 | 2.1 | 0.6 | 0.3 | 3.6 | 2.0 | 65.8 | 29.5 | 49.5 | 65.8 |
| 1991 | | 27.3 | 36.5 | 20.4 | 8.4 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 4.5 | 33.0 | 21.0 | 26.3 | |
| 1992 | 54.0 | 40.3 | 43.5 | 1.0 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 5.6 | 20.0 | 20.2 | 21.7 | 54.0 |
| 1993 | 30.0 | 46.2 | 37.4 | 8.0 | 29.2 | 0.0 | 2.0 | | | | | | |
| 1994 | | | | | | | | | | | | | |
| EXTR. | 54.0 | 48.7 | 43.5 | 20.4 | 29.2 | 0.6 | 2.0 | 7.0 | 5.6 | 65.8 | 29.5 | 49.5 | 65.8 |

AÑO HIDROLOGICO PARA PRECIPITACIONES MÁXIMAS

PRECIPITACION MAXIMA DIARIA (mm)

Estación: CAÑAS
 Provincia: ARCE
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 54' 08"
 Long. W.: 64° 51' 03"
 Altura: 2.078 m.s.n.m.

| AÑO | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | MAX |
|---------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-------|
| 77-78 | 34.2 | 31.5 | 43.0 | 27.3 | 25.4 | 91.5 | 11.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.6 | 91.5 |
| 78-79 | 52.3 | 11.4 | 20.2 | 45.7 | 22.6 | 37.8 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 4.3 | 16.5 | 0.9 | 52.3 |
| 79-80 | 14.2 | 38.2 | 36.1 | 24.7 | 23.6 | 38.2 | 26.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 0.0 | 38.2 |
| 80-81 | 32.4 | 30.0 | 36.8 | 38.0 | 60.1 | 28.6 | 25.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.3 | 3.8 | 60.1 |
| 81-82 | 32.3 | 38.6 | 35.2 | 59.6 | 52.6 | 24.7 | 24.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 59.6 |
| 82-83 | 0.8 | 33.4 | 16.6 | 17.1 | 32.3 | 3.1 | 3.6 | 1.6 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 2.2 | 33.4 |
| 83-84 | 12.1 | 14.1 | 16.6 | 48.5 | 28.9 | 28.4 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.6 | 8.5 | 48.5 |
| 84-85 | 0.0 | 0.0 | 23.8 | 28.2 | 29.1 | 25.4 | 10.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.2 | 0.0 | 29.1 |
| 85-86 | 21.4 | 23.1 | 20.6 | 19.4 | 26.9 | 40.1 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.6 | 18.0 | 40.1 |
| 86-87 | 25.4 | 36.2 | 29.6 | 20.2 | 22.4 | 10.8 | 18.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 36.2 |
| 87-88 | 29.4 | 22.1 | 10.6 | 21.4 | 10.4 | 46.8 | 6.9 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 46.8 |
| 88-89 | 14.2 | 15.7 | 38.6 | 25.9 | 16.8 | 20.9 | 7.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.7 | 38.6 |
| 89-90 | 10.6 | 19.6 | 20.2 | 18.2 | 35.2 | 25.1 | 4.2 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | | | 35.2 |
| 90-91 | | | | | | | | | | | | | |
| 91-92 | | | | 20.4 | 65.6 | 25.0 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 7.2 | |
| 92-93 | 15.0 | 15.5 | 20.0 | 50.0 | 20.0 | 44.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 50.0 |
| 93-94 | 10.0 | 10.2 | 40.4 | 32.5 | 24.0 | 22.0 | 1.9 | | | | 0.0 | 18.2 | 40.4 |
| 94-95 | 14.3 | 33.1 | 22.1 | 48.4 | 26.1 | 65.4 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.2 | 65.4 |
| 95-96 | 39.1 | 19.2 | 19.1 | 40.0 | 54.1 | 15.2 | 8.2 | 27.0 | 0.0 | 0.0 | 2.4 | 21.2 | 54.1 |
| 96-97 | 4.2 | 28.0 | 29.0 | 32.1 | 51.2 | 17.3 | 51.0 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.4 | 51.2 |
| 97-98 | 17.4 | 41.2 | 60.0 | 35.0 | 26.0 | 27.2 | 21.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 3.0 | 60.0 |
| 98-99 | 12.6 | 17.6 | 45.0 | 33.2 | 20.2 | 54.0 | 8.2 | 11.0 | 0.0 | 2.2 | 0.6 | 64.4 | 64.4 |
| 99-00 | 29.6 | 15.2 | 53.0 | 122.0 | 35.2 | 63.0 | 11.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 122.0 |
| 00-01 | 14.4 | 22.6 | 32.0 | 35.2 | 24.0 | 25.8 | 20.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 11.0 | 35.2 |
| 01-02 | 19.2 | 47.4 | 33.0 | 28.6 | 41.8 | 43.2 | 9.8 | 1.4 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.2 | 47.4 |
| 02-03 | 37.0 | 24.8 | 10.0 | 87.6 | 22.4 | 37.2 | 13.6 | 1.2 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 87.6 |
| 03-04 | 20.4 | 17.6 | 19.0 | 36.0 | 40.6 | 16.2 | 38.8 | 4.4 | 2.2 | 1.0 | 1.4 | 22.6 | 40.6 |
| 04-05 | 5.6 | 33.6 | 48.2 | 32.0 | 40.0 | 15.2 | 28.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 48.2 |
| 05-06 | 4.0 | 18.4 | 29.0 | 38.6 | 41.2 | 44.4 | 10.8 | 8.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 44.4 |
| 06-07 | 29.7 | 4.3 | 24.3 | 72.1 | 40.0 | 53.8 | 42.8 | 2.3 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 3.4 | 72.1 |
| 07-08 | 40.0 | 20.4 | 15.0 | 26.5 | 25.3 | 19.2 | 6.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 3.6 | 40.0 |
| 08-09 | 20.4 | 21.0 | 73.6 | 34.2 | 30.2 | 40.0 | 12.2 | 2.8 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 21.0 | 73.6 |
| 09-10 | 3.8 | 62.0 | 52.0 | 21.6 | 51.2 | 24.6 | 9.6 | 1.2 | 1.0 | 0.0 | 0.4 | 0.2 | 62.0 |
| MEDIA | 19.9 | 24.7 | 31.4 | 38.1 | 33.3 | 33.6 | 14.6 | 2.2 | 0.2 | 0.4 | 2.6 | 8.3 | 209.3 |
| MAXIMA | 52.3 | 62.0 | 73.6 | 122.0 | 65.6 | 91.5 | 51.0 | 27.0 | 2.2 | 4.3 | 16.6 | 64.4 | 122.0 |
| MINIMA | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 17.1 | 10.4 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 29.1 |

PRECIPITACION MAXIMADIARIA (mm)

Estación: PADCAYA

Lat. S.: 21° 53'

Provincia: ARCE

Long. W.: 64° 43'

Departamento: TARIJA

Altura: 2.010 m.s.n.m.

| AÑO | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | MAX |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 75-76 | 24.7 | 24.9 | 26.9 | 26.3 | 23.9 | 24.6 | 25.9 | 23.2 | | 26.0 | 25.7 | 22.5 | 26.9 |
| 76-77 | 27.4 | 27.0 | | | | | | | | | | | |
| 77-78 | | | | 28.3 | 28.8 | 28.3 | 25.1 | 25.5 | 25.8 | 29.0 | 24.2 | 29.1 | |
| 78-79 | 29.3 | 28.8 | 25.6 | 25.3 | 24.4 | 23.3 | 27.0 | 24.4 | 24.2 | 23.7 | 31.5 | 23.8 | 31.5 |
| 79-80 | 30.7 | 25.5 | 31.1 | 25.5 | 23.9 | 27.1 | 25.5 | 26.5 | 23.3 | 23.3 | 25.7 | 23.7 | 31.1 |
| 80-81 | 25.3 | 24.9 | 27.0 | 26.6 | 27.2 | 26.4 | 26.7 | 27.6 | 24.1 | 20.6 | 21.7 | 22.9 | 27.6 |
| 81-82 | 23.9 | 25.7 | 27.2 | 26.9 | 24.8 | 22.2 | 23.0 | 27.1 | 26.6 | 30.0 | 31.0 | 29.2 | 31.0 |
| 82-83 | 31.5 | 25.9 | 30.5 | 31.1 | 32.0 | 31.4 | 30.8 | 28.4 | 25.2 | 28.3 | 31.8 | 28.4 | 32.0 |
| 83-84 | 32.2 | 25.8 | 27.4 | 29.4 | 30.8 | 28.2 | 24.9 | 25.3 | 22.9 | 23.5 | 23.2 | 25.1 | 32.2 |
| 84-85 | 27.0 | 24.0 | 29.6 | 28.0 | 29.5 | 30.4 | 29.1 | 27.0 | 25.7 | 24.9 | | | 30.4 |
| 85-86 | | | | | 25.3 | 25.1 | 26.9 | 24.6 | 25.1 | 25.5 | 26.7 | 25.1 | |
| 86-87 | 25.2 | 27.9 | 25.4 | 26.1 | 26.9 | 27.5 | 24.8 | 20.2 | 24.4 | 24.5 | 22.4 | 23.0 | 27.9 |
| 87-88 | 23.5 | 25.2 | 24.2 | 26.4 | 21.8 | 25.3 | 21.7 | 17.6 | 20.3 | 17.9 | 23.6 | 21.4 | 26.4 |
| 88-89 | 22.6 | 24.9 | 24.7 | 24.7 | 25.1 | 23.6 | 22.5 | 22.4 | 23.0 | 22.4 | 25.1 | 23.0 | 25.1 |
| 89-90 | 23.9 | 25.9 | 26.3 | 25.9 | 24.9 | 27.6 | 26.0 | 25.3 | 22.7 | 19.1 | 23.9 | 23.8 | 27.6 |
| 90-91 | 26.2 | 25.3 | 26.1 | 24.1 | 23.3 | 23.5 | 25.7 | 26.5 | 23.2 | 24.1 | 23.5 | 25.6 | 26.5 |
| 91-92 | 24.1 | 23.3 | 27.5 | 24.8 | 25.1 | 25.3 | 24.6 | 25.2 | 25.6 | 20.3 | 23.5 | 23.0 | 27.5 |
| 92-93 | 25.4 | 24.2 | 26.5 | 26.1 | 23.8 | 25.5 | 25.3 | 25.2 | 25.0 | 20.4 | 22.7 | 24.3 | 26.5 |
| 93-94 | 25.8 | 26.3 | 24.9 | 25.7 | 24.1 | 23.6 | 23.8 | 26.1 | 25.1 | 24.0 | 25.4 | 27.1 | 27.1 |
| 94-95 | 25.1 | 26.1 | 28.3 | 26.6 | 24.0 | 24.3 | 24.7 | 22.7 | | 25.5 | 24.9 | 24.6 | 28.3 |
| 95-96 | 24.7 | 25.6 | 25.1 | 24.6 | 26.0 | 24.1 | 24.1 | 22.9 | 22.3 | 21.1 | 25.4 | 23.2 | 26.0 |
| 96-97 | 25.3 | 25.6 | 24.9 | 26.6 | 24.6 | 24.4 | 24.9 | 23.9 | 24.4 | 25.6 | 24.6 | 26.3 | 26.6 |
| 97-98 | 26.5 | 25.9 | 27.2 | 28.6 | 24.9 | 25.1 | 23.9 | 23.1 | 23.4 | 23.5 | 23.7 | 22.2 | 28.6 |
| 98-99 | 25.9 | 25.7 | 26.1 | 25.1 | 26.9 | 25.1 | 21.0 | 22.3 | 22.5 | 22.3 | 24.2 | 27.2 | 27.2 |
| 99-00 | 22.4 | 22.9 | 24.5 | 27.1 | 25.2 | 24.2 | 24.0 | 21.5 | 24.4 | 21.5 | 24.4 | 23.4 | 27.1 |
| 00-01 | 26.0 | 25.5 | 25.9 | 27.8 | 26.5 | 26.6 | 24.6 | 23.4 | 22.5 | 24.7 | 27.3 | 23.7 | 27.8 |
| 01-02 | 23.9 | 25.3 | 24.3 | 24.8 | 22.5 | 26.0 | 22.7 | 25.5 | 21.3 | 22.4 | 25.5 | 25.3 | 26.0 |
| 02-03 | 26.3 | 26.4 | 24.7 | 25.9 | 26.4 | 23.5 | 23.6 | 25.0 | | | | | 26.4 |
| MEDIA | 25.9 | 25.6 | 26.5 | 26.5 | 25.7 | 25.6 | 24.9 | 24.4 | 23.9 | 23.6 | 25.3 | 24.7 | 302.5 |
| MAXIMA | 32.2 | 28.8 | 31.1 | 31.1 | 32.0 | 31.4 | 30.8 | 28.4 | 26.6 | 30.0 | 31.8 | 29.2 | 32.2 |
| MINIMA | 22.4 | 22.9 | 24.2 | 24.1 | 21.8 | 22.2 | 21.0 | 17.6 | 20.3 | 17.9 | 21.7 | 21.4 | 25.1 |

PRECIPITACION MAXIMA DIARIA (mm)

Estación: CANCHASMAYU
 Provincia: ARCE
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 53'
 Long. W.: 64° 53'
 Altura: 1,120 m.s.n.m.

| AÑO | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | MAX |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-------|
| 75-76 | 3.7 | 16.3 | 58.2 | 49.2 | 27.2 | 44.2 | 7.2 | 10.2 | 0.0 | 0.0 | 6.0 | 6.4 | 58.2 |
| 76-77 | 4.8 | 23.2 | 40.0 | 45.3 | 40.4 | 28.0 | 26.7 | 2.8 | 0.0 | 0.0 | 7.4 | 15.2 | 45.3 |
| 77-78 | 12.0 | 36.3 | 24.3 | 25.2 | 40.5 | 50.0 | 15.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 50.0 |
| 78-79 | 96.5 | 17.1 | 54.4 | 55.3 | 25.4 | 20.4 | 16.5 | 0.0 | 0.0 | 9.2 | 35.6 | 5.3 | 96.5 |
| 79-80 | 8.4 | 36.5 | 47.1 | 22.1 | 35.3 | 55.4 | 9.6 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 5.5 | 0.0 | 55.4 |
| 80-81 | 60.2 | 18.1 | 36.5 | 95.3 | 60.5 | 26.2 | 50.5 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 5.3 | 5.1 | 95.3 |
| 81-82 | 5.3 | 43.5 | 32.5 | 60.0 | 34.1 | 18.7 | 20.2 | 2.1 | 0.0 | 0.0 | 5.3 | 4.4 | 60.0 |
| 82-83 | 5.2 | 14.4 | 53.8 | 23.0 | 50.8 | 10.5 | 20.5 | 7.8 | 0.0 | 2.8 | 4.7 | 3.3 | 53.8 |
| 83-84 | 7.6 | 29.8 | 24.9 | 60.7 | 26.5 | 25.6 | 10.0 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 17.4 | 7.5 | 60.7 |
| 84-85 | 34.2 | 26.8 | 43.3 | 35.6 | 60.7 | 25.7 | 20.7 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 8.9 | 7.9 | 60.7 |
| 85-86 | 8.5 | 40.0 | 62.3 | 24.3 | 37.7 | 40.0 | 31.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.7 | 16.3 | 62.3 |
| 86-87 | 20.3 | 30.2 | 65.6 | 60.5 | 28.8 | 34.0 | 25.5 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.2 | 65.6 |
| 87-88 | 18.6 | 29.5 | 25.6 | 40.8 | 30.5 | 45.2 | 15.0 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.7 | 45.2 |
| 88-89 | 5.8 | 10.5 | 90.8 | 20.7 | 40.5 | 38.6 | 10.5 | 0.0 | 5.2 | 6.1 | 0.0 | 10.0 | 90.8 |
| 89-90 | 15.0 | 14.5 | 31.2 | 46.0 | 70.0 | 35.5 | 18.6 | 3.9 | 0.0 | 0.0 | 6.5 | 10.0 | 70.0 |
| 90-91 | 56.7 | 87.7 | 40.7 | 69.0 | 40.2 | 28.7 | 27.6 | 9.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.5 | 87.7 |
| 91-92 | 67.8 | 37.0 | 72.5 | 88.5 | 60.5 | 27.6 | 1.0 | 2.5 | 0.0 | 4.1 | 16.2 | 9.3 | 88.5 |
| 92-93 | 20.2 | 58.5 | 40.5 | 40.5 | 40.0 | 40.2 | 18.0 | 18.5 | 0.0 | | | | 58.5 |
| MEDIA | 25.0 | 31.7 | 46.9 | 47.9 | 41.6 | 33.0 | 19.2 | 3.8 | 0.3 | 1.4 | 7.8 | 7.8 | 266.4 |
| MAXIMA | 96.5 | 87.7 | 90.8 | 95.3 | 70.0 | 55.4 | 50.5 | 18.5 | 5.2 | 9.2 | 35.6 | 16.3 | 96.5 |
| MINIMA | 3.7 | 10.5 | 24.3 | 20.7 | 25.4 | 10.5 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 45.2 |

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 Hrs. (mm)

Estación: REJARA
 Provincia: ARCE
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 22° 01'
 Long. W.: 64° 59'
 Altura: 3.000 m.s.n.m.

| AÑO | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | MAX |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-------|
| 80-81 | 5.6 | 4.0 | 20.3 | 22.7 | 30.5 | 24.3 | 40.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 0.0 | 40.2 |
| 81-82 | 8.4 | 20.3 | 28.3 | 30.4 | 40.5 | 36.2 | 12.2 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.5 | 40.5 |
| 82-83 | 4.2 | 8.6 | 9.6 | 13.4 | 13.2 | 4.5 | 5.4 | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.4 | 13.4 |
| 83-84 | 18.6 | 31.2 | 30.5 | 34.2 | 29.2 | 38.5 | 4.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.2 | 4.3 | 38.5 |
| 84-85 | 18.2 | 35.2 | 25.3 | 35.6 | 50.3 | 28.3 | 20.3 | 0.0 | 0.0 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 50.3 |
| 85-86 | 26.2 | 42.6 | 28.3 | 25.3 | 21.2 | 10.2 | 15.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 42.6 |
| 86-87 | 3.2 | 6.1 | 50.1 | 32.3 | 15.2 | 30.1 | 6.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 50.1 |
| 87-88 | 0.0 | 22.1 | 30.2 | 16.1 | 18.2 | 40.3 | 30.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 40.3 |
| 88-89 | 5.2 | 25.2 | 40.3 | 9.3 | 40.3 | 30.2 | 15.2 | 0.0 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 40.3 |
| 89-90 | 20.1 | 20.1 | 23.2 | 20.0 | 34.2 | 20.3 | 6.2 | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 4.2 | 34.2 |
| 90-91 | 12.2 | 30.3 | 30.3 | 24.3 | | | 4.2 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 3.2 | 9.0 | |
| 91-92 | 30.2 | 7.3 | 25.3 | 31.3 | 20.3 | 12.2 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.4 | 9.2 | 31.3 |
| 92-93 | 9.2 | 20.3 | 15.3 | 30.2 | 21.2 | 32.2 | 4.2 | 0.0 | 0.0 | 9.3 | 9.3 | 0.0 | 32.2 |
| 93-94 | 20.2 | 30.3 | 30.3 | 20.3 | 28.3 | 30.2 | 10.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.2 | 30.3 |
| 94-95 | 20.2 | 30.3 | 30.2 | 40.2 | 31.3 | 20.3 | 20.3 | 18.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.3 | 40.2 |
| 95-96 | 40.3 | 40.3 | 24.3 | 31.3 | 30.2 | 30.2 | 30.2 | 10.3 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 20.2 | 40.3 |
| 96-97 | 9.3 | 25.3 | 35.3 | 45.3 | 45.2 | 20.3 | 20.3 | 9.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.3 | 45.3 |
| 97-98 | 18.3 | 4.3 | 20.3 | 25.2 | 20.3 | 9.3 | 12.3 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 25.2 |
| 98-99 | 12.3 | 10.3 | 15.2 | 12.3 | 20.3 | 30.2 | 20.2 | 12.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.3 | 30.2 |
| 99-00 | 20.2 | 7.3 | 20.2 | 40.2 | 35.3 | 30.2 | 15.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 40.2 |
| 00-01 | 8.3 | 20.2 | 30.2 | 30.3 | 30.3 | 18.2 | 15.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 30.3 |
| 01-02 | 28.0 | 15.2 | 28.3 | 15.2 | 15.3 | 30.3 | 10.2 | 7.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.3 |
| 02-03 | 15.2 | 25.2 | 10.3 | 30.3 | 35.2 | 20.2 | 15.3 | 0.0 | | | | | 35.2 |
| MEDIA | 16.6 | 21.3 | 27.1 | 26.6 | 27.2 | 24.4 | 14.1 | 4.0 | 0.3 | 0.5 | 2.5 | 6.9 | 171.6 |
| MAXIMA | 40.3 | 42.6 | 50.1 | 45.3 | 45.2 | 40.3 | 30.2 | 18.2 | 5.3 | 9.3 | 20.4 | 30.2 | 50.1 |
| MINIMA | 0.0 | 4.3 | 10.3 | 9.3 | 15.2 | 9.3 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 25.2 |

DATOS PARA ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

ALTURA DE PRECIPITACION (mm)

Estación: CAÑAS
 Provincia: ARCE
 Departamento: TARJA

Lat. S.: 21° 54' 08"
 Long. W.: 64° 51' 03"
 Altura: 2.078 m.s.n.m.

| AÑO | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | TOTAL |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|-----|------|------|--------|
| 77-78 | 62.7 | 111.0 | 187.7 | 162.7 | 138.8 | 235.9 | 64.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.6 | 973.0 |
| 78-79 | 104.7 | 81.9 | 121.3 | 181.2 | 142.0 | 166.1 | 17.9 | 0.0 | 0.0 | 8.4 | 20.6 | 0.9 | 845.0 |
| 79-80 | 30.0 | 104.1 | 203.2 | 210.1 | 190.9 | 335.8 | 68.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 0.0 | 1144.6 |
| 80-81 | 219.4 | 105.3 | 95.5 | 265.6 | 376.3 | 87.7 | 108.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 25.8 | 3.8 | 1288.0 |
| 81-82 | 32.3 | 157.0 | 90.8 | 225.6 | 131.3 | 90.7 | 51.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 783.5 |
| 82-83 | 0.8 | 46.6 | 80.5 | 61.8 | 137.1 | 4.1 | 8.1 | 2.9 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 2.2 | 345.7 |
| 83-84 | 12.7 | 49.2 | 72.7 | 309.9 | 208.2 | 169.2 | 25.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.6 | 9.3 | 873.2 |
| 84-85 | 0.0 | 0.0 | 84.2 | 121.8 | 168.3 | 79.2 | 20.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.5 | 0.0 | 486.3 |
| 85-86 | 51.8 | 108.3 | 155.8 | 42.9 | 155.3 | 98.6 | 39.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.2 | 37.8 | 696.5 |
| 86-87 | 42.8 | 125.5 | 174.0 | 138.8 | 105.8 | 52.5 | 20.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 659.5 |
| 87-88 | 53.1 | 74.0 | 57.0 | 131.5 | 69.1 | 268.2 | 12.7 | 1.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 14.2 | 681.0 |
| 88-89 | 40.0 | 33.3 | 196.2 | 93.4 | 66.0 | 79.3 | 12.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.2 | 532.8 |
| 89-90 | 20.6 | 64.4 | 62.6 | 79.8 | 145.8 | 69.6 | 14.3 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | | | |
| 90-91 | | | | | | | | | | | | | |
| 91-92 | | | | 115.9 | 157.6 | 47.7 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 7.2 | |
| 92-93 | 15.0 | 57.6 | 50.6 | 153.0 | 69.1 | 194.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 542.6 |
| 93-94 | 13.0 | 48.8 | 66.6 | 104.7 | 129.0 | 68.7 | 3.6 | | | | 0.0 | 48.5 | |
| 94-95 | 59.8 | 161.5 | 84.5 | 195.0 | 113.1 | 267.2 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.4 | 893.6 |
| 95-96 | 106.8 | 58.8 | 99.2 | 183.6 | 152.7 | 106.9 | 33.9 | 51.5 | 0.0 | 0.0 | 2.4 | 21.2 | 817.0 |
| 96-97 | 12.6 | 77.5 | 162.0 | 116.2 | 168.0 | 119.6 | 56.5 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.7 | 728.4 |
| 97-98 | 28.4 | 54.7 | 138.4 | 90.1 | 77.3 | 51.4 | 49.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 3.0 | 494.6 |
| 98-99 | 37.2 | 84.6 | 130.2 | 175.8 | 99.8 | 166.6 | 23.0 | 15.6 | 0.0 | 2.2 | 0.6 | 89.1 | 824.7 |
| 99-00 | 108.6 | 88.3 | 148.0 | 348.2 | 117.7 | 177.5 | 23.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 1013.6 |
| 00-01 | 37.9 | 110.8 | 126.5 | 121.4 | 170.4 | 94.2 | 48.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 14.4 | 725.2 |
| 01-02 | 72.3 | 94.8 | 168.6 | 132.5 | 162.4 | 133.2 | 22.5 | 1.4 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 0.2 | 788.7 |
| 02-03 | 225.8 | 65.8 | 32.4 | 218.8 | 81.7 | 271.6 | 17.8 | 2.6 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 918.8 |
| 03-04 | 99.0 | 45.2 | 89.0 | 177.0 | 195.9 | 111.9 | 85.6 | 9.0 | 2.4 | 1.8 | 2.0 | 50.9 | 869.7 |
| 04-05 | 11.4 | 75.8 | 206.7 | 89.8 | 198.0 | 95.1 | 35.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 713.0 |
| 05-06 | 10.4 | 56.5 | 137.2 | 186.6 | 171.6 | 161.2 | 46.2 | 14.4 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 785.1 |
| 06-07 | 126.9 | 27.6 | 111.5 | 260.1 | 112.7 | 172.2 | 59.0 | 5.3 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 7.4 | 883.1 |
| 07-08 | 86.0 | 68.8 | 75.8 | 149.0 | 132.1 | 123.0 | 24.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 3.6 | 662.5 |
| 08-09 | 30.4 | 77.0 | 386.8 | 121.6 | 128.3 | 202.2 | 47.6 | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 21.0 | 1024.7 |
| 09-10 | 4.4 | 190.8 | 215.6 | 123.8 | 210.2 | 72.8 | 17.0 | 1.2 | 1.0 | 0.0 | 0.4 | 0.5 | 837.7 |
| MEDIA | 56.7 | 80.8 | 129.4 | 159.0 | 146.3 | 136.7 | 33.2 | 3.8 | 0.2 | 0.6 | 3.2 | 12.4 | 787.3 |
| MAXIMA | 225.8 | 190.8 | 386.8 | 348.2 | 376.3 | 335.8 | 108.6 | 51.5 | 2.4 | 8.4 | 25.8 | 89.1 | 1288.0 |
| MINIMA | 0.0 | 0.0 | 32.4 | 42.9 | 66.0 | 4.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 345.7 |

ALTURA DE PRECIPITACION (mm)

Estación: REJARA
 Provincia: ARCE
 Departamento: TARIJA

Lat. S.: 22° 01'
 Long. W.: 64° 59'
 Altura: 3.000 m.s.n.m.

| AÑO | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | TOTAL |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|-----|------|-------|--------|
| 80-81 | 13.3 | 7.0 | 113.8 | 322.6 | 568.3 | 148.6 | 89.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 0.0 | 1265.3 |
| 81-82 | 21.9 | 94.9 | 190.7 | 307.6 | 503.8 | 263.7 | 75.7 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.9 | 1479.7 |
| 82-83 | 6.6 | 38.5 | 113.2 | 181.0 | 102.9 | 22.5 | 21.9 | 9.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.6 | 499.7 |
| 83-84 | 22.8 | 103.6 | 169.3 | 424.4 | 185.2 | 473.7 | 9.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 41.4 | 4.3 | 1434.6 |
| 84-85 | 46.7 | 215.6 | 181.3 | 242.7 | 336.2 | 198.6 | 72.1 | 0.0 | 0.0 | 7.7 | 0.0 | 0.0 | 1300.9 |
| 85-86 | 231.1 | 853.2 | 389.2 | 322.5 | 303.9 | 101.0 | 56.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2257.0 |
| 86-87 | 3.2 | 49.7 | 541.4 | 346.5 | 92.2 | 40.7 | 8.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1082.2 |
| 87-88 | 0.0 | 108.8 | 151.4 | 115.8 | 126.1 | 215.7 | 107.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 829.0 |
| 88-89 | 7.6 | 139.2 | 436.5 | 43.9 | 118.2 | 114.9 | 44.6 | 0.0 | 9.5 | 0.0 | 0.0 | 3.5 | 917.9 |
| 89-90 | 45.0 | 110.0 | 206.0 | 106.4 | 228.3 | 180.1 | 10.4 | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 4.2 | 900.8 |
| 90-91 | 66.6 | 176.4 | 161.8 | 174.2 | | | 7.5 | 4.3 | 0.0 | 0.0 | 3.2 | 9.0 | |
| 91-92 | 81.9 | 37.5 | 75.4 | 368.3 | 162.6 | 75.3 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.4 | 15.4 | 840.0 |
| 92-93 | 16.6 | 153.4 | 105.3 | 230.1 | 140.2 | 499.4 | 8.8 | 0.0 | 0.0 | 9.3 | 9.3 | 0.0 | 1172.4 |
| 93-94 | 40.2 | 151.4 | 213.3 | 197.6 | 328.8 | 198.6 | 39.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 112.7 | 1281.6 |
| 94-95 | 98.4 | 188.0 | 289.0 | 436.8 | 320.8 | 169.8 | 157.4 | 27.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.3 | 1696.2 |
| 95-96 | 47.7 | 181.9 | 260.6 | 321.8 | 189.6 | 293.8 | 118.3 | 29.8 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 56.4 | 1505.1 |
| 96-97 | 16.4 | 188.6 | 262.0 | 324.0 | 319.0 | 196.5 | 78.0 | 19.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 18.9 | 1423.1 |
| 97-98 | 22.6 | 23.8 | 66.8 | 123.2 | 200.2 | 45.9 | 25.0 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 512.8 |
| 98-99 | 106.0 | 93.8 | 88.3 | 178.2 | 181.9 | 360.1 | 219.7 | 23.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 18.5 | 1270.3 |
| 99-00 | 72.0 | 43.0 | 73.3 | 367.5 | 181.3 | 248.1 | 97.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 1087.3 |
| 00-01 | 19.9 | 75.9 | 180.6 | 249.2 | 362.8 | 136.3 | 98.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 | 1125.6 |
| 01-02 | 47.9 | 83.7 | 207.9 | 107.8 | 177.9 | 270.3 | 45.3 | 25.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 965.8 |
| 02-03 | 99.9 | 157.2 | 96.3 | 235.1 | 151.6 | 199.0 | 71.2 | 0.0 | | | | | |
| MEDIA | 49.3 | 142.4 | 198.8 | 249.0 | 240.1 | 202.4 | 63.7 | 6.7 | 0.4 | 0.8 | 4.0 | 12.8 | 1183.2 |
| MAXIMA | 231.1 | 853.2 | 541.4 | 436.8 | 568.3 | 499.4 | 219.7 | 29.8 | 9.5 | 9.3 | 41.4 | 112.7 | 2257.0 |
| MINIMA | 0.0 | 7.0 | 66.8 | 43.9 | 92.2 | 22.5 | 3.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 499.7 |

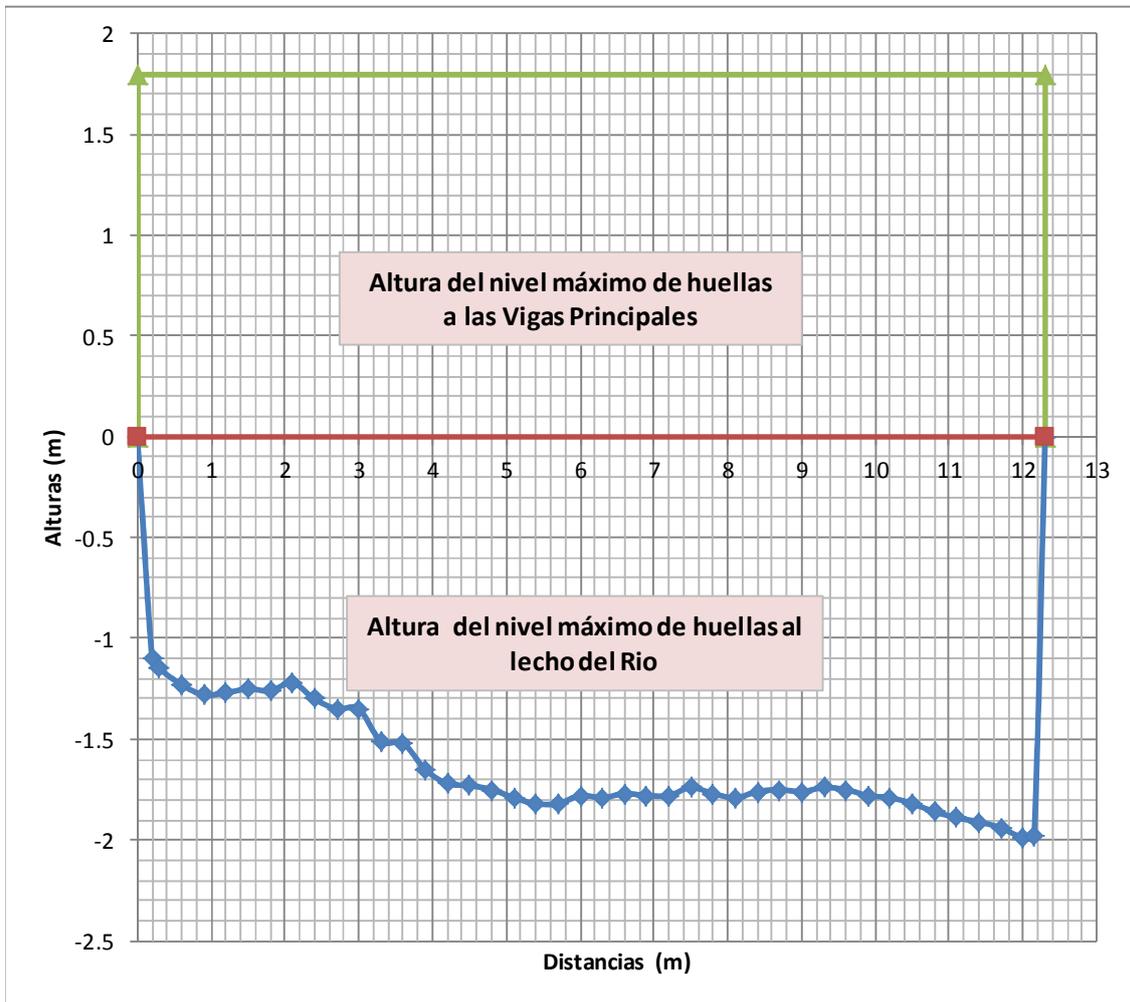
ANEXO III

Método de pendiente sección

Puente Rosillas

| Distancias (m) | Alturas (m) |
|----------------|-------------|
| 0 | 0 |
| 0.20 | -1.10 |
| 0.30 | -1.15 |
| 0.60 | -1.23 |
| 0.90 | -1.28 |
| 1.20 | -1.27 |
| 1.50 | -1.25 |
| 1.80 | -1.26 |
| 2.10 | -1.22 |
| 2.40 | -1.30 |
| 2.70 | -1.35 |
| 3.00 | -1.35 |
| 3.30 | -1.51 |
| 3.60 | -1.52 |
| 3.90 | -1.65 |
| 4.20 | -1.72 |
| 4.50 | -1.73 |
| 4.80 | -1.75 |
| 5.10 | -1.79 |
| 5.40 | -1.82 |
| 5.70 | -1.82 |
| 6.00 | -1.78 |
| 6.30 | -1.79 |
| 6.60 | -1.77 |
| 6.90 | -1.78 |
| 7.20 | -1.78 |
| 7.50 | -1.74 |
| 7.80 | -1.77 |
| 8.10 | -1.79 |
| 8.40 | -1.76 |
| 8.70 | -1.75 |
| 9.00 | -1.76 |
| 9.30 | -1.74 |
| 9.60 | -1.75 |
| 9.90 | -1.78 |
| 10.20 | -1.79 |
| 10.50 | -1.82 |
| 10.80 | -1.86 |
| 11.10 | -1.89 |
| 11.40 | -1.91 |
| 11.70 | -1.94 |
| 12.00 | -1.99 |
| 12.15 | -1.98 |
| 12.30 | 0 |

Grafico de Máximas Llegadas de Caudal Método de Huellas Puentes Rosillas



Calculo del caudal por el método de huellas



Con Ayuda del Auto CAD

Calculo del Caudal

Área = 23.80 m²
Perímetro= 17.23 m
Pendiente= 0.019 m/m
n= 0.044

$$Q_{\max} = \frac{A * \left[\frac{A}{P} \right]^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Q_{MAX} = 92.48 m³/s

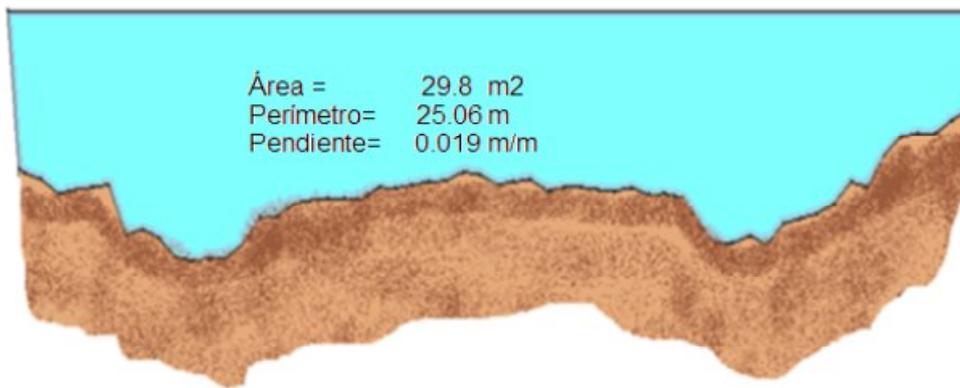
Y_{max}= 1.68 m

Lugar de Estudio

| Distancias (m) | Alturas (m) |
|----------------|-------------|
| 0 | 0 |
| 0.20 | -1.43 |
| 0.30 | -1.47 |
| 0.60 | -1.52 |
| 0.90 | -1.63 |
| 1.20 | -1.60 |
| 1.50 | -1.58 |
| 1.80 | -1.56 |
| 2.10 | -1.96 |
| 2.40 | -1.91 |
| 2.70 | -1.98 |
| 3.00 | -1.99 |
| 3.30 | -2.10 |
| 3.60 | -2.14 |
| 3.90 | -2.13 |
| 4.20 | -2.02 |
| 4.50 | -1.82 |
| 4.80 | -1.82 |
| 5.10 | -1.71 |
| 5.40 | -1.68 |
| 5.70 | -1.67 |
| 6.00 | -1.67 |
| 6.30 | -1.68 |
| 6.60 | -1.58 |
| 6.90 | -1.59 |
| 7.20 | -1.56 |
| 7.50 | -1.54 |

| | |
|-------|-------|
| 7.80 | -1.53 |
| 8.10 | -1.46 |
| 8.40 | -1.48 |
| 8.70 | -1.56 |
| 9.00 | -1.54 |
| 9.30 | -1.52 |
| 9.60 | -1.61 |
| 9.90 | -1.58 |
| 10.20 | -1.58 |
| 10.50 | -1.60 |
| 10.80 | -1.61 |
| 11.10 | -1.58 |
| 11.40 | -1.64 |
| 11.70 | -1.63 |
| 12.00 | -1.66 |
| 12.30 | -1.88 |
| 12.60 | -1.82 |
| 12.90 | -1.82 |
| 13.20 | -1.96 |
| 13.50 | -2.03 |
| 13.80 | -1.87 |
| 14.10 | -1.83 |
| 14.40 | -1.79 |
| 14.70 | -1.71 |
| 15.00 | -1.54 |
| 15.30 | -1.58 |
| 15.60 | -1.33 |
| 15.90 | -1.18 |
| 16.20 | -1.16 |
| 16.50 | -1.16 |
| 16.80 | -1.05 |
| 17.10 | -0.98 |
| 17.10 | 0 |

Grafico de Máximas Llegadas de Caudal Método de Huellas Puentes Rosillas



Con Ayuda del Auto CAD

Área = 29.8 m²
 Perímetro = 25.06 m
 Pendiente = 0.019 m/m
 n = 0.044

$$Q_{\max} = \frac{A * \left[\frac{A}{P} \right]^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Q_{MAX} = 104.78 m³/s
Y_{max} = 1.75 m

ANEXO IV

MÉTODO RACIONAL MODIFICADO TEMEZ

Caudales Máximos .- se basa en el método racional, aplicable a pequeñas cuencas. Pero con una serie de modificaciones que aplican su rango validez hasta los 3000 Km²

Método racional Modificado de temez

El método racional supone que el caudal máximo es el generado por una lluvia de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca. De tal forma que:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6} \cdot K$$

Donde

- Q= caudal pico en m³/s
- C= coeficiente de escorrentía
- I= intensidad de la tormenta
- A= superficie de la cuenca en Km²
- K= coeficiente de uniformidad

$$T_c = 0.738 \text{ hrs}$$

Precipitación diaria

Para tener en cuenta la no uniformidad espacial de la lluvia, hay que afectarla por un coeficiente de reducción areal si la superficie de la cuenca es mayor de 1 km². este coeficiente tiene por expresión:

$$K_A = 1 - \frac{\text{Log. } A}{15}$$

Donde

A= es la superficie de la cuenca en Km²

$$A = 21.12 \text{ km}^2$$

$$K_a = 0.91$$

Tormenta de diseño

La curva intensidad-duración-frecuencia tiene la siguiente expresión:

$$\frac{IT}{ID} = \left(\frac{It}{ID} \right)^{\frac{28^{0.1} - Tc^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Donde:

- IT= intensidad media de la tormenta de diseño en mm/h.
ID= intensidad media diaria en mm/h
It= intensidad media de la tormenta de 1 hora de duración
Tc= duración de la tormenta de diseño e igual al tiempo de concentración

Pata T = 100 años

Del calculo de intensidades de diseño:

| | |
|--------------------------------|----------|
| Altura de lluvia máxima diaria | 80.51 mm |
| Afectada por KA | 73.40 |
| Tiempo (un día): | 24 hrs |

Calculamos: ID = 3.06 hrs

De la ecuación IDT calibrada para la cuenca:

Para T = 100 años:

$$y = 49,767x^{-0,796}$$
$$R^2 = 1$$

| | |
|-------------------|-------|
| Tiempo (un hora): | 1 hrs |
|-------------------|-------|

Calculamos: I1 = 49.77 hrs

It = 61.46 mm/hr

Coefficiente de escorrentía

Para obtener el coeficiente de escorrentía, el método de Temes utiliza el método de la infiltración del Soil Conservation Service, de tal forma que el coeficiente de escorrentía depende tanto del parámetro del modelo de infiltración como de la magnitud del aguacero. el resultado es:

Donde

$$C = \frac{\left(\frac{Pd}{Po} - 1\right) \cdot \left(\frac{Pd}{Po} + 23\right)}{\left(\frac{Pd}{Po} + 11\right)^2}$$

Pd= precipitación diaria en mm
Po= umbral de escorrentía en mm

Para T = 100 años:

$$Pd = 73.40 \text{ mm}$$

Calculo del Umbral de Escorrentía:

$$Po = 0,25$$

Calculo del Numero de Curva

Grupos hidrológicos de suelos

| Grupo de suelos | Descripción de las características del suelo |
|-----------------|--|
| A | Suelo con bajo potencial de escurrimiento, incluye arenas profundas con muy poco limo y arcilla; también suelo permeable con grava en el perfil. Infiltración básica 8-12 mm hr ⁻¹ . |
| B | Suelos con moderadamente bajo potencial de escurrimiento. Son suelos arenosos menos profundos y más agregados que el grupo A. Este grupo tiene una infiltración mayor que el promedio cuando húmedo. Ejemplos: suelos migajones, arenosos ligeros y migajones limosos. Infiltración básica 4-8 mm hr ⁻¹ . |
| C | Suelos con moderadamente alto potencial de escurrimiento. Son suelos someros y suelos con considerable contenido de arcilla, pero menos que el grupo D. Este grupo tiene una infiltración menor que la promedio después de saturación. Ejemplo: suelos migajones arcillosos. Infiltración básica 1-4 mm hr ⁻¹ . |
| D | Suelos con alto potencial de escurrimiento. Por ejemplo, suelos pesados, con alto contenido de arcillas expandibles y suelos someros con materiales fuertemente cementados. Infiltración básica menor 1 mm hr ⁻¹ . |

TABLA 1

Condición hidrológica por uso de suelo

| Uso del suelo | Condición hidrológica |
|----------------------|---|
| Pastos naturales | Pastos en condiciones malas, dispersos, fuertemente pastoreados con menos que la mitad del área total con cobertura vegetal. Pastos en condiciones regulares, moderadamente pastoreados con la mitad o las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal. Pastos en buenas condiciones, ligeramente pastoreados y con mas de las tres cuartas partes del área total con cubierta vegetal. |
| Áreas boscosas | Áreas en condiciones malas, tienen árboles dispersos y fuertemente pastoreados sin crecimiento rastrero. Áreas de condiciones regulares, son moderadamente pastoreadas y con algo de crecimiento. Áreas buenas, están densamente pobladas y sin pastorear. |
| Pastizales mejorados | Pastizales mezclados con leguminosas sujetas a un cuidadoso sistema de manejo de pastoreo. Son considerados como buenas condiciones hidrológicas. |
| Rotación de praderas | Praderas densas, moderadamente pastoreadas, usadas en una bien planeada rotación de cultivos y praderas son considerados como que están en buenas condiciones hidrológicas. Áreas con material disperso, sobrepastoreado son considerados como malas condiciones hidrológicas. |
| Cultivos | Condiciones hidrológicas buenas se refieren a cultivos los cuales forman parte de una buena rotación de cultivos (cultivos de escarda, praderas, cultivos tupidos). Condiciones hidrológicas malas se refiere a cultivos manejados basándose en monocultivos. |

TABLA 2

Condición antecedente de humedad

| Condición de humedad antecedente | Precipitación acumulada de los 5 días previos al evento en consideración (mm) |
|----------------------------------|---|
| I | < 12.7 |
| II | 12.7 - 38.1 |
| III | > 38.1 |

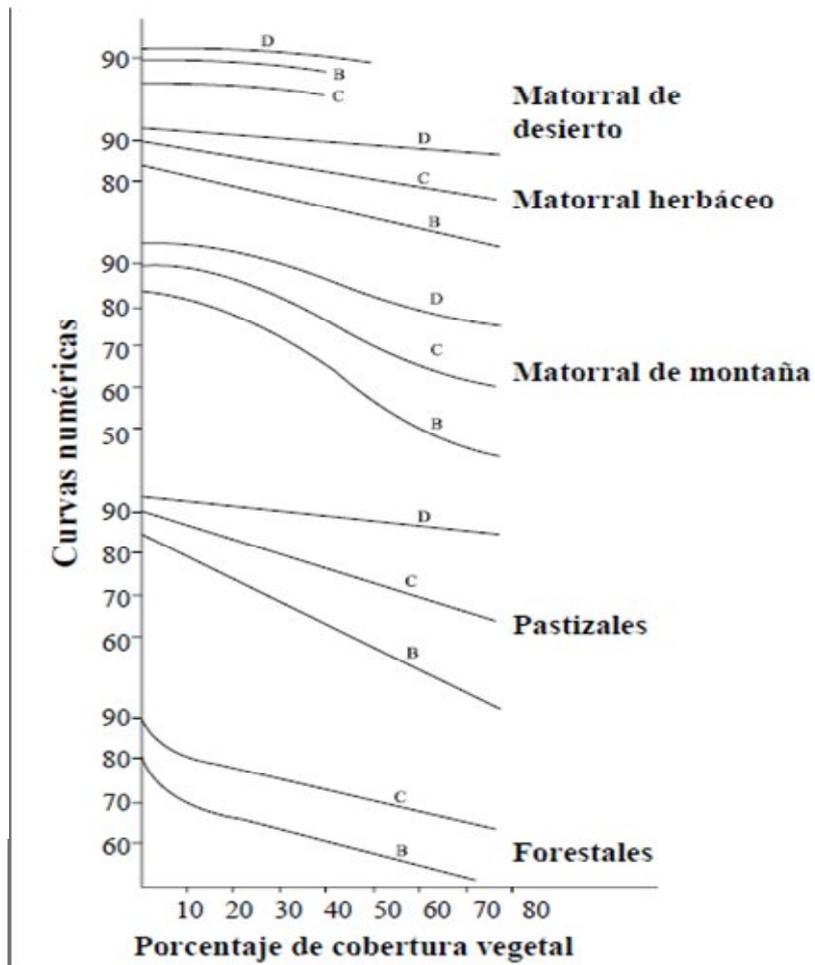
$$CN(I) = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(I)} \quad CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

Valores CN para estimar Q bajo diferentes complejos
suelo-manejo y cobertura (CNII, $la=0.2 \cdot S$)

TABLA 4

| Uso del suelo | Cobertura | | Grupo de suelos | | | |
|--|--------------------------|-----------------------|-----------------|----|----|----|
| | Tratamiento o práctica | Condición hidrológica | A | B | C | D |
| | | | Curva numérica | | | |
| Suelo en descanso | Surcos rectos | | 77 | 86 | 91 | 94 |
| Cultivo de escarda | Surcos rectos | Mala | 71 | 81 | 88 | 91 |
| | Surcos rectos | Buena | 67 | 78 | 85 | 89 |
| | Curva a nivel | Mala | 70 | 79 | 84 | 88 |
| | Curva a nivel | Buena | 65 | 75 | 82 | 86 |
| | Terraza y curva a nivel | Mala | 66 | 74 | 80 | 82 |
| | Terraza y curva a nivel | Buena | 62 | 71 | 78 | 81 |
| Cultivos tupidos | Surcos rectos | Mala | 65 | 76 | 84 | 88 |
| | Surcos rectos | Buena | 63 | 75 | 83 | 87 |
| | Curva a nivel | Mala | 63 | 74 | 82 | 85 |
| | Curva a nivel | Buena | 61 | 73 | 81 | 84 |
| | Terraza y curva a nivel | Mala | 61 | 72 | 79 | 82 |
| | Terraza y curva a nivel | Buena | 59 | 70 | 78 | 81 |
| Leguminosas en hilera o traje en rotación | Surcos rectos | Mala | 66 | 77 | 85 | 85 |
| | Surcos rectos | Buena | 58 | 72 | 81 | 85 |
| | Curva a nivel | Mala | 64 | 75 | 83 | 85 |
| | Curva a nivel | Buena | 55 | 69 | 78 | 83 |
| | Terraza y curva a nivel | Mala | 63 | 73 | 80 | 83 |
| | Terraza y curva a nivel | Buena | 51 | 67 | 76 | 80 |
| Pastizales | Sin tratamiento mecánico | Mala | 68 | 79 | 86 | 89 |
| | Sin tratamiento mecánico | Regular | 49 | 69 | 79 | 84 |
| | Sin tratamiento mecánico | Buena | 39 | 61 | 74 | 80 |
| | Curva a nivel | Mala | 47 | 67 | 81 | 88 |
| | Curva a nivel | Regular | 25 | 59 | 75 | 83 |
| | Curva a nivel | Buena | 6 | 35 | 70 | 79 |
| Pasto de corte | | Buena | 30 | 58 | 71 | 78 |
| Bosque | | Mala | 45 | 66 | 77 | 83 |
| | | Regular | 36 | 60 | 73 | 79 |
| | | Buena | 25 | 55 | 70 | 77 |
| Caminos de tierra | | Buena | 72 | 82 | 87 | 89 |
| Caminos pavimentados | | Buena | 74 | 84 | 90 | 92 |

Variación de CN para diferentes usos de suelo y porcentaje de cobertura vegetal



| Zona | Cubierta | Pendiente (%) | Área(ha) | Área(%) |
|------|---|---------------|----------|---------|
| 1 | Uso Agrícola (Suelo muy permeable) | 9 | 1142.8 | 54.0 |
| 2 | Pastizales (Suelo medianamente permeable) | 20 | 398.5 | 18.8 |
| 3 | suelos pesados con alto contenido de arcillas (Suelo casi impermeable) | 35 | 576.8 | 27.2 |

Área Total= 2118.1 100.0

Características de las zonas de la cuenca del río Rosillas

| Zona | Uso del Suelo | condición Hidrológica | Grupo de Suelo |
|------|---------------|-----------------------|----------------|
| 1 | Uso agrícola | Mala | A |
| 2 | Pastizales | Regular | B |
| 3 | - | --- | D |

Valores de CN para diferentes zonas de la cuenca del río Rosillas

| Zona | Área (has) | CN (II) | CHA | S |
|------|------------|---------|-----|-------|
| 1 | 1142.8 | 65 | II | 136.8 |
| 2 | 398.5 | 69 | II | 114.1 |
| 3 | 576.8 | 72 | II | 98.8 |

Calculo de Escorrimento medio ponderado de la cuenca del río

| Zona | Área (Km2) | S (mm) | Po | C | K | It | Q (m3/s) |
|---------------|---------------|--------|-------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 1 | 11.428 | 136.77 | 27.35 | 0.23 | 1.05 | 61.46 | 47.30 |
| 2 | 3.985 | 114.12 | 22.82 | 0.29 | 1.05 | 61.46 | 20.53 |
| 3 | 5.768 | 98.78 | 19.76 | 0.34 | 1.05 | 61.46 | 34.64 |
| Total= | 21.181 | | | 0.28 | 1.05 | 61.46 | 106.31 |

Donde:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

S = Potencial máximo de retención (mm)

CN = Curvas numéricas ajustadas por humedad (adimensio) 68.66

$$S = 115.94 \text{ mm}$$

$$P_o = 23.19 \text{ mm}$$

$$C = 0.28$$

El umbral de escorrenría es el parámetro de todo modelo de infiltración. Este parámetro se encuentra tabulado y es función de la vegetación (o uso del suelo). La pendiente y el tipo de suelo

v) Coficiente de uniformidad

El coeficiente de uniformidad K viene dado por la ecuación:

$$K = 1 + \frac{T_C^{1.25}}{T_C^{1.25} + 14} \quad (7)$$

que es función del tiempo de concentración, y tiene en cuenta el error introducido en la hipótesis de uniformidad temporal de la precipitación a medida que crece el tamaño de la cuenca.

$$K = 1.05$$

3.2.3.- Método Racional Modificado de Témez

El método racional supone que el caudal máximo es el generado por la lluvia de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca. De tal forma que:

$$Q = \frac{C I A}{3,6} K \quad (2)$$

donde:

Q = caudal pico en m³/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de la tormenta de diseño en mm/h

A = superficie de la cuenca en km²

K = coeficiente de uniformidad

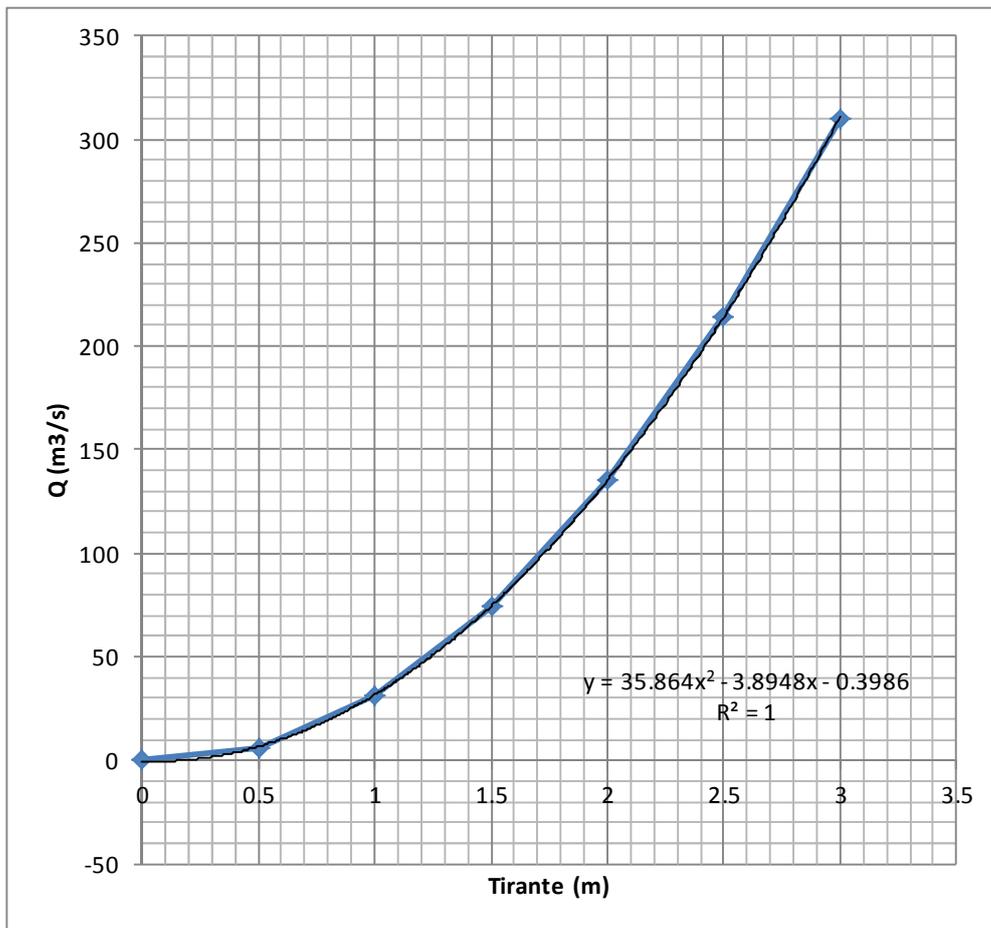
| | |
|------|-----------------------|
| C = | 0.28 |
| It = | 61.46 mm/hr |
| A = | 21.12 km ² |
| K = | 1.05 |

| | |
|---------------------------------------|-------------------|
| Q Max = 106.31 m³/s | Para T = 100 años |
|---------------------------------------|-------------------|

ANEXO V

Características de la sección

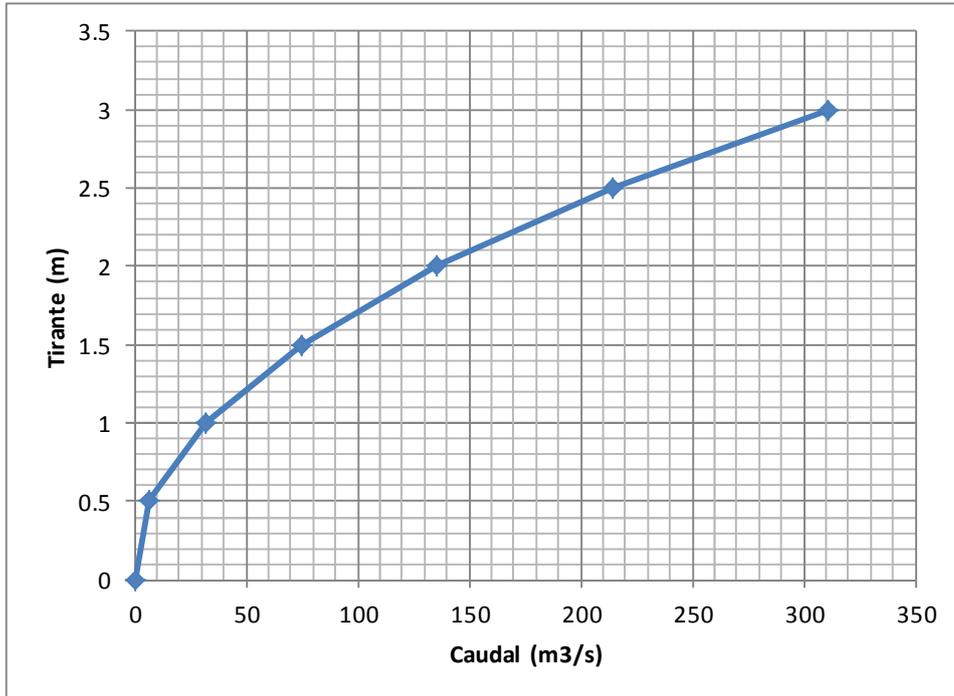
| Y | A | P | R | n | So | Q |
|-------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.500 | 4.371 | 15.074 | 0.290 | 0.044 | 0.019 | 5.999 |
| 1.000 | 13.047 | 19.226 | 0.679 | 0.044 | 0.019 | 31.563 |
| 1.500 | 23.409 | 22.844 | 1.025 | 0.044 | 0.019 | 74.539 |
| 2.000 | 35.579 | 26.607 | 1.337 | 0.044 | 0.019 | 135.285 |
| 2.500 | 49.549 | 30.510 | 1.624 | 0.044 | 0.019 | 214.464 |
| 3.000 | 65.472 | 35.173 | 1.861 | 0.044 | 0.019 | 310.368 |



$$y = 35.86x^2 - 3.894x - 0.398$$

$$R^2 = 1$$

y= 1.800 m tirante por el metodo de Huellas
Q= 108.7792 m³/s



$$y = -2E-05x^2 + 0.013x + 0.518$$

$$R^2 = 0.993$$

| | |
|--------------|-------------|
| Q50= | 101.67 m³/s |
| Q100= | 109.83 m³/s |
| Q200= | 117.99 m³/s |
| Q500= | 128.78 m³/s |

| | |
|--------------|---------|
| Y50= | 1.690 m |
| Y100= | 1.780 m |
| Y200= | 1.850 m |
| Y500= | 1.930 m |

ANEXO VI

SOCAVACION

PROYECTO : PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RIO CABILDITO
DEPARTAMENTO: TARIJA PROVINCIA ARCE DISTRITO DOS CRUCE ROSILLA
COMUNIDAD : CRUCE ROSILLAS

SOCAVACION :

La socavación que se produce en un río no puede ser calculada con exactitud, solo estimada, muchos factores intervienen

en la ocurrencia de este fenómeno, tales como:

- El caudal
- Tamaño y conformación del material del cauce
- Cantidad de transporte de sólidos

Las ecuaciones que se presentan a continuación son una guía para estimar la geometría hidráulica del cauce de un río. Las

mismas están en función del material del cauce.

SOCAVACION GENERAL DEL CAUCE:

Es aquella que se produce a todo lo ancho del cauce cuando ocurre una crecida debido al efecto hidráulico de un estrechamiento de la sección; la degradación del fondo de cauce se detiene cuando se alcanzan nuevas condiciones de equilibrio por disminución de la velocidad, a causa del aumento de la sección transversal debido al proceso de erosión.

Para la determinación de la socavación general se empleara el criterio de **Lischtvan - Levediev** :

Velocidad erosiva que es la velocidad media que se requiere para degradar el fondo esta dado por las siguientes expresiones:

$$V_e = 0.60 g_d^{1.18} b H_s^x \quad ; \text{ m/seg} \quad \text{suelos cohesivos}$$

$$V_c = 0.68 b d_m^{0.28} H_s^x \quad ; \text{ m/seg} \quad \text{suelos no cohesivos}$$

En donde:

V_e = velocidad media suficiente para degradar el cauce en m/seg.

g_d = peso volumétrico del material seco que se encuentra a una profundidad H_s , medida desde la superficie del agua (Ton/m³)

b = coeficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida que se estudia. Ver tabla N° 3

x = es un exponente variable que esta en función del peso volumétrico g_s del material seco (Ton/m³)

H_s = tirante considerado, a cuya profundidad se desea conocer que valor de V_e se requiere para arrastrar y levantar al material (m)

d_m = es el diámetro medio (en mm) de los granos del fondo obtenido según la expresión.

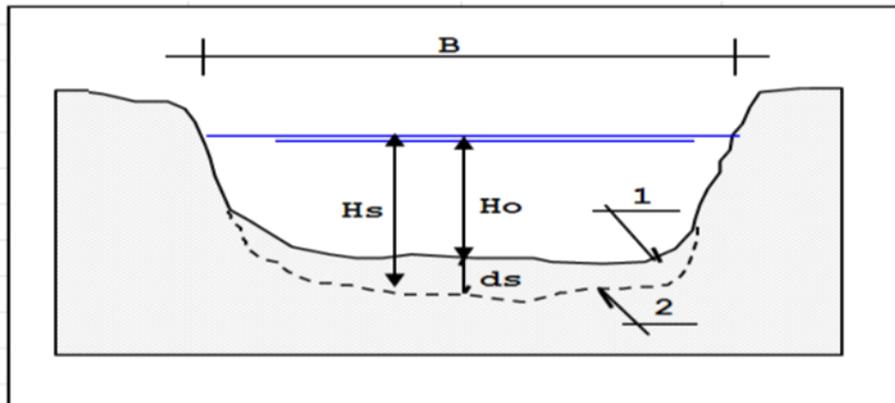
$$d_m = 0.01 \sum d_i p_i$$

en el cual

d_i = diámetro medio, en mm, de una fracción en la curva granulométrica de la muestra total que se analiza

p_i = peso de esa misma porción, comparada respecto al peso total de la muestra. Las fracciones

escogidas no deben ser iguales entre si.



(1) - Perfil antes de la erosión.

(2) - Perfil después de la erosión

La condición de equilibrio se logra cuando la velocidad real y la velocidad erosiva son iguales

Cálculo de la profundidad de la socavación en suelos homogéneos:

Suelos cohesivos:

$$H_s = \left[\frac{a H_o^{5/3}}{0.60b g_d^{1.18}} \right]^{1/(1+x)}$$

Suelos no cohesivos:

$$H_s = \left[\frac{a H_o^{5/3}}{0.68b d_m^{0.28}} \right]^{1/(1+x)}$$

Donde:

$$a = Q_d / (H_m^{5/3} B_e m)$$

Q_d = caudal de diseño (m³/seg)

B_e = ancho efectivo de la superficie del líquido en la sección transversal

m = coeficiente de contracción. Ver tabla N° 1

H_m = profundidad media de la sección = Area / B_e

x = exponente variable que depende del diámetro del material y se encuentra en la tabla N° 2

d_m = diámetro medio (mm)

TABLA N° 1
COEFICIENTE DE CONTRACCION, **m**

| Velocidad media en la sección, en m/seg | Longitud libre entre dos estribos | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 10 | 13 | 16 | 18 | 21 | 25 | 30 | 42 | 52 | 63 | 106 | 124 | 200 |
| Menor de 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 1.00 | 0.96 | 0.97 | 0.98 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 1.50 | 0.94 | 0.96 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.98 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 2.00 | 0.93 | 0.94 | 0.95 | 0.96 | 0.97 | 0.97 | 0.98 | 0.98 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 1.00 |
| 2.50 | 0.90 | 0.93 | 0.94 | 0.95 | 0.96 | 0.96 | 0.97 | 0.98 | 0.98 | 0.99 | 0.99 | 0.99 | 1.00 |
| 3.00 | 0.89 | 0.91 | 0.93 | 0.94 | 0.95 | 0.96 | 0.96 | 0.97 | 0.98 | 0.98 | 0.99 | 0.99 | 0.99 |
| 3.50 | 0.87 | 0.90 | 0.92 | 0.93 | 0.94 | 0.95 | 0.96 | 0.97 | 0.98 | 0.98 | 0.99 | 0.99 | 0.99 |
| 4.00 o mayor | 0.85 | 0.89 | 0.91 | 0.92 | 0.93 | 0.94 | 0.95 | 0.96 | 0.97 | 0.98 | 0.99 | 0.99 | 0.99 |

TABLA N° 2

VALORES DE X PARA SUELOS COHESIVOS Y NO COHESIVOS

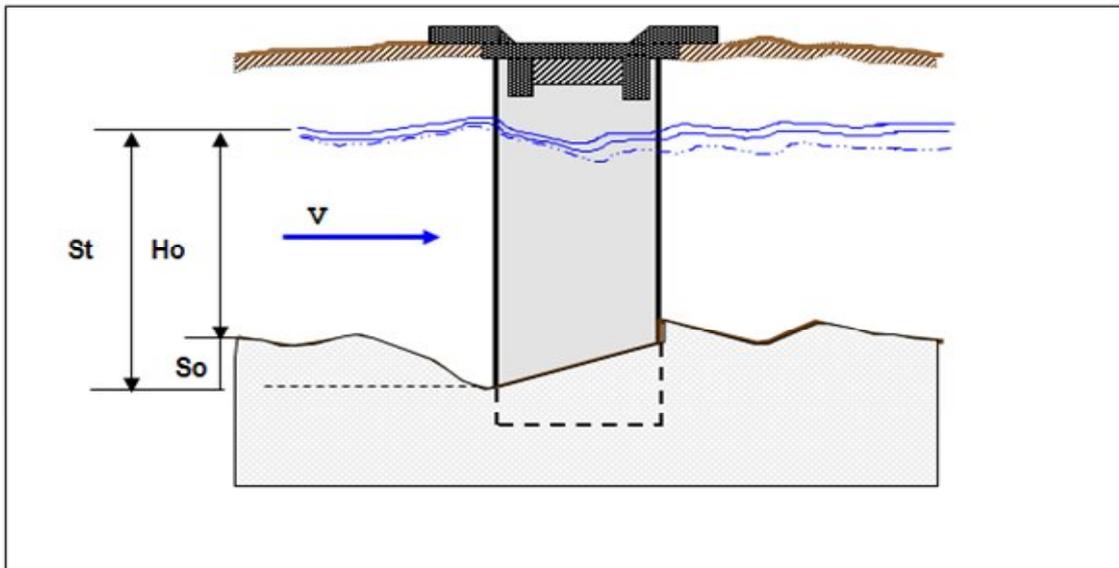
| SUELOS COHESIVOS | | SUELOS NO COHESIVOS | |
|-----------------------------|------|---------------------|------|
| P. ESPECIFICO gd (Tn/m3) | x | dm (mm) | x |
| 0.80 | 0.52 | 0.05 | 0.43 |
| 0.83 | 0.51 | 0.15 | 0.42 |
| 0.86 | 0.50 | 0.50 | 0.41 |
| 0.88 | 0.49 | 1.00 | 0.40 |
| 0.90 | 0.48 | 1.50 | 0.39 |
| 0.93 | 0.47 | 2.50 | 0.38 |
| 0.96 | 0.46 | 4.00 | 0.37 |
| 0.98 | 0.45 | 6.00 | 0.36 |
| 1.00 | 0.44 | 8.00 | 0.35 |
| 1.04 | 0.43 | 10.00 | 0.34 |
| 1.08 | 0.42 | 15.00 | 0.33 |
| 1.12 | 0.41 | 20.00 | 0.32 |
| 1.16 | 0.40 | 25.00 | 0.31 |
| 1.20 | 0.39 | 40.00 | 0.30 |
| 1.24 | 0.38 | 60.00 | 0.29 |
| 1.28 | 0.37 | 90.00 | 0.28 |
| 1.34 | 0.36 | 140.00 | 0.27 |
| 1.40 | 0.35 | 190.00 | 0.26 |
| 1.46 | 0.34 | 250.00 | 0.25 |
| 1.52 | 0.33 | 310.00 | 0.24 |
| 1.58 | 0.32 | 370.00 | 0.23 |
| 1.64 | 0.31 | 450.00 | 0.22 |
| 1.71 | 0.30 | 570.00 | 0.21 |
| 1.80 | 0.29 | 750.00 | 0.20 |
| 1.89 | 0.28 | 1000.00 | 0.19 |
| 2.00 | 0.27 | | |

TABLA N° 3

VALORES DEL COEFICIENTE **b**

| Periodo de retorno del gasto de diseño (años) | Coefficiente b |
|---|----------------|
| 2 | 0.82 |
| 5 | 0.86 |
| 10 | 0.90 |
| 20 | 0.94 |
| 50 | 0.97 |
| 100 | 1.00 |
| 500 | 1.05 |

SOCAVACION AL PIE DE LOS ESTRIBOS:



El método que será expuesto se debe a K. F. Artamonov y permite estimar no solo la profundidad de socavación al pie de estribos, sino además al pie de espigones. Esta erosión depende del gasto que teóricamente es interceptado por el espigón, relacionando con el gasto total que escurre por el río, del talud que tienen los lados del estribo y del ángulo que el eje longitudinal de la obra forma con la corriente. El tirante incrementado al pie de un estribo medido desde la superficie libre de la corriente, esta dada por:

,mc

$$St = P_a P_q P_R H_o$$

P_a = coeficiente que depende del ángulo a que forma el eje del puente con la corriente, como se indica en la figura

siguiente; su valor se puede encontrar en la tabla N° 4

P_q = coeficiente que depende de la relación Q_1/Q , en que Q_1 es el gasto que teóricamente pasaría por el lugar ocupado por

el estribo si éste no existiera y Q , es el gasto total que escurre por el río. El valor de

P_q puede encontrarse en la tabla N° 5

P_R = coeficiente que depende del talud que tienen los lados del estribo, su valor puede obtenerse en la tabla N° 6

H_o = tirante que se tiene en la zona cercana al estribo antes de la erosión

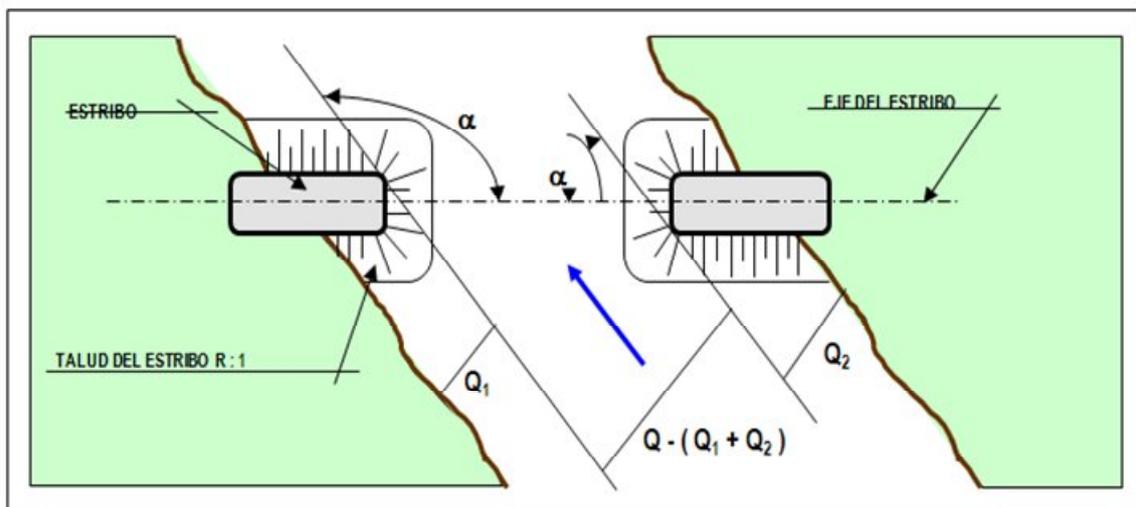


TABLA N° 4

VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO P_a EN FUNCION DE a

| a | 30° | 60° | 90° | 120° | 150° |
|-------|------|------|------|------|------|
| P_a | 0.84 | 0.94 | 1.00 | 1.07 | 1.19 |

TABLA N° 5

VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO P_q EN FUNCION DE Q_1/Q

| Q_1/Q | 0.10 | 0.20 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.80 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| P_q | 2.00 | 2.65 | 3.22 | 3.45 | 3.67 | 3.87 | 4.06 | 4.20 |

VALORES DEL COEFICIENTE CORRECTIVO Pr EN FUNCION DE R

| | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| TALUD R | 0 | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 3.00 |
| Pr | 1.00 | 0.91 | 0.85 | 0.83 | 0.61 | 0.50 |

DETERMINACION DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACION

TIPO DE CAUCE **1** (ver cuadro adjunto)

| CAUCE | TIPO |
|-------------------|------|
| SUELO COHESIVO | 1 |
| SUELO NO COHESIVO | 2 |

A.- Cálculo de la socavación general en el cauce:

| | |
|---|---------------|
| Hs = profundidad de socavación (m) | |
| Qd = caudal de diseño | 109.83 |
| Be = ancho efectivo de la superficie de agua | 16.41 |
| Ho = tirante antes de la erosión | 1.800 |
| Vm = velocidad media en la sección | 4.00 |
| m = coeficiente de contracción. Ver tabla N° 1 | 0.95 |
| gd = peso específico del suelo del cauce | 1.769 |
| dm = diámetro medio | 0.30 |
| x = exponente variable. Ver tabla N° 2 | 0.416 |
| Tr = Periodo de retorno del gasto de diseño | 100.00 |
| b = coeficiente que depende de la frecuencia del caudal de diseño. Ver tabla N° 3 | 1.00 |
| A = área de la sección hidráulica | 27.46 |
| Hm = profundidad media de la sección | 1.673 |
| a = | 2.972 |

Entonces,

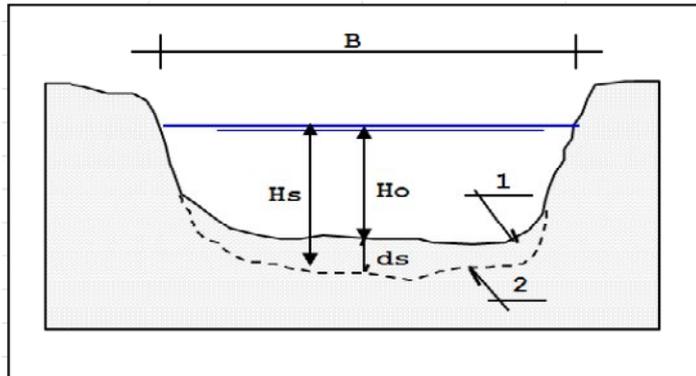
$$H_s = 3.85 \text{ m}$$

ds = profundidad de socavación respecto al fondo del cauce

$$d_s = 2.0 \text{ m}$$

Asumimos

| |
|--------------------|
| ds = 2.00 m |
|--------------------|



B.- Cálculo de la socavación al pie de estribos:

1.- Estribo margen izquierda aguas abajo

St = tirante incrementado al pie del estribo debido a la socavación en mts.

Ho = tirante que se tiene en la zona cercana al estribo antes de la erosion

Q = caudal de diseño

Q1 = caudal que teóricamente pasaría por el lugar ocupado por el estribo de la margen izquierda

Q1/Q =

Pq = coeficiente que depende de la relación Q1/Q. Ver tabla N° 5

a = ángulo que forma el eje del estribo con la corriente

Pa = coeficiente que depende del ángulo a. Ver tabla N° 4

R = talud que tiene el estribo

PR = coeficiente que depende del talud que tiene el estribo. Ver tabla N° 6

1.80 m

109.83 m³/seg

10.90 m³/seg

0.10

2.00

90.00 °

1.00

2.00

0.83

Entonces,

$$St = 2.99 \text{ m}$$

ds = profundidad de socavación respecto al fondo del cauce

$$So = 1.19 \text{ m}$$

Asumimos

$$So = 1.20 \text{ m}$$

multiplicando por 3 m referencia de ing hugo belmonte

3.56 m

2.- Estribo margen derecha aguas abajo

St = tirante incrementado al pie del estribo debido a la socavación en mts.

Ho = tirante que se tiene en la zona cercana al estribo antes de la erosión

1.80 m

Q = caudal de diseño

109.83 m³/seg

Q1 = caudal que teóricamente pasaría por el lugar ocupado por el estribo de la margen derecha

10.90 m³/seg

Q1/Q =

0.10

Pq = coeficiente que depende de la relación Q1/Q. Ver tabla N° 5

2.00

a = ángulo que forma el eje del estribo con la corriente

90.00 °

Pa = coeficiente que depende del ángulo a. Ver tabla N° 4

1.00

R = talud que tiene el estribo

1.50

PR = coeficiente que depende del talud que tiene el estribo. Ver tabla N° 6

0.83

Entonces,

$$St = 2.99 \text{ m}$$

ds = profundidad de socavación respecto al fondo del cauce

$$So = 1.19 \text{ m}$$

Asumimos

$$So = 1.20 \text{ m}$$

Socavación Hugo Edmundo Belmonte G.

Datos

$$H = 1.800 \text{ m}$$

$$Q = 109.830 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$A = 35.650 \text{ m}^2$$

$$V = 3.081 \text{ m}/\text{seg.}$$

$$K = 0.060 \text{ seg}^2/\text{m}^2$$

$$h = k \cdot H \cdot v^2$$

$$h = 1.025 \text{ m}$$

$$h^3 = 3.075 \text{ m}$$

Socavación estribos de Frohlich

Socavación local en el estribo izquierdo

1. Ecuación de Frohlich

$$\frac{Y_s}{Y_a} = 2.27 K_1 K_2 \left(\frac{L'}{Y_a} \right)^{0.43} Fr^{0.61} + 0.30$$

Variables hidráulicas para la ecuación de frohlich:

$$\begin{aligned} Q_e &= 109.83 \text{ m}^3/\text{s} \\ A_e &= 35.65 \text{ m}^2 \\ V &= 3.081 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Cálculo e la longitud del estribo:

$$\begin{aligned} Q_e &= 85 \text{ m}^3/\text{s} \\ h &= 1.53 \text{ m} \\ V &= 3.08 \text{ m/s} \end{aligned}$$

L = longitud del estribo [m]

Qe = caudal obstruido por el estribo y el acceso al puente [m³/s]

V = velocidad del flujo en el cauce principal [m/s]

h = profundidad media del flujo aguas arriba en el cauce principal [m]

$$L' = 18.03 \text{ m}$$

Cálculo:

| Descripción | K_1 |
|--|-------|
| Estribo Vertical | 1 |
| Estribo Vertical con paredes laterales | 0.82 |
| Estribo inclinado | 0.55 |

Corrección por el tipo de estribo (por tabla):

$$K_1 = 0.55$$

Corrección por la ubicación del estribo con respecto a la dirección del flujo:

$$\text{si } \theta = 83.05^\circ$$

$$K_2 = \left(\frac{\theta}{90} \right)^{0.13}$$

$$K_2 = 0.99$$

Profundidad promedio del flujo en el estribo:

$$Y_a = \frac{A_e}{L'} =$$

$$Y_a = 1.98 \text{ m}$$

Velocidad promedio del flujo en la planicie de inundación obstruida por el estribo:

$$V_e = \frac{Q_e}{A_e} = \boxed{V_e = 3.081 \text{ m/s}}$$

Número de Froude del flujo de aproximación:

$$Fr = \frac{V_e}{(gY_a)^{0.5}} = \boxed{Fr = 0.7}$$

Calculo de la profundidad de socavación en el estribo:

$$\frac{Y_s}{Y_a} = 2.27K_1K_2 \left(\frac{L'}{Y_a} \right)^{0.43} Fr^{0.61} + 0.30$$

$$\boxed{Y_s = 2.97 \text{ m}}$$

Calculo de socavación de Estribo con Método de Liu, Chang y Skinner

Cálculo de la velocidad del cause

$$\begin{aligned} Q &= 109.83 \text{ m}^3/\text{s} \\ A &= 35.65 \text{ m}^2 \\ V &= 3.081 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Cálculo de la longitud del estribo:

$$\begin{aligned} Q_e &= 85 \text{ m}^3/\text{s} \\ h &= 1.53 \text{ m} \\ V &= 3.08 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$L = \frac{Q_e}{h \cdot V}$$

L = longitud del estribo [m]

Qe = caudal obstruido por el estribo y el acceso al puente [m³/s]

V = velocidad del flujo en el cauce principal [m/s]

h = profundidad media del flujo aguas arriba en el cauce principal [m]

| |
|---------------------|
| L' = 18.04 m |
|---------------------|

$$L < 25h \quad \mathbf{18.04} < 38.25$$

$$\frac{ds}{h} = Kf \times \left(\frac{L}{h}\right)^{0.4} \times Fr^{0.33}$$

Donde:

ds = profundidad de socavación de equilibrio medida desde el nivel medio del lecho hasta el fondo del hueco de socavación [m]

h = profundidad media del flujo aguas arriba en el cauce principal [m]

L = longitud del estribo y accesos al puente que se opone al paso del agua [m]

Fr = número de Froude en la sección de aguas arriba

V = velocidad media del flujo aguas arriba [m/s]

Kf = coeficiente de corrección por la forma del estribo

Kf = 1.1 para estribos con pared inclinada hacia el cauce

Kf = 2.15 para estribos con pared vertical

Número de Froud:

$$Fr1 = \frac{V}{(g * h)^{0.5}}$$

| | |
|--------------|-------------|
| Fr1 = | 0.80 |
|--------------|-------------|

Kf= 1.1

$$\frac{ds}{h} = Kf \times \left(\frac{L}{h}\right)^{0.4} \times Fr^{0.33}$$

| | |
|------------|----------------|
| ds= | 2.736 m |
|------------|----------------|

socavación al pie de estribos:

| | |
|-----------------------------|---------------|
| Lischtvan - Levediev | 3.56 m |
| Ing. Hugo Belmonte | 3.08 m |
| frohlich | 2.97 m |
| Liu, chang y skinner | 2.74 m |

ANEXO VII

UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

DPTO. DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON



Estudio Geotécnico
(Clasificación de Suelos)

TARIJA - BOLIVIA

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S."

| DIVISIONES PRINCIPALES | | Símbolos del grupo | NOMBRES TÍPICOS | IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO | | | |
|----------------------------|---|--------------------------------|---|---|---|--|--|
| SUELOS DE GRANO GRUESO | GRAVAS | Gravas limpias | GW | Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. | Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: $Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo. Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$. | | |
| | | (sin o con pocos finos) | GP | Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. | | | |
| | | Gravas con finos | GM | Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. | | | |
| | | (apreciable cantidad de finos) | GC | Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla. | | | |
| | ARENAS | Arenas limpias | SW | Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. | $< 5\% \rightarrow$ GW, GP, SW, SP. $> 12\% \rightarrow$ GM, GC, SM, SC. 5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo. $Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan | | |
| | | | (pocos o sin finos) | SP | | Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. | |
| | | Arenas con finos | SM | Arenas limosas, mezclas de arena y limo. | | | |
| | | | (apreciable cantidad de finos) | SC | | Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. | |
| | | SUELOS DE GRANO FINO | Limos y arcillas: | ML | | Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad. |  |
| | | | | CL | | Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas. | |
| OL | Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad. | | | | | | |
| Límite líquido menor de 50 | MH | | | Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos. | | | |
| Limos y arcillas: | CH | | Arcillas inorgánicas de plasticidad alta. | | | | |
| | OH | | Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos. | | | | |
| | Límite líquido mayor de 50 | | PT | Turba y otros suelos de alto contenido orgánico. | | | |
| | Suelos muy orgánicos | | | | | | |



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON

GRANULOMETRÍA

Proyecto: Puente Vehicular Cruce Rosillas

Procedencia: Cruce Rosillas

Fecha: 31-05-2011

Univ. : Gualberto Willys Arcena

Laboratoristas Unv: Gualberto Willys Arcena

| Peso Total (gr.) | | | 81.17 | A.S.T.M. | |
|------------------|-------------|----------------|----------------|----------|----------------------|
| Tamices | Tamaño (mm) | Peso Ret. (gr) | Ret. Acum (gr) | % Ret | % Que Pasa del Total |
| 3" | 75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1 1/2" | 37.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1" | 25.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 1/2" | 12.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| 3/8" | 9.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| Nº4 | 4.75 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 |
| Nº10 | 2.00 | 0.33 | 0.33 | 0.41 | 99.59 |
| Nº16 | 1.19 | 11.10 | 11.43 | 14.08 | 85.92 |
| Nº40 | 0.42 | 22.96 | 34.39 | 42.37 | 57.63 |
| Nº100 | 0.15 | 22.89 | 57.28 | 70.57 | 29.43 |
| Nº200 | 0.075 | 23.15 | 80.43 | 99.09 | 0.91 |

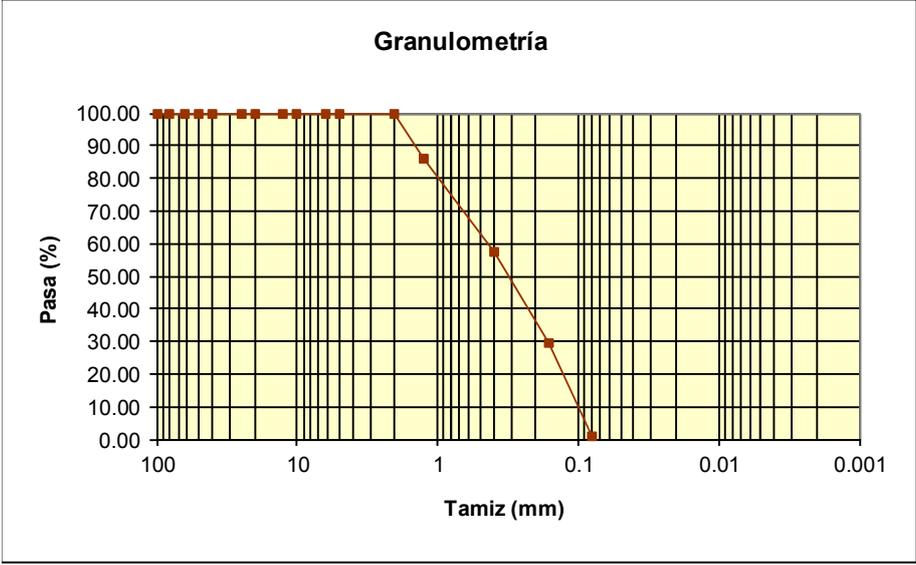
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POZO 1

| Tyler | | U.S. Bureau Standards | |
|-------|--------------------------|-----------------------|---------------|
| Malla | estándar bertura (mm) | Malla | Abertura (mm) |
| 3" | 76.2 | 4" | 101.60 |
| 2" | 50.8 | 2" | 50.80 |
| — | 26.67 | 1" | 25.40 |
| — | 18.85 | 3/4" | 19.10 |
| — | 13.33 | 1/2" | 12.70 |
| — | 9.423 | 3/8" | 9.52 |
| 3 | 6.680 | 1/4" | 6.35 |
| 4 | 4.699 | 4 | 4.76 |
| 6 | 3.327 | 6 | 3.36 |
| 8 | 2.362 | 8 | 2.38 |
| 9 | 1.981 | 10 | 2.00 |
| 10 | 1.651 | 12 | 1.68 |
| 14 | 1.168 | 16 | 1.19 |
| 20 | 0.833 | 20 | 0.840 |
| 28 | 0.589 | 30 | 0.590 |
| 35 | 0.417 | 40 | 0.420 |
| 48 | 0.295 | 50 | 0.297 |
| 60 | 0.246 | 60 | 0.250 |
| 65 | 0.208 | 70 | 0.210 |
| 100 | 0.147 | 100 | 0.149 |
| 150 | 0.104 | 140 | 0.105 |
| 200 | 0.074 | 200 | 0.074 |
| 270 | 0.053 | 270 | 0.053 |
| 400 | 0.038 | 400 | 0.037 |

| Tamiz (mm) | Pasa (%) | Pasante (%) | Retenido acumulado (%) | Retenido parcial (%) |
|------------|----------|-------------|------------------------|----------------------|
| 100 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 80 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 63 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 50 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 40 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 12.5 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 10 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 6.3 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 100.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 99.59 | 99.59 | 0.41 | 0.41 |
| 1.25 | 85.92 | 85.92 | 14.08 | 13.68 |
| 0.4 | 57.63 | 57.63 | 42.37 | 28.29 |
| 0.160 | 29.43 | 29.43 | 70.57 | 28.20 |
| 0.080 | 0.91 | 0.91 | 99.09 | 28.52 |

| | | |
|-----------------------|-------|---|
| Límite líquido LL | 33.59 | % |
| Límite plástico LP | 0.00 | % |
| Índice plasticidad IP | 33.59 | % |

| | |
|-----------------------------------|----------|
| Pasa tamiz N° 4 (5mm): | 100.00 % |
| Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm): | 0.91 % |
| D60: | 0.47 mm |
| D30: | 0.16 mm |
| D10 (diámetro efectivo): | 0.11 mm |
| Coefficiente de uniformidad (Cu): | 4.47 |
| Grado de curvatura (Cc): | 0.55 |



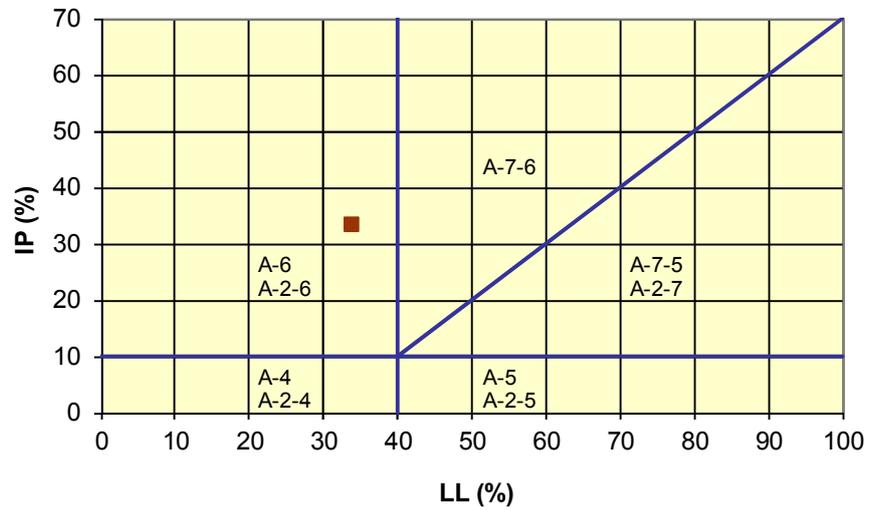
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.

Arena mal graduada SP

Clasificación AAHSTO

Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO)



Material granular

Excelente a bueno como subgrado

A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO: PUENTE VEHICULAR **PROCEDENCIA:** RIO CABILDITO CRECE ROSILLAS

MUESTRA N°: ESTRIBO DERECHO POZO 1

FECHA : 31/MAY/2011

SUELO LUTITA

POZO 1

| Método a usar | A | A | A | A | A |
|--|---------------|----------|----------|----------|----------|
| Identificación de la cápsula | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Peso del suelo húmedo + cápsula P1(gr.) | 849.50 | 534.10 | 644.70 | 648.60 | 707.10 |
| Peso del suelo seco + cápsula P2(gr.) | 809.20 | 509.00 | 616.30 | 616.00 | 669.70 |
| Peso de agua (gr.) $W_w=P1-P2$ | 40.30 | 25.10 | 28.40 | 32.60 | 37.40 |
| Peso de la cápsula (gr.) P_c | 88.20 | 77.60 | 111.60 | 102.00 | 106.30 |
| Peso del suelo seco (gr.) $W_s=P2-P_c$ | 721.00 | 431.40 | 504.70 | 514.00 | 563.40 |
| Contenido de humedad (%) | 5.59 | 5.82 | 5.63 | 6.34 | 6.64 |
| PROMEDIO | 6.00 % | | | | |

OBSERVACIONES

Método Estandarizado : Método Horno A

CALCULO DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LA LUTITA

Densidad

| | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Peso del suelo seco | 721.00 | 431.40 | 504.70 | 514.00 | 563.40 |
| Volumen cm ³ | 355.00 | 170.00 | 252.00 | 235.00 | 280.2 |
| Densidad (gr/cm ³) | 2.03 | 2.54 | 2.00 | 2.19 | 2.01 |
| PROMEDIO | 2.15(gr/cm³) | | | | |

Peso Especifico Aparente (P.E.a) (KN/m³)

| | | | | | |
|---|------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Peso del suelo seco | 721.00 | 431.40 | 504.70 | 514.00 | 563.40 |
| Volumen cm ³ | 355.00 | 170.00 | 252.00 | 235.00 | 280.20 |
| Peso Especifico Aparente (P.E.a) (KN/m ³) | 19.92 | 24.89 | 19.65 | 21.46 | 19.73 |
| PROMEDIO | 21.13KN/m³ | | | | |
| PROMEDIO | 2.15gr/cm³ | | | | |

Porosidad Aparente (p.a) %

| | | | | | |
|--|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Peso Saturado + capsula | 904.1 | 563.3 | 684.4 | 686.4 | 742.7 |
| Peso de la cápsula (gr.) Pc | 88.20 | 77.60 | 111.60 | 102.00 | 106.30 |
| Peso Saturado | 815.90 | 485.70 | 572.80 | 584.40 | 636.40 |
| Peso Seco | 721.00 | 431.40 | 504.70 | 514.00 | 563.40 |
| Densidad del Agua (gr/cm ³) a 24°C | 0.9974 | 0.9974 | 0.9974 | 0.9974 | 0.9974 |
| Volumen | 355.00 | 170.00 | 252.00 | 235.00 | 280.20 |
| Porosidad Aparente (p.a) % | 26.80 | 32.03 | 27.09 | 30.04 | 26.12 |
| PROMEDIO | 28.42% | | | | |

Absorción (en peso) %

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| Peso Saturado | 815.90 | 485.70 | 572.80 | 584.40 | 636.40 |
| Peso Seco | 721.00 | 431.40 | 504.70 | 514.00 | 563.40 |
| Absorción (en peso) % | 13.16 | 12.59 | 13.49 | 13.70 | 12.96 |
| PROMEDIO | 13.18% | | | | |

PROPIEDADES MECANICAS DE LA LUTITA

Deformación del anillo

| Probetas | Valor (pul.) |
|----------|--------------|
| 1 | 0.4 |
| 2 | 0.5 |
| 3 | 0.4 |
| 4 | 0.4 |
| 5 | 0.3 |
| 6 | 0.2 |
| 7 | 29 |
| 8 | 35 |
| 9 | 25 |
| 10 | 26 |
| 11 | 28 |

$y = 40.26x + 5.287$

$R^2 = 1$

| Propiedades de la Sección probeta | Altura (L) | Lado (A) | Relación | Área (cm ²) | P (kg) |
|-----------------------------------|------------|----------|----------|-------------------------|--------|
| | 10 | 5 | 2 | 25.0 | 703.53 |
| | 10 | 5 | 2 | 25.0 | 744.60 |
| | 9 | 4.5 | 2 | 20.3 | 703.53 |
| | 8 | 4 | 2 | 16.0 | 703.53 |
| | 8 | 4 | 2 | 16.0 | 662.47 |
| | 8 | 4 | 2 | 16.0 | 621.40 |
| Propiedades de la Sección probeta | 5 | 5 | 1 | 25.0 | 1730.2 |
| | 5 | 5 | 1 | 25.0 | 1976.6 |
| | 5 | 5 | 1 | 25.0 | 1565.9 |
| | 5 | 5 | 1 | 25.0 | 1607.0 |
| | 5 | 5 | 1 | 25.0 | 1689.1 |

ESAYO DE COMPRESION SIMPLE

| Propiedades de la Sección probeta seca delacion de 2 | P/A (Kgs/cm ²) | σ_c (Kgs/cm ²) |
|--|----------------------------|-----------------------------------|
| | 28.14 | 23.03 |
| | 29.78 | 24.37 |
| | 34.74 | 28.43 |
| | 43.97 | 35.98 |
| | 41.40 | 33.88 |
| | 38.84 | 31.78 |
| Propiedades de la Sección probeta seca relacion 1 | 69.21 | 69.21 |
| | 79.06 | 79.06 |
| | 62.64 | 62.64 |
| | 64.28 | 64.28 |
| | 67.56 | 67.56 |

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO: PUENTE VEHICULAR **PROCEDENCIA:** RIO CRUCE ROSILLAS

MUESTRA N°: ESTRIBO ISQUIERDO POZO 2

FECHA :31/MAY/2011

POZO 2

| Método a usar | A | A | A |
|---|--------------|----------|----------|
| Identificación de la cápsula | 139 | 140 | 120 |
| Peso del suelo húmedo + cápsula P1(gr.) | 32.85 | 44.74 | 38.3 |
| Peso del suelo seco + cápsula P2(gr.) | 30.77 | 41.5 | 35.83 |
| Peso de agua (gr.) $W_w=P1-P2$ | 2.08 | 3.24 | 2.47 |
| Peso de la cápsula (gr.) P_c | 21.4 | 21.78 | 21.37 |
| Peso del suelo seco (gr.) $W_s=P2-P_c$ | 9.37 | 19.72 | 14.46 |
| Contenido de humedad (%) | 22.2 | 16.4 | 17.1 |
| PROMEDIO | 18.57 | | |

OBSERVACIONES

Método Estandarizado : Método Horno A

LIMITES DE ATTERBERG.

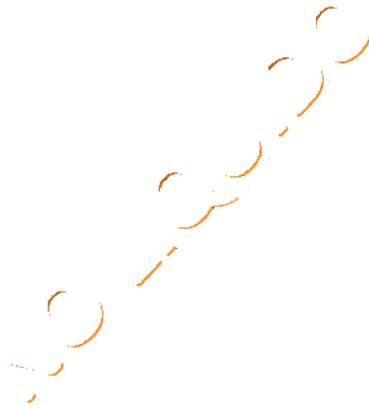
PROYECTO: PUENTE VEHICULAR **PROCEDENCIA:** RIO CRUCE ROSILLAS

MUESTRA N°: ESTRIBO DERECHO POZO 1

FECHA :10/OCT/2010

DETERMINACION DE LIMITE

| |
|----------------------|
| Capsula |
| N° de Golpes |
| Suelo Húmedo+Capsula |
| Suelo Seco+Capsula |
| Peso del Agua |
| Peso de la Capsula |
| Peso Suelo Se |
| Porcentage de |



DETERMINA

| |
|----------------|
| Capsula |
| Suelo húmedo |
| Suelo seco + C |
| Peso de capsu |
| Peso de suelo |
| Peso del agua |
| Contenido de l |

IP= 0.00

LIMITES DE ATTERBERG.

PROYECTO: PUENTE VEHICULAR **PROCEDENCIA:** RIO CRUCE ROSILLAS

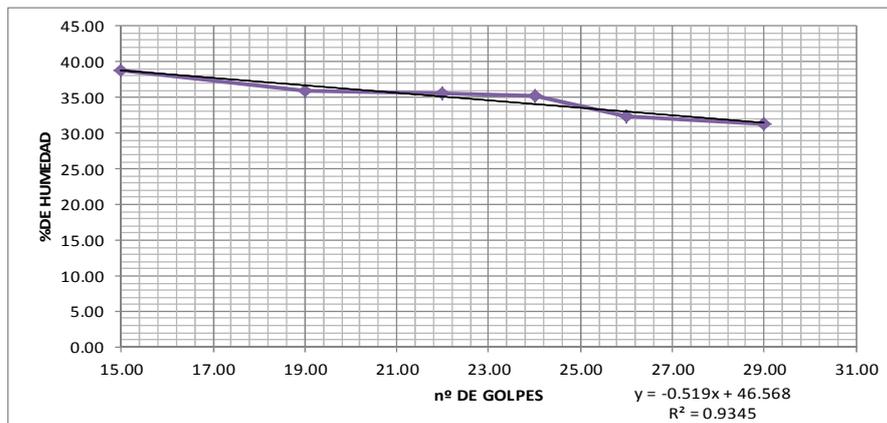
MUESTRA N°: ESTRIBO DERECHO POZO 2

FECHA :10/OCT/2010

POZO 2

DETERMINACION DE LIMITE LIQUIDO

| Capsula | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| N° de Golpes | 15.00 | 19.00 | 22.00 | 24.00 | 26.00 | 29.00 |
| Suelo Húmedo+Capsula | 33.17 | 39.24 | 29.68 | 27.07 | 30.95 | 34.73 |
| Suelo Seco+Capsula | 29.82 | 34.50 | 27.48 | 25.62 | 28.54 | 31.50 |
| Peso del Agua | 3.35 | 4.74 | 2.20 | 1.45 | 2.41 | 3.23 |
| Peso de la Capsula | 21.18 | 21.34 | 21.31 | 21.50 | 21.11 | 21.17 |
| Peso Suelo Seco | 8.64 | 13.16 | 6.17 | 4.12 | 7.43 | 10.33 |
| Porcentage de Humedad (%) | 38.77 | 36.02 | 35.66 | 35.19 | 32.44 | 31.27 |



% DE HUMEDAD= 33.59 %

DETERMIN.

| |
|----------------------|
| Capsula |
| Suelo húmedo |
| Suelo seco + |
| Peso de capsu |
| Peso de suelo |
| Peso del agua |
| Contenido de |

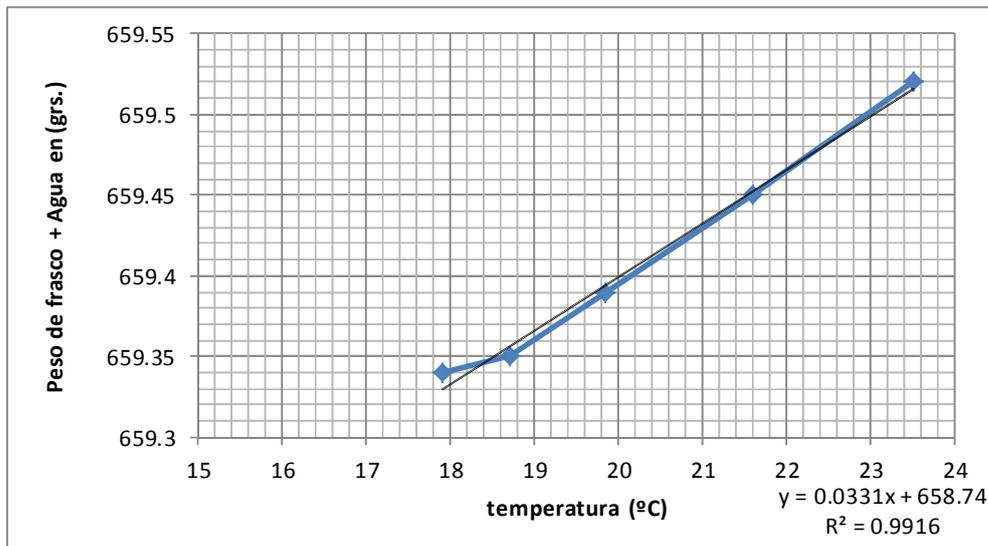
CALIBRACION DEL FRASCO VOLUMETRICO

| | | |
|-------------------------------|--------|------|
| Peso del frasco seco y limpio | 182.43 | grs. |
| temperatura | 38.5 | °C |
| peso del frasco + agua | 662.37 | grs. |
| volumen del agua | 500 | ml |

temperaturas entre 15°C y 30°C

| temperatura (°C) | peso (grs.) |
|------------------|-------------|
| 23.5 | 659.52 |
| 21.6 | 659.45 |
| 19.85 | 659.39 |
| 18.7 | 659.35 |
| 17.9 | 659.34 |

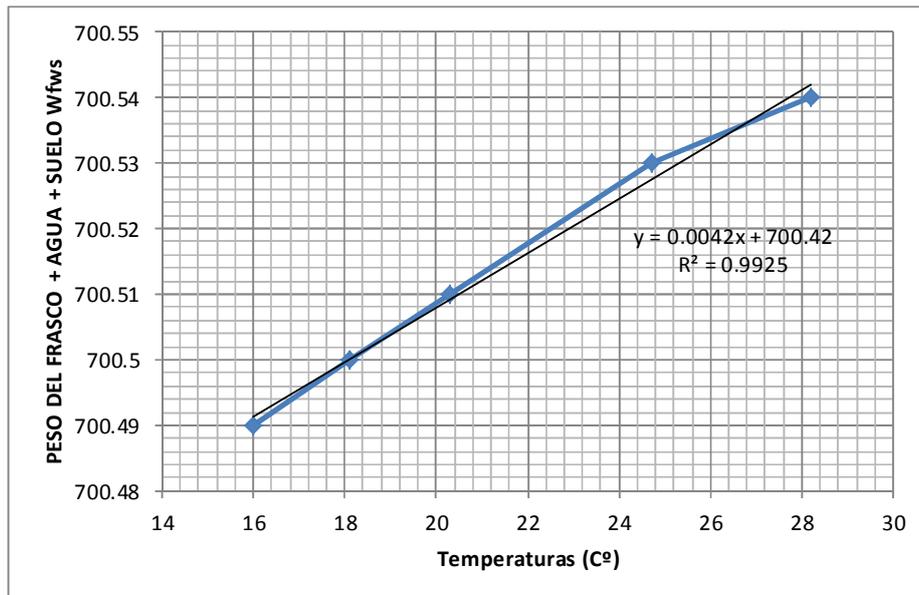
Curva de Calibración



PESO ESPECIFICO

POZO 1

| | | | | | |
|--|--------|--------|---------|-------|-------|
| PESO DEL FRASCO + AGUA + SUELO Wfws | 700.54 | 700.53 | 700.510 | 700.5 | 700.5 |
| TEMPERATURA ENSAYADA | 28.2 | 24.7 | 20.3 | 18.1 | 16 |



| identificación del frasco | S1 | S2 | S3 | PROM: |
|---|--------|--------|--------|--------|
| temperaturas ensayadas | 28.20 | 20.30 | 16.00 | 21.50 |
| peso del suelo húmedo mas tara | 678.88 | 678.88 | 678.88 | 678.88 |
| peso del suelo seco mas tara | 171.20 | 171.20 | 171.20 | 171.20 |
| peso de la tara | 91.48 | 91.48 | 91.48 | 91.48 |
| peso del suelo seco (Ws) | 79.72 | 79.72 | 79.72 | 79.72 |
| peso del frasco mas agua (Wfw) | 668.01 | 665.40 | 663.98 | 665.80 |
| peso del frasco mas agua mas suelo (Wfws) | 700.51 | 700.48 | 700.46 | 700.49 |
| peso especifico | 1.69 | 1.79 | 1.84 | 1.77 |
| factor de corregido K=0.99791 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| peso especifico corregido | 1.68 | 1.78 | 1.84 | 1.77 |

PESO ESPECIFICO DEL SUELO

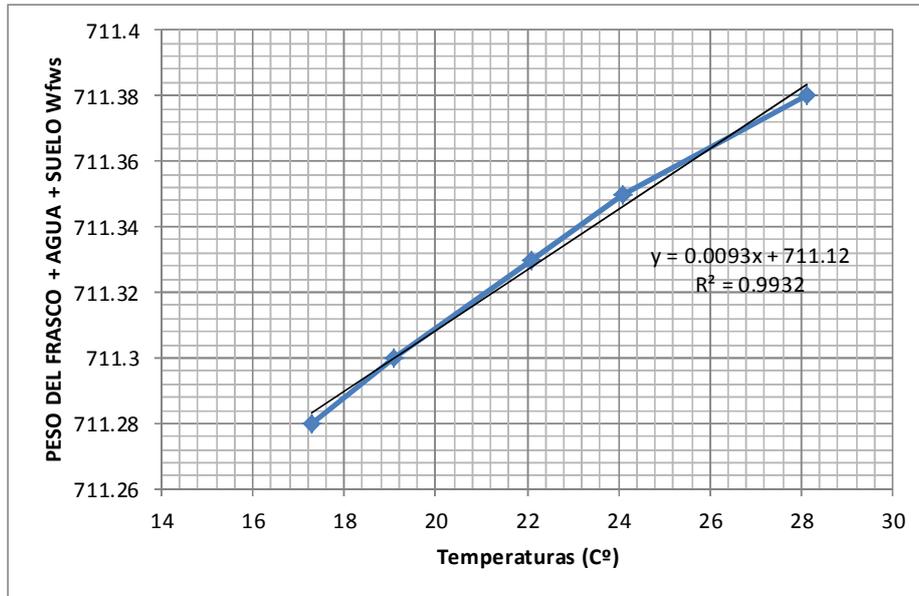
1.769 grs/cm³

$$\gamma = \frac{W_s}{W_{fw} + W_s - W_{fsw}}$$

PESO ESPECIFICO

POZO 2

| | | | | | |
|--|--------|--------|---------|-------|-------|
| PESO DEL FRASCO + AGUA + SUELO Wfws | 711.38 | 711.35 | 711.330 | 711.3 | 711.3 |
| TEMPERATURA ENSAYADA | 28.13 | 24.1 | 22.1 | 19.1 | 17.3 |



| identificación del frasco | S2 | S2 | S2 | PROM: |
|---|---------|---------|---------|---------|
| temperaturas ensayadas | 28.13 | 22.10 | 17.30 | 22.51 |
| peso del suelo húmedo mas tara | 742.78 | 742.78 | 742.78 | 742.78 |
| peso del suelo seco mas tara | 184.32 | 184.32 | 184.32 | 184.32 |
| peso de la tara | 105.04 | 105.04 | 105.04 | 105.04 |
| peso del suelo seco (Ws) | 79.28 | 79.28 | 79.28 | 79.28 |
| peso del frasco mas agua (Wfw) | 667.98 | 665.99 | 664.41 | 666.13 |
| peso del frasco mas agua mas suelo (Wfws) | 711.35 | 711.30 | 711.26 | 711.30 |
| peso especifico | 2.21 | 2.33 | 2.44 | 2.33 |
| factor de corregido K=0.99791 | 0.99791 | 0.99791 | 0.99791 | 0.99791 |
| peso especifico corregido | 2.20 | 2.33 | 2.44 | 2.32 |

PESO ESPECIFICO DEL SUELO

2.324 grs/cm³

$$\gamma = \frac{W_s}{W_{fw} + W_s - W_{fsw}}$$

ENSAYO DE CARGA DIRECTA (S.P.T.)

Proyecto: Puente Vehicular Cruce Rosillas

Procedencia: Cruce Rosillas

Fecha: 31-05-2011

Univ. : Gualberto Willys Aracena

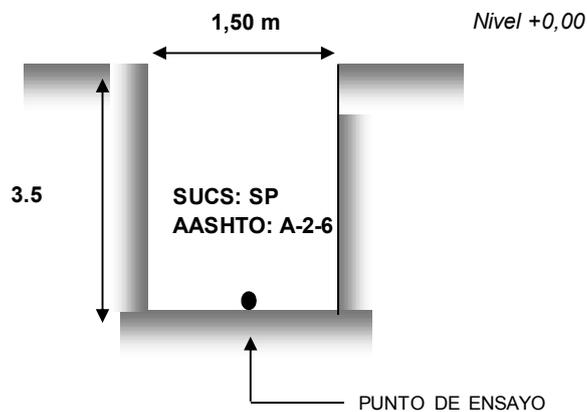
Datos Standarizados del Equipo

Altura de penetracion: 30 cm
Peso del Martillo: 65 kg
Altura de caída: 75 cm

% Humedad: 18.6

| Pozo N° | Profundidad (m) | N° Golpes | Resist. Adm. Nat. (Kg/cm ²) | Resist. Adm. Seca (Kg/cm ²) | Clasificación del Suelo | | |
|---------|-----------------|-----------|---|---|-------------------------|--|---------------|
| 2 | 3.00 | 14 | 2.52 | 3.0 | | | |
| | | | | | | | SUCS: SP |
| | | | | | | | AASHTO: A-2-6 |

Descripción Gráfica



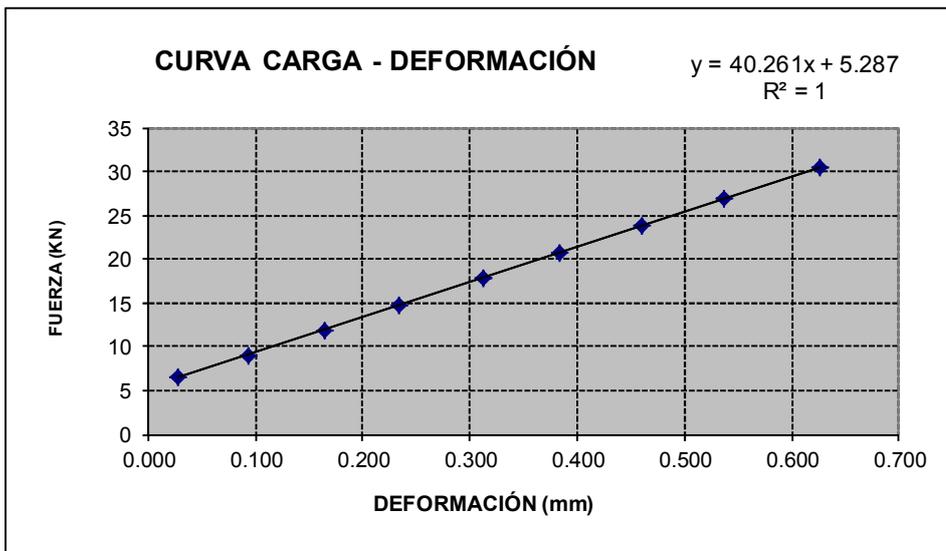
Observaciones

Mezclas de Arena y limo.

CALIBRACIÓN ANILLO DE PRENSA PARA TUBOS

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| Capacidad: | 5000 Kg |
| Esfuerzo: | Compresión |
| Fecha: | 19 de Agosto del 2011 |
| Código Anillo: | Anillo Soldado |

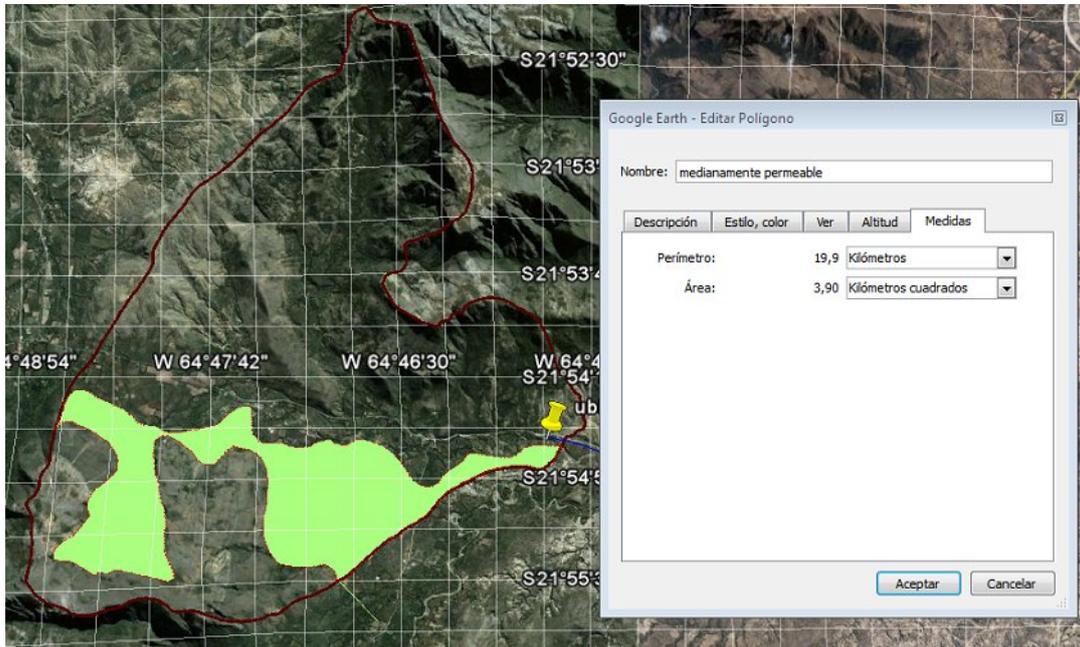
| Anillo (5000 Kg) | | Calibrador | Déficit | Anillo (5000 Kg) | Anillo | Déficit |
|------------------|-----------------|---------------------|---------|------------------|----------------------|---------|
| y = Fuerza (Kg) | y = Fuerza (KN) | Lectura Fuerza (KN) | | x = Deform. (mm) | Lectura Deform. (mm) | |
| 655.2 | 6.43 | 6 | -0.43 | 0.028 | 1.762 | 1.73 |
| 925.56 | 9.08 | 9 | -0.08 | 0.094 | 2.646 | 2.55 |
| 1215.15 | 11.92 | 12 | 0.08 | 0.165 | 3.528 | 3.36 |
| 1501.36 | 14.72 | 15 | 0.28 | 0.234 | 4.409 | 4.17 |
| 1821.66 | 17.86 | 18 | 0.14 | 0.312 | 5.293 | 4.98 |
| 2112.23 | 20.71 | 21 | 0.29 | 0.383 | 6.179 | 5.80 |
| 2429.49 | 23.83 | 24 | 0.17 | 0.460 | 7.054 | 6.59 |
| 2743.39 | 26.9 | 27 | 0.1 | 0.537 | 7.937 | 7.40 |
| 3114.36 | 30.54 | 30 | -0.54 | 0.627 | 8.821 | 8.19 |



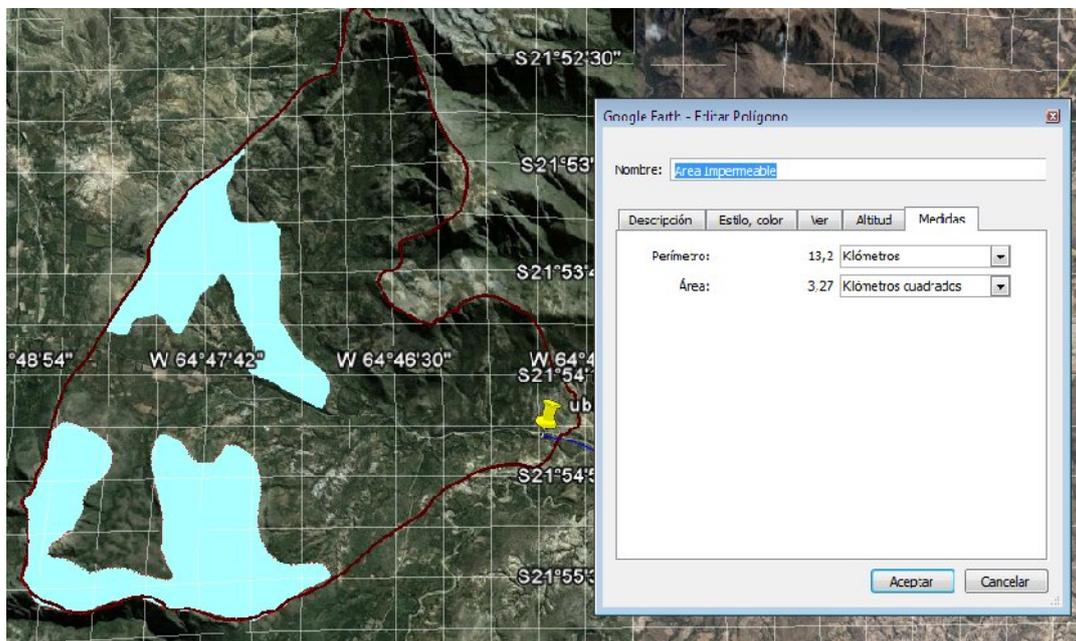
| | |
|------------------------------|--------|
| Lectura Extensómetro: | 0.03 |
| Carga Puntual(KN): | 6.49 |
| Carga (Kg): | 662.47 |

ANEXO IX

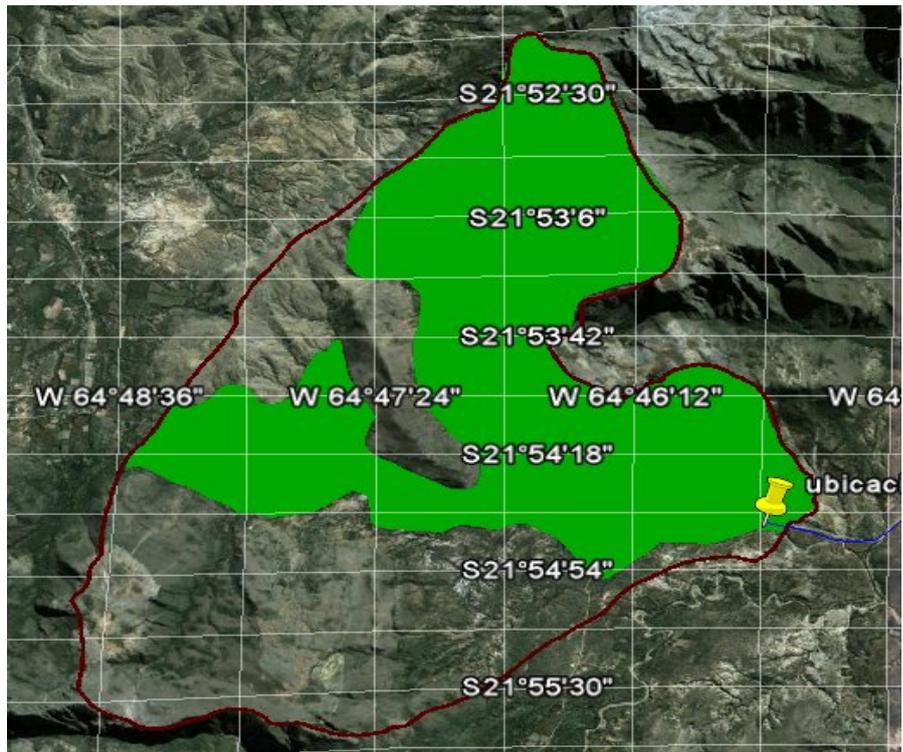
DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE “C”



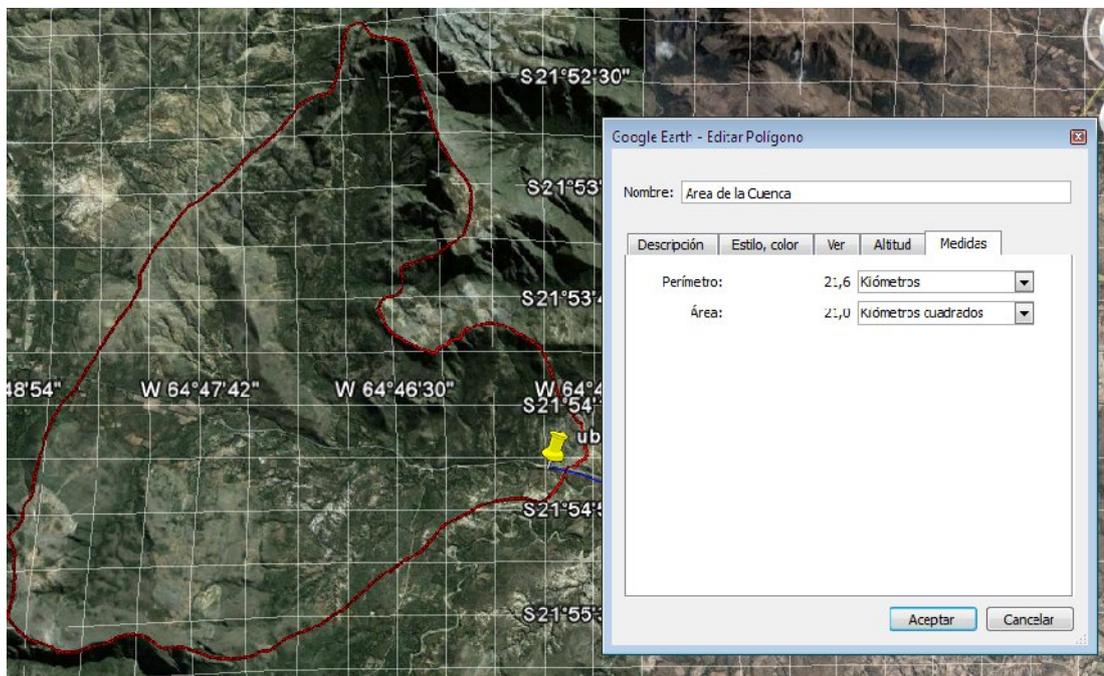
Zona medianamente permeable con un area de 3.9 km²



Zona impermeable con un area de 3.27 km²



Zona permeable con un area de 13.83 km²



Area de la cuenca 21 km²

ANEXO X

ITEM 1 INSTALACION DE FAENAS P/PUENTE

1. - DESCRIPCIÓN.

Este ítem comprende la construcción de instalaciones mínimas provisionales que sean necesarias para el buen desarrollo de las actividades de la construcción.

Estas instalaciones estarán constituidas por galpones para depósitos, caseta para el cuidador, sanitario para obreros y para el personal, cercos de protección y otros servicios.

Así mismo comprende el traslado oportuno de todas las herramientas, maquinarias y equipos para la adecuada y correcta ejecución de las obras y su retiro cuando ya no sean necesarias.

2. - MATERIALES HERRAMIENTAS Y EQUIPO.-

El contratista deberá proporcionar todos los materiales, herramientas y equipos necesarios para las construcciones auxiliares, los mismos que deberán ser aprobados previamente por el Ingeniero Supervisor de Obras, en ningún momento estos materiales serán utilizados en las obras principales.

3. - PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.-

Antes de iniciar los trabajos de instalación de faenas, el contratista solicitará al supervisor de obra la autorización y ubicación respectiva.

El contratista dispondrá de serenos en número suficiente para el cuidado del material y equipo que permanecerán bajo su total responsabilidad.

Al concluir la obra, las construcciones provisionales contempladas en este ítem, deberá retirarse, limpiándose completamente las áreas ocupadas.

4.-MEDICION Y FORMA DE PAGO.-

La instalación de faenas será medida en forma global, considerando las instalaciones construidas en concordancia con lo establecido en el formulario de presentación de propuestas.

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con las presentes especificaciones, medido de acuerdo a lo señalado y aprobado por el supervisor de Obra, será pagado el precio unitario de la propuesta aceptada.

Dicho precio será compensación total por todos los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada ejecución de los trabajos descritos en el pliego de especificaciones.

ITEM 2 LIMPIEZA Y DESBROCE

1.-DEFINICION

Este ítem comprende la limpieza del terreno y del desbroce necesario para realizar la obra amparada por el contrato de acuerdo con las especificaciones. Las zonas a limpiar y desbrozar deberán ser áreas delimitadas en los planos que estén dentro de los límites del derecho de vía.

La limpieza y desbroce consistirá en limpiar el área de todos los árboles, arbustos, matorrales, hojarasca o cualquier otro tipo de vegetación o material objetable, incluyendo la extracción de troncos, matas, raíces, así como la eliminación de todo material proveniente de las operaciones de limpieza y desbroce. También se efectuará la remoción y el retiro de estructuras que obstruyan crucen u obstaculicen de alguna manera la obra, excepto cuando los planos o disposiciones especiales establezcan otra cosa al respecto.

Construcción

Los trabajos de limpieza y desbroce deberán efectuarse en todas las zonas indicadas. Los árboles aislados que el Supervisor señale y marque, se dejarán en pie y se evitará sean

dañados. Para reducir el riesgo de daño a los árboles que sean dejados en el lugar, se procederá a talar los restantes desde fuera hacia el centro del área a limpiar, cuando así lo exija el Supervisor.

En las áreas que deben ser cubiertas por terraplenes, donde se debe retirar el manto superior del suelo y otros materiales inadecuados, deberán extraerse desde una profundidad de por lo menos 15 cm debajo de la superficie del terreno natural original y 50 cm debajo de la capa inferior de base. Es todas las demás áreas a cubrir por terraplenes, todas las raíces y troncos de un diámetro mayor a los 8 cm se cortarán a una altura no superior a los 30 cm sobre la línea del terreno natural original y por lo menos a 50 cm debajo de la cota superior del terraplén terminado y de sus taludes que estuvieran a más de 3 metros debajo de la cota superior terminado y a menos de 50 cm debajo de la superficie del talud, donde los troncos podrán cortarse a ras del terreno natural.

3.- MEDICION Y FORMA DE PAGO

La cantidad de limpieza y desbroce a ser pagada será medida unidad global aceptada por el Supervisor.

Zonas limpiadas y desbrozadas para caminos de transporte o acceso del Contratista, ubicaciones de sus campamentos o zonas de trabajo auxiliar no serán objeto de medición.

El pago del trabajo realizado medido como se señaló precedentemente, se efectuará al precio de contrato por unidad de medición. El precio y pago precedentemente establecido constituirá la compensación total por toda la mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para efectuar el trabajo indicado en esta sección.

ITEM 3 REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRÁFICO

1. - DESCRIPCIÓN.

Este ítem comprende todos los trabajos necesarios para la ubicación de las áreas destinadas a la construcción del puente, y los de replanteo y trazado de los ejes para localizar las edificaciones de acuerdo a los planos de construcción y/o indicaciones del Ingeniero Supervisor de Obras.

2. -MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.-

El contratista suministrará todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para ejecutar el replanteo y trazado del puente en cada una de las etapas de su construcción y de otras obras.

3.-PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.-

El replanteo y trazado de las fundaciones serán realizadas por el contratista de acuerdo y con estricta sujeción a las dimensiones señaladas en los planos respectivos.

Preparado el terreno, de acuerdo al nivel y rasante establecidos, el contratista procederá a realizar el estacado y colocación de los caballetes a una distancia no menor a 1.50 m. de los bordes exteriores de las excavaciones a ejecutarse.

El trazado deberá recibir la aprobación escrita del Ingeniero Supervisor de Obras, antes de proceder con los trabajos siguientes, así mismo antes de realizar cualquier vaciado de hormigón el contratista deberá solicitar la aprobación del Ingeniero Supervisor de la topografía respectiva.

4. – MEDICION Y FORMA DE PAGO.-

El replanteo será medido en forma global, tomando en cuenta los trabajos desde el inicio hasta la conclusión de la obra

Este ítem ejecutado en un todo de acuerdo con los planos y las presentes especificaciones, medido de acuerdo a lo señalado y aprobado por el Ingeniero Supervisor de Obras, será pagado de acuerdo al precio unitario de la propuesta aceptada.

Dicho precio será compensación total de los materiales, mano de obra, herramientas, equipo y otros gastos que sean necesarios para la adecuada y correcta ejecución de los trabajos.

ITEM 4 EXCAVACION PARA SUBESTRUCTURA P/PUENTE

1. - DESCRIPCIÓN.

Este trabajo comprenderá la excavación necesaria para la fundación de puentes, el relleno de las obras terminadas y el retiro de todo el material excavado, en un todo de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los planos de la obra.

Este trabajo comprenderá asimismo el desagüe, bombeo ya sea de sumideros abiertos o de pozos, drenaje, tabla estacado, apuntalamiento, la construcción de encofrados y ataguías y el suministro de los materiales para dicha construcción. También involucra el subsiguiente retiro de encofrados y ataguías y el necesario relleno. También involucra el subsiguiente retiro de encofrados y ataguías y el necesario relleno. El CONTRATISTA deberá presentar su procedimiento para las operaciones que se describen precedentemente para la aprobación del SUPERVISOR Este trabajo también incluye el suministro y colocación de arena, piedra o material de relleno conformado por gravas para sustituir todos los materiales inadecuados que puedan encontrarse al fundar las obras de arte.

Clasificación de la excavación

Las excavaciones se clasifican de acuerdo al tipo de terreno a excavar que se a supuesto en los planos o de acuerdo al criterio del SUPERVISOR, según lo encontrado en obra y al tipo de procedimiento que elija el CONTRATISTA para su ejecución, en función a las dificultades encontradas y debidamente aprobadas por el SUPERVISOR

Excavación con agotamiento

Contempla los trabajos de Excavación para las fundaciones de los últimos 50 cm de profundidad hasta llegar a la cota de fundación, de manera que se obtenga una superficie uniforme y un terreno inalterado para proceder al enrase respectivo con Hormigón Pobre

La excavación como indica el ítem debe ejecutarse manualmente, acompañada de un sistema de bombeo para permitir un buen desarrollo de los trabajos. Según la peligrosidad

de las excavaciones, es decir, si hay riesgo de derrumbe de los taludes, se debe disponer de un sistema de entibado para garantizar la seguridad de los obreros. Los materiales extraídos deben ser colocados en los laterales inmediatos a cada fundación para tener el relleno a disponibilidad en el momento necesario.

Excavación común

Se considera toda parte inicial en el excavado de un material diferente al definido como roca de las fundaciones de la infraestructura, hasta una profundidad no mayor a 2m, si el terreno lo permite sin la utilización de estructuras de sostenimiento para evitar derrumbes y otros problemas, medida por debajo del nivel del terreno natural.

En caso de tener un terreno inclinado, el promedio de las alturas de la excavación en los vértices de la misma, debe ser por lo menos 2m, entonces se tendrá la cota inferior a ser considerada en el cómputo de excavación común.

Cuando el nivel freático se encuentre por encima de los 2m, se considerará esta como la cota inferior de la excavación común.

Excavación común con entibación

Es toda excavación por debajo de la cota considerada para excavación común; es decir, que requiere elementos de sostenimiento para evitar derrumbes en la excavación. Se deben ejecutar todos los trabajos de entibación necesarios con sus respectivos apuntalamientos y arriostamiento, de manera de garantizar la estabilidad tanto de la estructura como del terreno, los que deben ejecutarse según planos debidamente aprobados por el SUPERVISOR.

Excavación común con agotamiento y entibación

Cuando, además del caso anterior, se tiene necesidad de agotar el agua que se encuentra dentro de la entibación por medio de bombas, se tiene la excavación común con el respectivo entibado y el agotamiento, es este caso el contratista debe contemplar en sus

costos unitarios la sobre excavación necesaria para realizar el agotamiento correspondiente, de manera que el agua no se ponga en contacto con el hormigón fresco.

Relleno y compactado de fundaciones

Este ítem consiste en la reposición del material extraído de las fundaciones, de manera que se obtenga una consistencia del terreno igual o mayor a las condiciones iniciales del mismo. Este trabajo debe efectuarse por capas de 15 cm, las cuales deben ser debidamente compactadas con vibro compactadores manuales que permitan obtener una densidad del 95% del ensayo T-99.

En el proceso de relleno de fundaciones se empleará de preferencia el material extraído de las fundaciones que se encuentran dispuestos en las cercanías de los pozos excavados.

2.-MATERIALES

Materiales de relleno para fundación

El material para el relleno de fundaciones se compondrá de un adecuado y bien graduado tipo de arena, grava, escorias o piedra que esté de acuerdo a los requisitos de la obra, o como lo exija el SUPERVISOR.

El material de relleno será un suelo seleccionado fino y compactable, proveniente de las excavaciones de las obras de arte, siempre que el SUPERVISOR lo apruebe en cuanto a su calidad. Cualquier otro material adicional necesario deberá obtenerse de las obras básicas del camino o de préstamo según se prevé en la sección correspondiente, clasificación AASHTO del tipo A-4 o mayor. Finalmente, un material aprobado por el SUPERVISOR.

3.-PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN.-

Todas las excavaciones de zanjas, fosas para estructuras o para estribos de obras de arte, se harán de acuerdo a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos o según el replanteo practicado por el SUPERVISOR. Dichas excavaciones deberán tener dimensiones de las mismas, en toda su longitud y ancho marcados.

La profundidad de los cimientos para estribos indicada en los planos se considera aproximada, el SUPERVISOR podrá ordenar por escrito que se efectúen todos los cambios en las dimensiones o profundidades que se consideren necesarios para obtener una cimentación satisfactoria en un terreno que ofrezca la resistencia de Diseño.

Los cantos rodados, troncos y otros materiales perjudiciales que se encuentran en la excavación deberán ser retirados.

Después de haberse terminado cada una de las excavaciones, el CONTRATISTA deberá comunicar al SUPERVISOR para sus efectos y no se colocarán las fundaciones como estribos, material de asentamiento, hasta tanto el SUPERVISOR no haya aprobado la profundidad de la excavación y la naturaleza del material de cimentación.

Todo el material rocoso u otro material duro para cimentación, deberá ser limpiado, eliminando de los mismos residuos sueltos y se labrará hasta presentar una superficie firme y horizontal, ya sea por medio de emparejamiento, apisonado o recortado según lo ordene el SUPERVISOR. Toda la roca fina y desintegrada, así como estratificaciones de poco espesor deberán ser removidas. Cuando los cimientos deban descansar sobre un material que no sea roca, la excavación deberá hacerse hasta la cota final, operación ésta que se hará recién en el momento de cimentar. Cuando el material de fundación sea blando, lodoso o inadecuado en otro sentido, según criterio del SUPERVISOR, el CONTRATISTA deberá extraer el material inapto y remplazarlo por arena, grava o escoria graduadas.

Utilización de materiales de excavación

En lo posible, todo el material proveniente de excavaciones deberá utilizarse para rellenos o terraplenes. El material sobrante colocado provisionalmente, con autorización o no, en un curso de agua, deberá disponerse finalmente de tal manera que no obstruya o afecte en algún otro modo el aspecto estético de la obra de arte.

Ninguna porción de material excavado podrá depositarse, en momento alguno, de manera que pueda poner en peligro la obra de arte parcialmente terminada.

Rellenado y terraplenado de fundaciones

Las zonas excavadas alrededor de las obras de arte, deberán ser rellenadas con material aprobado, colocando en capas horizontales no más gruesas de 15 cm, hasta llegar nuevamente a la cota del terreno natural original. Cada capa será humedecida u oreada según sea necesario, y compactada íntegramente con compactadoras mecánicas.

Al colocar rellenos o construir terraplenes, el material empleado deberá colocarse en lo posible, simultáneamente a la misma cota de elevación en ambos lados de un estribo, pila o muro. Cuando las condiciones existentes exijan efectuar el relleno más alto de un lado que del otro, el material adicional correspondiente al costado más elevado, no deberá ser colocado hasta que el SUPERVISOR lo permita y, con preferencia, no antes que el hormigón o la mampostería estuviera 14 días en su lugar, o hasta que los resultados de ensayos efectuados con la supervisión del SUPERVISOR, establezcan que el hormigón o la mampostería haya alcanzado suficiente solidez para resistir cualquier presión originada por los métodos aplicados a los materiales puedan ser colocados sin provocar daños o tensiones que excedan de determinado factor de seguridad.

El relleno o terraplenado no deberá efectuarse detrás de los muros con losa de hormigón hasta que se les haya aplicado la losa superior y ésta estuviera totalmente fraguada. El relleno y terraplenado detrás de los estribos, soportado por la parte superior de la superestructura, y detrás de los muros laterales de alcantarillas, deberán ejecutarse simultáneamente en cada estribo o muro opuesto.

Todos los terraplenes adyacentes a las obras de arte deberán constituirse en capas horizontales y compactarse tal como lo determina la sección correspondiente, excepto que se podrán usar aplanadoras mecánicas para obtener la compactación requerida. Se deberán tomar especiales precauciones para evitar cualquier efecto de cuña contra las estructuras, y todos los taludes a unir existentes en la zona, que deberán ser rellenados, se realizarán en forma escalonada o dentada, para evitar una acción de los mismos con efectos de cuña.

La colocación de terraplenes y el escalonado de los taludes deberá continuar de manera tal, que en todo momento exista una capa horizontal de material bien compactado, en una longitud por lo menos igual a la altura de los muros a rellenar; excepto los casos en que estos lugares estuviesen ocupados por el material original no afectada por los trabajos de la obra.

3.-MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

La medición de este ítem se realizará por metro cúbico de excavación realizada para las fundaciones de pilas y estribos, aprobados, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor.

Los trabajos ejecutados con materiales aprobados y en todo de acuerdo con estas especificaciones, según lo previsto en el párrafo anterior, serán pagados a los precios unitarios de la propuesta aceptada y por metro cúbico. Este precio será la compensación total por todos los gastos de mano de obra, herramientas, materiales y otros indirectos que inciden en el precio de este trabajo.

ESPECIFICACIONES PARA HORMIGONES

ITEM 5 HORMIGON SIMPLE POBRE C/ENRASE DE FUNDACIÓN

ITEM 5.1 HORMIGON P/FUNDACION ESTRIBOS TIPO A

ITEM 5.2 HORMIGON P/VIGAS PRETENSADAS TIPO P

ITEM 5.3 HORMIGON P/DIAFRAGMAS TIPO A

ITEM 5.4 HORMIGON P/LOSA DE TABLERO TIPO A

ITEM 5.5 HORMIGON P/VIGAS DE BORDE

ITEM 5.6 HORMIGON P/ ACERA TIPO A

ITEM 5.7 HORMIGON P/ POSTES TIPO A

ITEM 5.8 HORMIGON P/BARANDADO TIPO A

1.-DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en la construcción de obras de arte de hormigón armado, ejecutada de conformidad con los alineamientos, cotas y dimensiones indicados en los planos y ordenados por escrito por el SUPERVISOR.

El hormigón estará compuesto de cemento tipo portland normal, agregado grueso, agregado fino, agua, aditivos que fueran requeridos, dosificado y mezclados de acuerdo a las presente especificación.

2.-MATERIALES

Cemento

El cemento Portland deberá llenar las exigencias de la especificación AASHTO M-85

El cemento usado en la obra será un cemento Portland.

El CONTRATISTA proveerá medios adecuados para almacenar el cemento y protegerlo de la humedad, sobre bases separadas por lo menos 30 cm del suelo. En caso de disponerse de distintos tipos de cemento, los mismos deberán almacenarse por separado y no serán mezclados.

Las bolsas de cemento que por cualquier circunstancia hayan fraguado parcialmente o que contengan terrones de cemento aglutinado, deberán ser rechazadas.

Agua

Todo el agua utilizará en el hormigón deberá ser aprobada por el SUPERVISOR y carecerá de aceites, ácidos, álcalis, sustancias vegetales, azúcar e impurezas y, cuando el SUPERVISOR lo exija, se someterá el agua a un ensayo de comparación con agua destilada. La comparación se efectuará mediante la realización de ensayos normales para la durabilidad, tiempo de fraguado y resistencia del mortero.

Cualquier indicación de falta de durabilidad, una variación en el tiempo de fraguado en más de 30 minutos, o una variación en menos, mayor de un diez por ciento (10%) en la resistencia obtenida en ensayos efectuados con mezclas que contengan agua destilada, será causal suficiente para proceder al rechazo del agua sometida a dichos ensayos.

Agregados finos

Los agregados finos para el hormigón se compondrán de arenas naturales, previa aprobación de otros materiales inertes de características similares, que posea partículas durables. Los agregados finos provenientes de distintas fuentes de origen no deberán depositarse o almacenarse en un mismo caballete de acopio ni usarse en forma alternada en la misma obra de construcción sin permiso especial del SUPERVISOR.

Los agregados finos no podrán contener sustancias perjudiciales que excedan de los siguientes porcentajes:

- Terrones de arcilla: 1% ensayo AASHTO T-112
- Carbón y lignito: 1% ensayo AASHTO T-113
- Material que pase el tamiz N°200 3% ensayo AASHTO T-11

Otras sustancias perjudiciales tales como esquistos, álcalis, mica, granos recubiertos y partículas blandas y escamosas, no deberán exceder el cuatro por ciento (4%) del peso del material.

Los agregados finos que no cumplan con las exigencias de durabilidad, podrán aceptarse siempre que se pueda probar con evidencias a satisfacción del SUPERVISOR, que un hormigón de proporciones comparables, hecho con agregados similares obtenidos en la misma fuente de origen, hayan estado expuestos en similares condiciones ambientales, durante un periodo de por lo menos 5 años sin desintegración apreciable.

Las exigencias de durabilidad pueden omitirse en el caso de agregados destinados al uso en obras de arte o porciones de estructuras no expuestas a la intemperie.

Cuando los citados agregados acusen, en ensayos efectuados en el transcurso de la ejecución de la obra, un color más oscuro que las muestras aprobadas inicialmente para la obra, su uso deberá ser interrumpido hasta que se hayan efectuado ensayos satisfactorios al SUPERVISOR, para determinar si el cambio de color indica la presencia de una cantidad excesiva de sustancias perjudiciales. Las muestras de mortero que contengan agregados finos, sometidos a ensayos por el método AASHTO T-71, tendrá una resistencia a la

compresión, a los 7 y a los 28 días, no inferior al noventa por ciento (90%) de la resistencia obtenida por un mortero preparado en la misma forma, con el mismo cemento y arena normal.

Los agregados finos serán de graduación uniforme, y deberá llenar las siguientes exigencias:

Requisitos de Granulometría para agregados finos.

| Nº DE TAMIZ | PORCENTAJE QUE PASA EN PESO |
|----------------|-----------------------------|
| 3/8 de pulgada | 100 |
| Nº 4 | 95 - 100 |
| Nº 16 | 45 - 80 |
| Nº 50 | 10 - 30 |
| Nº100 | 2 - 10 |

Los agregados finos que no llenen las exigencias mínimas para el material que pase los tamices 50 y 100, podrán usarse siempre que se les agregue un material fino inorgánico inerte aprobado, para corregir dicha deficiencia de graduación.

Los requisitos de graduación fijados precedentemente, son los límites externos a utilizar en la determinación de las condiciones de adaptabilidad de los materiales provenientes de todas las fuentes de origen posibles. La graduación de materiales de ninguna de tales fuentes, podrá tener una variación en su composición, que este más allá del régimen de valores fijados para elegir una fuente de aprovisionamiento. A los fines de determinar el gasto de uniformidad se hará una comprobación del módulo de fineza con muestras representativas enviadas por el CONTRATISTA de todas las fuentes de aprovisionamiento que él mismo le proponga usar.

Agregados gruesos

Los agregados gruesos para hormigón se compondrán de piedras trituradas, gravas u otro material inerte aprobado de características similares, y estarán constituidos de partículas durables y carentes de recubrimiento adheridos indeseables.

Los agregados no podrán tener substancias perjudiciales que excedan de los siguientes porcentajes en peso:

- Terrones de arcilla Ensayo AASHTO T-112 0,25%
- Material que pase el tamiz N° 200 Ensayo AASHTO T-11 1%
- Partículas planas o alargadas (longitud mayor que 5 veces su espesor máximo) 10%
- Carbón lignito Ensayo AASHTO T-113 1%

Otras substancias inconvenientes de origen local no podrá exceder el cinco por ciento (5%) del peso del material.

Los agregados gruesos deberá tener un porcentaje de desgaste no mayor de cuarenta por ciento (40%), a 500 revoluciones por minuto al ser sometidos al ensayo por el método AASHTO T-96. Cuando los agregados sean sometidos a 5 ciclos de ensayo de durabilidad con sulfato de sodio empleando las muestras designadas como alternativa B del método AASHTO T-104, el porcentaje pesado de perdidas no podrá exceder del doce por ciento (12%).

Los agregados gruesos deberán llenar las exigencias de la tabla correspondiente para el o los tamaños fijados y tendrán una graduación uniforme entre los límites especificados.

EXIGENCIAS DE GRADUACION PARA AGREGADOS GRUESOS

| Tamaño de tamices | 3 75mm | 2 1/2" 63mm | 2" 50mm | 1 1/2" 37,5mm | 1" 25mm | 3/4" 19mm | 1/2" 12,5mm | 3/8 " 9,5mm | N° 4 4,75mm | N° 8 2,36mm |
|-------------------|-----------|----------------|------------|------------------|------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1/2" - N°4 | | | | | | 100 | 90 - 100 | 40 - 70 | 0 - 15 | 0 - 5 |
| 3/4" - N°4 | | | | | 100 | 90 - 100 | | 20 - 55 | 0 - 10 | 0 - 5 |
| 1" - N°4 | | | | 100 | 95 - 100 | | 25 - 60 | | 0 - 10 | 0 - 5 |
| 1 1/2" - N°4 | | | 100 | 95 - 100 | | 35 - 70 | | 10 - 30 | 0 - 5 | |
| 2" - N°4 | | 100 | 95 - 100 | | 35 - 70 | | 10 - 30 | | 0 - 5 | |
| 1 1/2" - 3/4" | | | 100 | 90 - 100 | 20 - 55 | 0 - 15 | | 0 - 5 | | |
| 2" - 1" | | 100 | 90 - 100 | 35 - 70 | 0 - 15 | | 0 - 5 | | | |
| 2 1/2" - 1 1/2" | 100 | 90 - 100 | 35 - 70 | 0 - 15 | | 0 - 5 | | | | |

3.-EQUIPO

La naturaleza, capacidad y cantidad del equipo a emplear dependerá del tipo y dimensiones de la obra que se ejecute. El CONTRATISTA deberá presentar una relación detallada del equipo a emplearse en la obra, para la consideración y aprobación del ingeniero.

4.-EJECUCION

Dosificación

El hormigón consistirá en una mezcla de cemento portland, agregados y agua.

Las mezclas serán dosificadas por el CONTRATISTA con el fin de obtener las siguientes resistencias características cilíndricas de compresión a los 28 días, resistencias que estarán especificadas en los planos o serán fijadas por el ingeniero.

Clasificación y dosificación de las mezclas de hormigón

| Clase de hormigón | resistencia cilíndrica característica de compresión a los 28 días |
|-------------------|---|
| P | 35 MPa |
| A | 21 MPa |
| B | 18 MPa |
| C | 16 MPa |

Dichas resistencias deben estar controladas por ensayos previos y durante la ejecución de la obra. El contenido de cemento y de agua, asentamiento y tamaño máximo de agregados, podrá ser como sigue:

| Clase | Cant. Mín. | Relación | Revenimiento | | Tamaño máx. |
|-------|----------------------------------|--|-------------------------|------------------------|--------------------------|
| | Cemento por m ³ kg | agua/cemento a/c (máximo) lts/kg | Sin. Vib. Máx. - Mín | Con.vib. Máx. - Mín | De agregado grueso cm |
| P | 490 | 0,36 | 7,5 - 2,5 | | 2,5 |
| A | 363 | 0,49 | 10 - 5 | | 2,5 |
| B | 335 | 0,53 | 10 - 5 | | 3,8 |
| C | 306 | 0,58 | 10 - 5 | | 3,8 |

El Hormigón tipo A y P se usarán en todas las superestructuras de puentes y en infraestructuras de hormigón armado, excepto donde las secciones son macizas y están ligeramente armadas.

Evaluación de los resultados de los ensayos

La resistencia cilíndrica característica resulta de la interpretación estadística de los resultados de los ensayos. Es definida por una u otra de las siguientes relaciones:

$$f_k = f_m - K * S = f_m(1 - Kv)$$

Donde:

f_m = media aritmética de los diferentes resultados de ensayo

S = Desviación Standard

v = Desviación cuadrática media relativa o coeficiente de dispersión = S/f_m

K = Coeficiente que depende, por un lado, de la probabilidad aceptada “a priori” de tener resultados de ensayos inferiores al valor f_k y por otro, del número de ensayos que definen f_m

El valor $(1 - Kv)$ no debe ser, en ningún caso, superior a 0.87; es decir que se requiere:

$$f_m = f_k / 0.87 = 1.15 f_k \text{ o un valor mayor.}$$

Si después de construido un elemento, el valor f_m es inferior al especificado pero aún suficiente para resistir las tensiones calculadas, el elemento será aceptado, debiendo el CONTRATISTA mejorar ya sea la dosificación o el control de los trabajos, a fin de que no se repita la situación.

Si el valor f_m es inferior al especificado e insuficiente para resistir las tensiones calculadas, se procederá a extraer una muestra o probeta cilíndrica del mismo elemento para ser sometido a ensayo; si el resultado del ensayo es desfavorable, el elemento será puesto en observación hasta llegar a una decisión. En todo caso el CONTRATISTA deberá cubrir los gastos que ocasionen las situaciones antes mencionadas.

Hormigón pobre para enrase de fundación

Consiste en construir una base uniforme con el colocado y enrase con Hormigón Pobre, Luego de concluida la excavación manual y antes de proceder al enrase respectivo, el Contratista deberá realizar un ensayo de suelos a nivel de la cota de fundación, con el objeto de verificar la resistencia admisible del suelo considerada en el diseño. Luego se debe enrasar la superficie de todas las fundaciones con un Hormigón Tipo C que tenga una resistencia mínima de 16 MPa, para garantizar la obtención de una superficie de resistencia mejorada con respecto al suelo de fundación

El Objeto del enrase con hormigón pobre es obtener una superficie uniforme para la colocación de las armaduras de las fundaciones y optimizar el volumen de Hormigón resistente que sería dispuesto en lugar del Hormigón Pobre.

Fundaciones

La preparación de las fundaciones deberá efectuarse de acuerdo con las exigencias de estas especificaciones. Las profundidades de las fundaciones indicadas en los planos son solamente aproximadas y el Supervisor puede ordenar por escrito los cambios en las dimensiones y profundidades de las mismas, que puedan ser necesarios para obtener fundaciones satisfactorias. En tal caso rectificará en concordancia los planos de fundaciones.

Vibrado del hormigón

Se usará vibradores internos de alta frecuencia de tipo neumático, eléctrico o hidráulico para compactar el hormigón por un tiempo suficiente para permitir la penetración en las aristas y esquinas del encofrado y el recubrimiento de la armadura.

Los vibradores serán de tipo aprobado por el SUPERVISOR con capacidad de afectar visiblemente una mezcla bien establecida, con asentamientos de cm, a un distancia de por lo menos 0.45 metros desde el vibrador. Se usarán suficientes vibratoras para producir la consolidación del hormigón ingresante, dentro de los 15 minutos después de su colocación.

Los vibradores no serán colocados contra los moldes o el acero de refuerzo ni podrá utilizarse para desparramar o conducir el hormigón al lugar de su colocación. Los vibradores deberán manipularse para producir un hormigón carente de vacíos, de textura adecuada en las caras expuestas y de una consolidación máxima. No se deberá mantener los vibradores durante tanto tiempo en un mismo lugar que produzca una segregación del hormigón, o la superficie presente un aspecto lechoso.

Curado del hormigón

Todas las superficies del hormigón se mantendrán húmedas durante 7 días por lo menos después de su colocación, en caso de haberse usado el cemento Portland normal y durante tres días cuando el cemento empleado sea de fraguado rápido.

Las losas de calzadas y aceras serán cubiertas con arpillera, paños de algodón u otro tejido adecuado, húmedo, e inmediatamente después de terminada la superficie.

Dichos materiales deberán permanecer en su lugar durante el periodo completo de curado, o podrán ser retirados cuando el concreto haya fraguado lo suficiente como para impedir que se deforme, luego de lo cual la citada superficie será protegida inmediatamente con arena, tierra, paja, o materiales similares.

En todos los caso los materiales citados se mantendrán bien humedecidos, durante todo el periodo de curado. Todas las demás superficies no protegidas por moldes serán mantenidas húmedas, ya sea mediante regado de agua o por el uso de arpilleras, paños de algodón u otras telas adecuada, húmedas, hasta el final del periodo de curado.

Cuando se permita mantener moldes de madera en su lugar, durante el periodo de curado, los mismos se conservarán húmedos en todo momento, para evitar que se abran en las juntas.

Andamios

Los andamios se construirán sobre fundaciones de suficiente resistencia para soportar las cargas sin registrar un asentamiento apreciable. Los andamios que no puedan ser fundados sobre cimientos sólidos tendrán que apoyarse sobre pilares. Los andamios serán diseñados para estar en condiciones de soportar la carga total que les sea aplicada.

Se deberá presentar al Supervisor plano de detalle de los andamios de acuerdo con lo indicado en las especificaciones.

Las cimbras deberán construirse de un modo que permitan ser bajadas en forma gradual y uniforme.

Encofrados

Los moldes para el encofrado deberán diseñarse y construirse de modo que puedan ser sacados sin dañar el hormigón. A menos que se especifique de otro modo, los moldes para superficies expuestas se harán de madera compensada, venesta, tablas de fibra de madera prensada, madera machihembrada cepillada o metal en el cual los agujeros para pernos y remaches se encuentren embutidos de modo que se obtenga una superficie plana, lisa y del contorno deseado. Se podrán utilizar moldes de madera sin cepillar para superficies que no serán expuestas y se limpiarán íntegramente antes de usarlos una segunda vez.

Al diseñar los moldes y cimbras, el hormigón deberá considerarse como un líquido. Al calcular las cargas verticales se adoptará un peso de 24 KN/m y para las presiones horizontales se adoptará un peso no menor a 13.6 KN/m.

Los moldes para bordes serán chaflanados. El chaflán en los moldes para ángulos en lantes será requerido solamente cuando así se indique específicamente en los planos.

Los moldes deberán ser inspeccionados inmediatamente antes de la colocación del hormigón, pero tal inspección no exonerará al Contratista de toda la responsabilidad sobre la calidad y suficiencia de los moldes en todo sentido.

Los moldes serán construidos de tal modo que el hormigón terminado tenga la forma y dimensiones indicadas en los planos y esté de acuerdo con los alineamientos y pendientes. Todos los moldes serán tratados con aceite mineral u otro material que impida la adherencia del hormigón a la madera o saturados con agua inmediatamente antes de la colocación del hormigón.

Manipuleo

Los agregados serán manipulados desde los caballetes de acopio y otras fuentes, de tal manera que se obtenga un material de graduación típica. Los agregados que estuvieron mezclados con tierra o material extraño no deberán usarse.

Todos los agregados producidos o movidos por métodos hidráulicos y todos los agregados lavados, deberán acopiarse o encajonarse para su drenaje durante 12 horas por 10 menos, antes de poder ser incorporados a la dosificación. Agregados que acusen efectos de heladas no serán utilizados.

Cuando se permita colocar el hormigón en tiempo frío, el calentamiento de los agregados deberá estar de acuerdo con las exigencias establecidas por el Supervisor para tal efecto.

Dosificación en Obra

En casos en los cuales el volumen de hormigón a colocar resulta pequeño o si por otras razones fuera impracticable la dosificación mediante un equipo apropiado o cuando su ejecución en esta forma fuese demasiado onerosa para el Contratista, los materiales podrán dosificarse con permiso del Supervisor pesándose en balanzas aprobadas y plataformas, o en volúmenes sueltos. Las cantidades respectivas se medirán por separado en forma aprobada a cuyo efecto se exigirá que el Contratista disponga de un equipo que asegure una dosificación uniforme. Se podrán emplear carretillas aprobadas o cajones sin fondo, cuyos volúmenes hayan sido establecidos cuidadosamente con anterioridad.

Mezclado

El hormigón podrá ser mezclado en obra, en una mezcladora de planta, o a mano.

Mezclado en obra

El hormigón será mezclado en una mezcladora de tipo y capacidad previamente aprobados. Los materiales sólidos serán cargados a los tambores o recipientes de modo que una porción de agua entre antes que el cemento y los agregados, debiendo continuar entrando a dichos recipientes durante un mínimo de cinco segundos, después que los agregados y el cemento ya se encuentren en los mismos. El periodo de mezclado no podrá ser menor que un minuto después que todos los materiales de la composición, excepto el agua, se encuentren en el tambor de una mezcladora que tenga una capacidad de 3/4 de metro cúbico o menos. En el caso de mezcladoras de mayor capacidad que la señalada, el periodo de mezclado será aumentado en 15 segundos por cada 3/4 de metro cúbico que exceda a la capacidad antes mencionada.

Cualquier hormigón mezclado menos tiempo que el especificado será colocado fuera de la zona de operaciones y será retirado por cuenta del Contratista.

El hormigón será mezclado únicamente en las cantidades necesarias para su uso inmediato. No se permitirá la reactivación de un hormigón.

Cuando se requiera el uso de otros aditivos que no se contemplen en estas especificaciones, tales aditivos como los aceleradores y reductores de agua, solamente serán permitidos previo permiso escrito del Supervisor.

Después de una interrupción considerable en el uso de la mezcladora, esta deberá ser limpiada minuciosamente.

Mezclado a mano

No se permitirá el mezclado a mano, excepto en caso de emergencia y previo permiso escrito del Supervisor. Cuando tal permiso sea otorgado, las operaciones de mezclado solo

podrán efectuarse sobre plataformas impermeables. La arena será distribuida uniformemente sobre la plataforma y luego se distribuirá el cemento sobre la arena. Después se usarán palas para mezclar completamente la arena seca con el cemento. Luego esta mezcla se aplicará en forma de cráter, agregándole suficiente agua para producir un mortero de la consistencia especificada. El material acumulado en la parte exterior del cráter circular se paleará hacia el centro y toda la masa será revuelta hasta obtener una consistencia uniforme. Después se procederá a humedecer bien los agregados gruesos que serán introducidos en la masa revolviendo la misma durante por 10 menos 6 veces, hasta que todas las partículas de los agregados estén totalmente cubiertas con mortero y la mezcla adquiera un color y aspecto general uniformes.

Las dosis mezcladas a mano no excederán en volumen de $1/3$ de m^3 y no se admitirán para hormigones que deban colocarse bajo el agua.

Mezclado en planta

Cuando el mezclado se efectúe en una planta central, la mezcladora y los métodos de su uso serán los establecidos por las exigencias del caso.

El hormigón mezclado será transportado desde la planta central hasta la obra en camiones tipo agitador o del tipo no agitador, de diseño aprobado. La entrega del hormigón deberá regularse de tal manera que su colocación se efectúe en forma continua, excepto cuando se produzca demoras propias a las operaciones de colocación. Los intervalos entre las entregas de las distintas dosis de hormigón, no podrá ser tan grandes como para permitir al hormigón colocado un fraguado parcial y en ningún caso tales intervalos podrán exceder de 30 minutos.

Colocación del hormigón

El Contratista deberá dar aviso al Supervisor con bastante anticipación del vaciado de hormigón en cualquier parte de la estructura para obtener la aprobación de la construcción del encofrado, colocación de la armadura de refuerzo y la preparación para el mezclado y vaciado del hormigón. Sin la autorización del Supervisor el Contratista no podrá proceder al vaciado del hormigón en ninguna porción de la estructura.

El Supervisor se reserva el derecho de postergar el vaciado del hormigón siempre que las condiciones climáticas sean adversas para un trabajo bien ejecutado. En el caso de amagos de lluvia una vez vaciado el hormigón, el Contratista está en la obligación de cubrir completamente la porción trabajada.

La operación de vaciado y compactado del hormigón se hará de tal manera que se forme un conglomerado compacto, denso e impermeable y de textura uniforme. El método y forma de vaciado deberá hacerse de manera que se evite la posibilidad de segregación o separación de los agregados, así como también evitar del desplazamiento de la armadura.

Cada parte del encofrado deberá ser cuidadosamente llenada, depositando el hormigón directamente lo más próximo posible a su posición final. El agregado grueso será retirado de la superficie y el resto del hormigón, forzado con punzones alrededor y bajo la armadura sin que esta sufra ningún desplazamiento de su posición original. No será permitido el depósito de grandes cantidades de hormigón en un sólo lugar para ser esparcido posteriormente.

No debe armarse ningún encofrado sobre fundaciones de hormigón hasta que hayan transcurrido por lo menos 2 días del fraguado parcial. El hormigón para muros, columnas o aleros puede ser vaciado tan pronto como el encofrado y la colocación de la armadura de refuerzo haya sido inspeccionada y aprobada por el Supervisor.

Bombeo del hormigón.

La colocación del hormigón mediante el uso de bombas, será permitido únicamente cuando se establezcan los pliegos especiales o lo autorice el Supervisor. En tal caso, el equipo deberá tener condiciones adecuadas y capacidad para la ejecución de la obra, debiendo disponerse de modo que no se produzcan vibraciones capaces de afectar al hormigón recién colocado.

Columnas de hormigón

El hormigón para columnas se colocará en una operación continua, a menos que el Supervisor autorice otra cosa. El hormigón se dejará fraguar durante por lo menos 12 horas antes de colocar sobre carga correspondiente a los encofrados de un nuevo nivel.

Barandas y parapetos de hormigón

Los parapetos y barandas de hormigón no se colocarán hasta que las cimbras o los andamios del tramo hayan sido retirados a menos que el Supervisor lo autorice. Deberá tenerse especial cuidado para obtener moldes lisos de buen ajuste, que puedan ser mantenidos rígidamente alineados y emparejados, permitiendo su remoción sin dañar el hormigón. Todas las molduras, paneles y franjas biseladas deberán construirse de acuerdo con los planos de detalle, con juntas bien destacadas. Todos los ángulos en la obra terminada deberán ser nítidos, agudos y bien cortados, careciendo de fisuras, escamaduras u otros defectos.

Los miembros premoldeados de barandas, se construirán en moldes herméticos que impidan un escape del mortero. Dichos miembros premoldeados serán sacados de sus moldes tan pronto el hormigón resulte suficientemente duro, y se mantendrán luego cubiertos con una arpillera saturada de agua o con una lona impermeable durante por lo menos tres días. Después de este tratamiento, el curado deberá completarse por una inmersión completa en agua o por un regado, dos veces por día, durante un periodo no inferior a los siete días.

El método de almacenamiento y manipuleo debe ser tal que los bordes y esquinas se mantengan inalterados. Todo miembro premoldeado que resulte astillado, ensuciado o fisurado, antes o durante el proceso de su colocación será rechazado o retirado de la obra.

Colocación del hormigón bajo agua

El hormigón podrá depositarse bajo agua, únicamente bajo la supervisión directa del Supervisor y por el método descrito en los párrafos siguientes:

Para evitar la segregación de los materiales, el hormigón se colocará en su posición final cuidadosamente en una masa compacta mediante un embudo o cucharón cerrado de fondo movable o por otros medios aprobados, y no deberá disturbarse después de haber sido depositado.

Se deberá tener cuidado especial para mantener el agua quieta en el lugar de la colocación del hormigón, Este no deberá colocarse en corrientes de agua. El método para depositar el concreto deberá regularse de modo que se produzca superficies aproximadamente horizontales. El cucharón se bajará gradual y cuidadosamente hasta que se apoye contra la fundación preparada o en el hormigón ya vaciado. Luego será elevado lentamente durante el trayecto de descarga, con intención de mantener en lo posible, quieta el agua en el punto de descarga y de evitar la agitación de la mezcla.

Colocación del hormigón en tiempo frío

Excepto, cuando medie una autorización escrita específica del Supervisor las operaciones de colocación del hormigón se deberán suspender cuando la temperatura del aire esté en descenso y que a la sombra y lejos de fuentes artificiales de calor baje a menos

de 5°C y no podrán reanudarse hasta que dicha temperatura del aire se halle en ascenso y que a la sombra y alejada de fuente de calor artificial alguna, alcance a los 5°C.

El Contratista deberá proveer un equipo para calentar los agregados y el agua para producir un hormigón que tenga una temperatura de por lo menos 10°C y no mayor de 32°C en el

momento de su colocación en o entre los moldes. El Contratista podrá utilizar cloruro de calcio como acelerador sólo cuando la autorización del Supervisor así lo establezca. Cuando se permita el empleo de cloruro de calcio, este se empleará en forma de solución, la misma no deberá exceder de dos litros por cada bolsa de cemento y la solución será considerada como parte del agua empleada para la mezcla. Se preparará la solución disolviendo 45 Kg de cloruro de calcio en aproximadamente 57 litros de agua agregando luego más agua hasta formar 95 litros de solución.

Cuando el hormigón sea colocado en tiempo frío y se esperase que la temperatura baje a menos de 5°C, la temperatura del aire alrededor del hormigón deberá mantenerse a 10°C o más por un periodo de 5 días después del vaciado del hormigón.

Bajo ninguna circunstancia las operaciones de colocación del concreto podrán continuar cuando la temperatura del aire sea inferior a los 6°C.

Agujeros de drenaje y descarga

Los agujeros o barbacanas para el drenaje y la descarga se construirán en la forma y en los lugares indicados en los planos o requeridos por el SUPERVISOR. Los moldes para practicar, a través del hormigón agujeros de descarga, podrán ser caños de PVC, tubos de drenaje de hormigón, cajas metálicas o de madera. o. Las superficies expuestas a los drenes metálicos deberán pintarse, o quedar sin pintar según lo indiquen los planos.

Caños y conductos

Los conductos y cañerías a instalarse en el hormigón deberán ser colocados por el Contratista antes que el hormigón, a menos que se indique otra cosa.

Dichas cañerías se sujetarán rígidamente durante la colocación del hormigón, para evitar su desplazamiento.

Tiempo de remoción de encofrados

Excepto para los casos especificados en esta sección, el encofrado puede ser retirado de aquellas partes que necesiten un acabado como ser veredas, bordillos, etc., después de transcurridas por lo menos cuatro horas o cuando el hormigón haya fraguado lo suficiente como para permitir la remoción del encofrado sin dañarse.

El encofrado y apuntalamiento de aquellas porciones de la estructura que no necesiten un acabado inmediato podrán ser retirados tan pronto como el hormigón haya adquirido la resistencia a la flexión especificada y conocida previos ensayos practicados en muestras de hormigón curado bajo las mismas condiciones.

Terminación del hormigón

Todas las superficies de hormigón expuestas en las obras terminadas deberán llenar las exigencias que a continuación se detallan.

Terminación común.

Una terminación común se define como la terminación obtenida por una superficie después del retiro de los moldes, el rellenado de todos los agujeros dejados por los tensores y la reparación de todos los defectos. La superficie será recta y plana, carente de bolsillos originados por los agregados gruesos y depresiones o protuberancias. No se permitirá el empleo de mortero para recubrir superficies de hormigón que tengan que quedar expuestas.

Parchado

Tan pronto como los moldes hayan sido retirados, todos los alambres o dispositivos metálicos salientes, utilizados para mantener los moldes en su lugar y los que atraviesen el cuerpo del hormigón. Serán retirados o cortados a una distancia de por lo menos 6 mm de la superficie del hormigón. Rebordes de mortero y todas las irregularidades originadas por las juntas de los moldes deberán ser eliminados.

Todos los pequeños agujeros, depresiones, y vacíos que aparezcan después del retiro de los moldes, serán rellenados con un mortero de cemento preparado en iguales proporciones que las empleadas en la obra.

Al reparar agujeros más grandes y vacíos en forma de panel de abeja, todos los materiales gruesos o quebrados serán eliminados hasta que se obtenga una superficie de densidad uniforme, que exponga los agregados gruesos sólidos.

Los bordes alargados serán recortados hasta formar caras perpendiculares a la superficie. Todas las superficies de la cavidad serán saturadas con agua, después de lo cual se aplicará una fina capa de mortero de cemento puro. Después de ello dicha cavidad será rellenada con mortero consistente, compuesto de una parte de cemento Portland y dos partes de arena fina apisonándolo bien en el lugar. El mortero será asentado previamente, mezclándolo durante aproximadamente 20 minutos antes de usarlo.

La duración de dicho mezclado podrá variar de acuerdo con la clase de cemento usado, la temperatura, humedad y otras condiciones locales. La superficie de ese mortero será cepillada con un cepillo de madera antes que produzca su fraguado inicial, debiendo quedar de aspecto nítido y perfecto. La superficie reparada se mantendrá húmeda por un periodo de cinco días.

Para parchar secciones grandes o profundas, se deberán adicionar agregados gruesos al material de relleno, y se tomará precauciones especiales para asegurar un parche denso, bien ligado y convenientemente curado.

Causas de rechazo.

La existencia de zonas excesivamente porosas puede ser causa suficiente para el rechazo de una obra de arte o estructura.

Luego de recibir una notificación escrita del Supervisor, en el sentido de que una determinada obra ha sido rechazada, el Contratista deberá retirarla y reconstruirla nuevamente.

por su propia cuenta parcial o totalmente según se especifique en la instrucción del Supervisor.

5.-MEDICIÓN

La cantidad de hormigón a pagar será constituido por el número de metros cúbicos de dicho material, en sus distintas clases, colocado en la obra y aceptado. Al calcular el número de metros cúbicos de hormigón, para su pago, las dimensiones usadas serán las fijadas en los planos y ordenadas por escrito por el SUPERVISOR, pero las mediciones practicadas no deberán incluir hormigón alguno empleado en la construcción de tablestacas o andamios. No incluirán moldes o andamios y no se admitirán aumentos en los pagos, en concepto de una mayor cantidad de cemento empleado en alguna de las mezcla, ni para la terminación de cualquier piso de hormigón cuya construcción estuviera prevista, en los casos donde se hubiera empleado un concreto de la clase Tipo P, Tipo A, cuando hubiera estado especificado uno del tipo B, C, D, o E solo se pagará la cantidad correspondiente a los hormigones de Tipo B, C, D, E especificados.

6.-PAGO

Las cantidades denominadas en forma antes indicada, se pagarán a los precios contractuales, por unidad de medición de cada parte de la obra, para los ítems más abajo detallados, y que figuren en el programa de licitación, cuyos precios y pagos serán la compensación total en concepto de suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo toda la mano de obra, equipo herramientas, imprevistos y gastos directos e indirectos necesarios para la ejecutar la obra especificada en esta sección, excepto el acero de refuerzo y otros ítems de contrato incluidos en la estructura terminada y aceptada que se pagarán a los precios de contrato para cada uno de dichos ítems.

Con excepción del trabajo específicamente incluido bajo otros ítems de pago anotados en el formulario de licitación, la compensación por todo el trabajo especificado en la sección

deberá considerarse como incluida en los ítems de pago respectivos, y que aparecen en el formulario de licitación.

ITEM 6 APOYOS DE NEOPRENO

1.-DESCRIPCIÓN

Este trabajo comprenderá el aprovisionamiento y colocación de aparatos de apoyo de la clase, tipo y tamaño fijados en los planos, de acuerdo con las presentes especificaciones o según instrucción escrita del SUPERVISOR.

El puente pretensado consta de apoyos de neopreno en los estribos y las pilas intermedias a objeto de amortiguar las cargas ocasionadas por el impacto de los vehículos cuando estos entran en el puente con velocidades considerables. Los neoprenos a colocarse deben ser provistos por el Contratista, debiendo ser estos de buena calidad, cumpliéndolas especificaciones M 251 de la AASHTO, cumpliendo además con las tolerancias constructivas especificadas dentro de la misma norma, debiendo tener una dureza nominal mayor que 60, el módulo de corte debe ser determinado usando el test de la norma indicada

2.-MATERIALES

Los aparatos de apoyo podrán ser de plomo, cartón asfáltico, neopreno simple o neopreno compuesto, según se especifique en los planos.

Apoyos de plomo: material que será provisto por el CONTRATISTA en la cantidad necesaria para formar los apoyos de acuerdo a las dimensiones requeridas.

Apoyos de cartón asfáltico: está compuesto de capas de cartón y alquitrán, el alquitrán debe cumplir con las especificaciones de la AASHTO M-52.

Apoyo de neopreno simple: El neopreno deberá cumplir con lo requisitos establecidos en la norma AASHTO-525.

Apoyos de neopreno compuesto: el neopreno deberá cumplir lo establecido en la norma AASHTO-525 y los aceros de las láminas deberán ser del número especificado en planos, cumpliendo adecuadamente los recubrimientos mínimos y las resistencias especificadas.

Construcción y colocación

Apoyos de plomo: éstos deberán ser fundidos y vaciados en sitio o prefabricados se debe dejar una hendidura en el estribo de 2 cm. Para que el plomo quede embebido en éste.

Apoyos de cartón asfáltico: para la construcción se colocarán láminas de cartón y asfalto intercaladas y apiladas hasta completar el espesor indicado en los planos. La lámina de cartón deberá tener 1 mm de espesor y el alquitrán se fundirá y colocará a brocha sobre cada capa de cartón.

Apoyo de neopreno simple: se colocará en una superficie horizontal plana, cuyo eje deberá coincidir perfectamente con el eje del apoyo de la superestructura.

3.-MEDICIÓN

La cantidad a pagar en este concepto, se formará por el volumen en decímetros cúbicos para el neopreno simple y compuesto y en metros cuadrados para los apoyos de plomo y cartón asfáltico, indicados en los planos y aprobados por el SUPERVISOR, y estar colocados en su emplazamiento definitivo.

4.-PAGO

Las cantidades determinadas en la forma antes indicada, se pagará a precios del contrato por unidad de medición de los ítems abajo detallados y que figuran en el programa de licitación, que serán la compensación total en conceptos de suministro y colocación incluyendo materiales, mano de obra, herramientas, imprevistos, gastos directos e indirectos necesarios para completar la obra.

ESPECIFICACIONES ESPECIALES PARA CABLES DE PRETENSADO, VAINAS, ELEMENTOS DE ANCLAJE, TESADO E INYECCION DE LECHADA.

ITEM 7 CABLES P/PRETENSADO

ITEM 7.1 VAINAS DE CHAPA CORRUGADA

ITEM 7.2 CONOS DE ANCLAJE C/ACCESORIOS

ITEM 7.3 TESADO DE CABLES

ITEM 7.4 INYECCION DE LECHADA DE CEMENTO

1. MATERIALES

Cables para pretensado

Los cables están formados por torones estructurales de 0.5" de diámetro, los mismos que están constituidos por 7 hilos torzonados en forma helicoidal alrededor de un núcleo. Los torones deben cumplir con las exigencias del material de acero utilizado en las estructuras de pretensado y deben ser del Grado 270 Ksi, es decir, deben tener una resistencia a la rotura de 18980 Kg/cm², debiendo llenar todas las exigencias de las especificaciones indicadas en la norma AASHTO M 203 ó ASTM 416 Low Relaxation y se deberá presentar al Ingeniero Supervisor el certificado de calidad del material adquirido.

Vainas o ductos para la contención de cables.

Las Vainas a utilizar estarán sumergidas dentro de la masa de hormigón, de manera que deben ser de chapa galvanizada de alta resistencia y deberán tener un diámetro interior de 7.00 cm, contemplados dentro de la Norma ASTM D-3035. Las uniones entre vainas en los casos necesarios deben garantizar la hermeticidad de la vaina, para evitar pérdida de la lechada a presión y el posterior ingreso de humedad y agentes corrosivos que pongan en peligro la vida útil de los cables.

Anclajes para los cables

Los anclajes para los cables serán del tipo fijos y normales, del sistema de postensado de acuerdo a lo especificado en los planos. Los anclajes son fijos en ambos extremos de las vigas. Los conos de anclaje estarán provistos de 12 Huecos radiales para albergar los torones de 0.5” especificados en los planos y uno central para la correspondiente inyección de la lechada.

Los anclajes ubicados en ambos extremos de las vigas deberán tener un tubo metálico de protección de las vainas que sobresalga un cierto largo especificado en los planos constructivos, permitiendo que las vainas puedan encapsularse dentro del cono de anclaje y así garantizar la hermeticidad.

El tubo metálico de aproximación al cono de anclaje debe ser de Acero del Tipo A-36, según recomendaciones de la PTI.

El cono de anclaje debe estar provisto de una placa de apoyo con las dimensiones especificadas en el diseño para garantizar un correcto procedimiento durante el tesado de los cables, asimismo cada cono debe estar provisto de 12 cuñas, las mismas que por un proceso de fricción garantizan el anclaje de cada torón.

Tesado de los Cables

El tesado de los cables será de acuerdo a las fuerzas que se indica en los planos y en las fichas de tesado de la memoria de cálculo y metodología constructiva, el Contratista deberá calcular las presiones necesarias para el tesado según el sistema que utilice.

Control de tensiones de los cables

Para el control de la tensión en los cables se exigirá el cumplimiento estricto de la geometría horizontal de la rasante del tablero pero el contratista podrá utilizar otros métodos que garanticen el cumplimiento de las fuerzas exigidas en cada cable. La secuencia de tesado deberá ser de acuerdo a la metodología de construcción recomendado en el presente proyecto ó en caso contrario el Contratista propondrá otra secuencia según el método de construcción que emplee, con la aprobación correspondiente del Ingeniero Supervisor.

Inyección de los cables

Las Vainas de los cables deben tener una protección interior para los cables con lechada de cemento que incluye además un aditivo expansor que evite la CORROSION de los torones que conforman el cable, la inyección de la lechada se la debe realizar de un solo lado con una bomba inyectora con una presión media de 6 Kg/cm² suficiente para que la lechada pueda llegar hasta el extremo superior de cada cable. En el caso de que haya dificultad para el ascenso de la lechada, la inyección puede realizarse por etapas o por tramos, con la debida aprobación del Ingeniero Supervisor.

La lechada de cemento deberá satisfacer los requisitos de la norma ACI, la relación en peso agua/cemento no deberá ser mayor a 0.45, el método para trabajar con la lechada de cemento en época calurosa deberá ser presentada a la Supervisión para su respectiva aprobación. La lechada deberá tener buena adherencia con el cable, ser fluida o trabajable, deberá tener poco afloramiento, tener una adecuada expansión y no contener cloruro de calcio. La resistencia de la lechada a los 7 y 28 días de edad deberá ser mayor a 170 y 300 Kg/cm² respectivamente, para obtener una lechada con las características indicadas se deberá efectuar ensayos bajo las mismas condiciones climatológicas de la obra.

2.- EXIGENCIAS PARA LOS ACEROS DE CABLES

Resistencias elevadas a la tracción, para mantener reducidas las flechas, pérdidas del esfuerzo de tesado y que el relajamiento del acero sea pequeño. El límite 0.2 % debe ser alto, para que el acero pueda comportarse elásticamente en casos de excesos de carga viva y que sea posible aprovecharlo al máximo para la carga requerida.

Buena tenacidad, para que el acero de las tirantes no sufra una rotura frágil por defectos mecánicos (entalladuras), por deformación en frío junto a los anclajes o por otras causas.

Sensibilidad reducida a la corrosión, especialmente a la corrosión por tensión.

Tolerancias pequeñas de las características de la sección, para facilitar el control del tesado obtenido, teniendo en cuenta que se miden los alargamientos en los elementos tensores, los que se comparan con los alargamientos calculados de manera previa sobre la base de las características de las secciones transversales.

Grandes longitudes de fabricación para evitar empalmes y pérdidas de material en los casos de elementos tesados de gran longitud como son los cables de vigas pretensadas.

Ensayos de propiedades mecánicas:

1) Comportamiento en el ensayo de tracción según norma ASTM, límite elástico, límite de escurrimiento o límite plástico (límite 0.2 % de alargamiento), resistencia a tracción, módulo de elasticidad, alargamiento de rotura, estricción de rotura y alargamiento uniforme. Además de ello debe determinarse la resistencia a la rotura después de un doblado y undesdoblado de la probeta con muesca tangencial.

2) Características tecnológicas: Ensayo de doblado y desdoblado para alambres. Según norma ASTM.

3) Propiedades a largo Plazo: La resistencia oscilante a la fatiga se determina para dos tensiones superiores correspondientes al 55 % de la resistencia a tracción y al 90 % del límite plástico o límite de escurrimiento. Las relajaciones se determinan para las tres tensiones iniciales del 60, 70 y 80 % de la resistencia a tracción, a temperatura ambiente interior. El comportamiento a la corrosión se determina empleando diferentes disolventes de prueba.

4): Comportamiento a la adherencia: En tanto que los aceros hayan sido previstos para su empleo en bancos de tesado, o bien para anclaje extremo, sea este por adherencia o por fijación y rozamiento, se determina además su comportamiento a la adherencia.

3.- EXIGENCIAS PARA LAS VAINAS

Deben tener buena rigidez, a pesar de su flexibilidad, no deben presentar abolladuras al ser pisadas (carga 100 Kg.)

Estanquidad de las costuras y uniones para evitar la penetración de humedad o fuga de la lechada de cemento inyectada a presión.

Grandes longitudes de fabricación a fin de reducir el número de uniones. Las cuplas de llenado a presión, o para ventilación de la vaina deben estar firmemente fijadas a la misma. Los tubos de conexión en las zonas de llenado en la actualidad son de material sintético corrugado.

Cuando el elemento tensor es introducido posteriormente en vainas previamente colocadas, el diámetro de la misma debe elegirse de manera que tenga una buena holgura, para el caso de cables de 12 torones de ½” el diámetro interior de la vaina debe ser de 700 cm.

4.- EXIGENCIAS PARA EL MORTERO DE INYECCION

En lo posible, asentamiento reducido del mortero como consecuencia de la sedimentación y retracción, la disminución de volumen debe ser como máximo del 2 %.

Fluidez satisfactoria: que debe mantenerse hasta terminar la inyección en cada vaina.

Resistencia cilíndrica a la compresión: (probetas de 10 cm de diámetro y 12 cm de altura) a los 7 días 200 Kg/cm², a los 28 días 300 Kg/cm².

Resistencia a las heladas: no debe haber aumento alguno de volumen para un único enfriamiento hasta -20° C en probetas de 3 días de edad y almacenadas a +5° C.

Estas condiciones son cumplidas por lo general por la mayoría de los cementos Pórtland de mediana finura de molienda. Se recomienda el uso de aditivos fluidificantes y expansores como ser polvo de aluminio, pero deben ser especialmente aprobados para su uso.

En lo que se refiere a la corrosión por tensión, ni los cementos ni los aditivos deben contener cloruros. También hay que prevenir el uso de aditivos químicos que no hayan sido ensayados.

Los agregados como ser polvo de piedra no significan ninguna ventaja en su uso y no deben superar el 20 % en proporción. Arena fina hasta de 1 mm se acepta en el mortero de inyección cuando se tienen grandes aberturas en las vainas.

5.-MEDICIÓN

La medición será efectuada en metros lineales colocadas en su posición definitiva, es decir, en el caso del cable para pretensado se medirá en metros lineales colocados en obra, las vainas también se medirán en metros lineales colocados en las vigas respectivas. Los anclajes se medirán en piezas, las mismas que deben estar provistas de todos sus

componentes, es decir, cono de anclaje, tubo de aproximación, placa de apoyo y las cuñas de anclaje para cada torón.

En el caso del tesado e inyección de los cables, se medirán en metros lineales concluidos, considerando las longitudes de las vainas.

6.-PAGO.

Las cantidades denominadas en forma antes indicada, se pagarán a los precios contractuales, por unidad de medición de cada parte de la obra. cuyos precios y pagos serán la compensación total en concepto de suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo toda la mano de

obra, equipo herramientas, imprevistos y gastos directos e indirectos necesarios para la ejecutar la obra especificada en esta sección, excepto el acero de refuerzo y otros ítems de contrato incluidos en la estructura terminada y aceptada que se pagarán a los precios de contrato.

ESPECIFICACIONES PARA JUNTA Y CANTONERA

ITEM 8CANTONERA DE PERFIL L

ITEM 8.1 JUNTAS DE DILATACION P/PUENTE

1.-DESCRIPCIÓN

Este ítem consiste en la colocación de materiales compresibles y expansibles en aquellos sitios que han sido dispuestos para juntas de dilatación, es decir en las separaciones de vigas simplemente apoyadas como el caso de tramos simples de vigas pretensadas y en los extremos, es decir entre el tablero y los estribos.

La función principal del material de junta e permitir el alargamiento y retracción de los elementos estructurales longitudinales cuando estos experimentan cambios bruscos o graduales de temperatura y debido a otros fenómenos como son la retracción lenta del hormigón, acortamiento elástico y otros fenómenos que originen variaciones en las dimensiones de los elementos.

Otra de las funciones de las juntas de dilatación es la de evitar que se introduzcan en la junta, elementos rígidos como ser piedras y otros que alteren la libre deformación de los elementos estructurales.

Las cantoneras son elementos estructurales metálicos, colocados en los extremos de los tramos de losa para contener la junta de dilatación y proteger los bordes del desgaste por el paso de los vehículos.

2.-MATERIALES

El material prefabricado para juntas de dilatación y construcción deberá ser de las dimensiones específicas en los planos. Este material tendrá tal conformación que en climas fríos o calurosos no sufra deformación debido a su manipulación en la obras. No se permitirá material que tenga más de dos fajas delgadas de refuerzo; aquellos pedazos que hayan sufrido daños en el transporte o en su manejo serán retirados de la obra.

El material para juntas de dilatación deberá reunir los requisitos de cualquiera de los tipos más abajo indicados a menos que se especifique de otra manera en los planos o en las especificaciones correspondientes.

TIPO I Material moldeado de corcho o de plastoformo, deberá estar compuesto de partículas limpias de corcho con resina sintética como material ligante y de acuerdo al ensayo D-544, Tipo I y IV corcho, de las especificaciones para rellenos de juntas de dilatación para concretos - A.S.T.M.

TIPO II Material premoldeado de fibra bituminosa, compuesta de fibra de caña u otro tipo de fibra de naturaleza celular finalmente aprensada y uniformemente impregnada con un ligante asfáltico adecuado y que reúna los requisitos del ensayo M - 59-52 de las especificaciones para rellenos de juntas de dilatación para concretos (tipo fibra bituminosa) AASHTO.

TIPO III Material bituminoso premoldeado, deberá ser una composición de asfalto o alquitrán de calidad aprobada y el betumen uniformemente impregnado con un agregado conveniente para disminuir a un mínimo su fragilidad a bajas temperaturas. Este material deberá llenar los siguientes requisitos al ser ensayado de acuerdo a la prueba R-42 de la AASHTO.

1. Absorción, no más de cinco por ciento (5%) por peso.
2. Deformación, no más de 1 ½”.
3. Fragilidad, este material no deberá resquebrajarse o quebrarse al ser sometido al ensayo de fragilidad.

Los perfiles L metálicos debe ser de las dimensiones especificadas en los planos constructivos y deben cumplir con las especificaciones técnicas del acero estructural de acuerdo a la norma ASTM.

El contratista debe cuantificar todos lo materiales necesarios para el presente ítem, para que la junta sea ejecutada de acuerdo a los detalles de los planos constructivos, garantizando el funcionamiento de la misma de acuerdo a las exigencias de las presentes especificaciones técnicas.

3.-EJECUCIÓN

La colocación de las cantoneras deberá realizarse con el mayor esmero posible, a fin de que garanticen el espesor de las juntas de dilatación y se evite que durante su vida útil estos elementos puedan ser desprendidos de la losa de calzada.

Los perfiles deben ser soldados cada 20 cm. a los ganchos de acero Fe 12, mismos que serán asegurados a las armaduras de la losa. Este proceso de asegurado debe realizarse antes del hormigonado de los elementos donde se colocará las cantoneras, para que se pueda tener un acoplamiento perfecto del perfil a hormigón del elemento estructural.

Para la colocación de las juntas, previamente se debe disponer de planchas metálicas con las dimensiones especificadas en los planos, mismas que deben soldarse a los perfiles L en ambos lados de la junta, estos elementos cumplen la función de sostener el material de la junta, evitando que este se hunda dentro del espacio inferior del tablero.

La colocación del material debe realizarse de manera tal que no se salga con facilidad en la etapa de servicio, es decir que el contratista debe prever de elementos que aseguren el material compresible de la junta a los elementos resistentes que constituyen la misma.

4.-MEDICIÓN

La medición será efectuada en metros lineales de junta con todos sus accesorios colocados en su posición definitiva y aprobada por el Supervisor del Proyecto.

5.-PAGO

El pago será efectuado de acuerdo a la unidad de medición. El precio unitario de contrato, constituirá la remuneración total por concepto de materiales, mano de obra, equipo, herramientas, imprevistos y todo gasto directo e indirecto necesarios para la ejecución de este ítem.

ITEM 9 BARBACANAS DE PVC

1.-DESCRIPCIÓN

Este trabajo comprenderá la colocación de drenes en la calzada de rodadura del puente y en los estribos, de acuerdo con los planos y de conformidad con los alineamientos, ubicación, cotas, tamaños, dimensiones y diseños debidamente indicados, incluyendo la calidad de materiales de acuerdo a planos o según instrucción escrita del SUPERVISOR.

2.-MATERIALES

Los tubos podrán ser de PVC de 4" de diámetro mínimo con espesor mínimo entre 5 y 6 mm y deberán cumplir con los requisitos establecidos en la norma ASTM D-1785.

En caso de no existir en el mercado, se podrá usar tubería de hierro fundido galvanizado con diámetro no inferior a 4" y deberán cumplir con los requisitos establecidos en la norma ASTM A-142 u otro material que autorice el SUPERVISOR.

3.-EJECUCIÓN

Los tubos se colocarán embebidos en el hormigón, de forma que queden perfectamente empotrados, tanto en el tablero como en los estribos.

Los tubos en su parte inferior del tablero deben estar colocados en forma de sesgo a 45° y sobresalir 10 cm de la parte inferior de la losa. Se deberán colocar cuando el encofrado está armado y cuando el acero de refuerzo está siendo colocado, deberán estar debidamente sujetos a la armadura a fin de evitar deslizamientos e inclinaciones de los drenes.

En el caso de los estribos se dispondrán de drenajes c/2.00 m en el sentido horizontal y vertical, la disposición vertical será en forma piramidal, es decir, que se debe formar líneas de drenes a 45° con la horizontal.

4.-MEDICIÓN

La cantidad a pagarse en este concepto, se formará por el número de metros lineales de tubo de diámetro indicado en los planos, colocados en la obra, medidos de borde a borde de cada dren.

5.-PAGO

Las cantidades determinadas en la forma antes indicada, se pagarán a precios de contrato por unidad de medición, para los ítems abajo detallados. Dicho precio y pago serán la compensación total en concepto de suministro y colocación, incluyendo materiales, mano de obra, herramienta, imprevistos, gastos directos e indirectos necesarios para completar la obra prescrita en esta sección.

ITEM 10 ACERO ESTRUCTURAL CORRUGADO

1.-DESCRIPCIÓN

Esta especificación gobernará la provisión y colocación de armadura de refuerzo para hormigón armado en las dimensiones y cantidades indicadas en los planos.

2.-MATERIALES

La cantidad de acero a emplear será la especificada en el proyecto y se ajustará a las prescripciones de AASHTO M-31 (ASTM 615)

El alambre de amarre deberá satisfacer los requisitos de la ASTM, designación A-825.

3.-EQUIPO

La naturaleza, capacidad cantidad de equipo a utilizarse dependerá del tipo dimensiones de la obra a ejecutar. El Contratista presentará una relación detallada del equipo para cada obra, o conjunto de obras, para la aprobación escrita del ingeniero.

4. –EJECUCION

Corte y doblado

El corte doblado de las barras debe efectuarse en frío, de acuerdo estrictamente con las formas dimensiones indicadas en los planos. Cualquier variación o irregularidad en el doblado motivará que las barras sean rechazadas.

Empalmes

No se permitirá empalmes excepto en los lugares indicados en los planos o aceptado por escrito por el ingeniero.

Los empalmes se efectuarán por superposición de los extremos en una longitud no menor de 40 veces al diámetro de la barra, sujetándolos con alambre de amarre, excepto cuando se

indiquen empalmes soldados, en cuyo caso la soldadura se hará de acuerdo con las especificaciones pertinentes.

Colocación

Las barras de acero para armadura deberán estar exentas de cualquier material nocivo, antes de colocarlas en los encofrados.

Las armaduras deberán colocarse en los encofrados en las posiciones indicadas proyecto y amarrada entre si por medio de alambre de amarre. La condición especial a cumplir, será que las barras de refuerzo una vez colocadas mantengan rigurosamente el esparcimiento calculado y formen un conjunto rígido sin que puedan moverse ni deformarse al vaciar el hormigón y apisonarlo dentro los encofrados.

La colocación y fijación de los refuerzos en cada sección de la obra deberá ser aprobada por el ingeniero antes de que se proceda al vaciado del hormigón

5.- CONTROL POR EL INGENIERO

Tolerancia

El diámetro medio, en caso de barras lisas de sección circular, podrá determinarse mediante un calibrador.

En caso de barras con ranuras o estrías, o de sección no circular, se considera como diámetro medio el diámetro medio al diámetro de la sección transversal de una barra de acero ficticia, de sección circular, con un peso por metro igual al de la barra examinada (peso específico del acero: 7850 Kg./ m^3)

El peso nominal de las barras es el que corresponde a su diámetro nominal. El peso real de las barras, con diámetro nominal igual o superior a 3/8". debe ser igual a su peso nominal con una tolerancia de más. Menos (-) 10% en caso suministro de barras de la misma sección manual nominal, debe verificarse si son respetadas las tolerancias indicadas.

Ensayos de control

El Contratista Tendrá la obligación de presentar certificados sobre la calidad de los aceros expedidos por laboratorios especializados locales o del exterior del país cubriendo principalmente lo siguiente.

- a) Resistencia de la tracción, incluyendo la determinación de la tensión de fluencia, tensión de ruptura y módulo de elasticidad.
- b) Doblado.

Condiciones requeridas

Las barras no deberán presentar defectos perjudiciales tales como: fisuras, escamas, oxidación excesiva y corrosión. Las barras que no satisfagan esta especificación serán rechazadas. Si el porcentaje de barras defectuosas fuera elevado, a tal punto que torne prácticamente imposible la separación de ellas, todo el lote será rechazado.

Los ensayos de tracción deben demostrar que la tensión de fluencia, tensión de ruptura y módulo de elasticidad son iguales o superiores a los mínimos fijados.

Almacenamiento

Todo material a utilizar para refuerzos metálicos será almacenado sobre una plataforma de madera y Otros soportes aprobados, protegido de cualquier daño mecánico y deterioro de la superficie causado por su exposición a condiciones que produzcan herrumbre.

Al ser colocado en la estructura el material deberá estar libre de polvo, escamas, herrumbre, pintura, aceites u otros materiales que perjudiquen su ligazón con el hormigón.

6.- MEDICION

El acero para el hormigón armado .será medido por kilogramo sobre la base del peso teórico de acero de armadura colocado en la obra de acuerdo con las planillas que figuran en los planos. Sin considerar adiciones por pérdidas, ya que las mismas están consideradas en los rendimientos de los precios unitarios correspondientes

7. - PAGO

El acero para hormigón armado medido en Kg, será pagado al precio unitario contractual correspondiente al ítem de pago definido presentado en el Formulario de Propuesta.

Dicho precio incluye el aprovisionamiento colocación de todos los materiales así como toda la mano de obra, equipo herramientas e imprevistos necesarios para la ejecución de los trabajos provistos en esta Especificación.

ITEM 11 LANZAMIENTO DE VIGAS

1.- DEFINICION

Este trabajo consistirá en la manipulación y colocación de las vigas prefabricadas de hormigón pretensado, todo de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes, perfiles transversales y dimensiones indicadas en los planos de construcción. El lanzamiento comprenderá las tareas de levantamiento, traslado y colocación definitiva de las vigas, desde el lugar de fabricación hasta su posición final en el lugar de la obra.

2.-MATERIALES

Las herramientas y equipo para el lanzamiento, serán propuestos y proporcionados por el Contratista previa inspección y aprobación del Supervisor.

3.- EJECUCION

Antes de proceder al lanzamiento de las vigas prefabricadas, el Contratista deberá presentar ante el Supervisor, para su aprobación todo el esquema y programa de ejecución a llevará adelante en el trabajo de lanzamiento. Aún cuando esto no libera al Contratista de su

responsabilidad, el Supervisor deberá efectuar un control minucioso del sistema de lanzamiento propuesto, a objeto de evitar riesgos innecesarios en el trabajo.

Se tendrá especial cuidado en el manipuleo y transporte de las vigas, las cuales se transportarán en posición vertical y los puntos de apoyo y direcciones de las reacciones con respecto a la viga deberán ser aproximadamente los mismos durante el transporte que cuando la viga quede en posición final en la obra. Si al Contratista le pareciera conveniente transportar y lanzar las vigas en otra posición que la señalada anteriormente, lo hará por su propia cuenta y riesgo, después de notificar por escrito al Supervisor de su intención de hacerlo. así.

Se tomarán precauciones durante la operación, para evitar agrietamiento o rotura del elemento. Elementos dañados durante el manipuleo, transporte o lanzamiento serán repuestos por el Contratista por su propia cuenta.

4.-MEDICION Y FORMA DE PAGO

Este ítem será medido por unidad de viga lanzada constituyente del puente vehicular a construirse.

La cantidad determinada en la forma antes mencionada, se pagará a precios del contrato por unidad de medición. Dicho precio y pago será la compensación total en concepto de suministro y colocación, incluyendo materiales, mano de obra, herramientas, equipos, maquinaria y gastos directos e indirectos necesarios para completar la obra prescrita en esta sección.

ITEM 12 RELLENO Y COMPACTADO DE ACCESOS C/MAQUINARIA

1.- Definición.

Este trabajo consistirá en la colocación de terraplenes y rellenos de material excavado, todo de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes, perfiles transversales y dimensiones indicadas en los planos o proporcionados por el Supervisor de obra. La construcción comprenderá las tareas de esparcimiento,

humedecimiento o desecación según sea necesario y compactación de los materiales acopiados en el sitio de trabajo.

2- Materiales, herramientas y equipo.

El material para terraplenes deberá resultar de un tipo adecuado, aprobado por el Supervisor. Los materiales para terraplenes y rellenos, no podrán contener fango, turba, desperdicios, elementos congelados, raíces, césped u otros materiales que sean inadecuados para su calidad como arcilla muy compresible que pudiera producir asentamientos por consolidación.

3.- Procedimiento para la ejecución.-

Antes de proceder a la colocación de los materiales para terraplenes se debe haber efectuado el trabajo de limpieza y desbroce. El material para construir el terraplén deberá colocarse en capas horizontales sucesivas en espesores compactados que no excedan de 30 cm.

Cada capa, antes de colocarse la siguiente, deberá emparejarse y alisarse por medio de moto niveladoras u otro equipo adecuado. La capa superior del terraplén deberá construirse con el material de mejor calidad disponible de las excavaciones realizadas tal como lo determine el supervisor. No se admitirá la presencia de piedras retenidas por la criba de abertura cuadrada de 3 pulgadas en los 10 cm. superiores de la subrasante.

Compactación

Cada capa de material de terraplén, deberá ser humedecida u oreada hasta lograr un contenido uniforme de humedad adecuada para una compactación máxima. Cada capa será compactada luego por medio de rodillos neumáticos o rodillos de ruedas triples.

El supervisor podrá autorizar la compactación con equipos diferentes a los especificados, siempre que demuestre que el empleo de tales equipos producirá densidades no inferiores a aquellas especificadas. La autorización del supervisor deberá otorgarse por escrito bajo las cuales dicho equipo ha de ser utilizado.

Las densidades de las capas de relleno ejecutado serán las siguientes:

Los 50cm. superiores de la subrasante deberán alcanzar el 95% de la densidad máxima según AASTHO T-180. Por debajo de los 50cm. superiores los terraplenes deberán compactarse al 95% de la densidad según AASTHO T-99.

La humedad de compactación de las capas acabadas no deberá estar a más del 2% por encima o por debajo del contenido óptimo de humedad.

El contratista será responsable por la estabilidad de los terraplenes construidos bajo las cláusulas del contrato hasta la recepción definitiva de la obra y deberá reacondicionar todas las partes que hayan sido desplazadas debido a descuidos negligentes de su parte.

4.- Medición y forma de pago.

El volumen de relleno compactado ejecutado y aceptado por el supervisor será medido en metros cúbicos. Para el cálculo de la cantidad de metros cúbicos a ser pagada se aplicará el método del promedio de las áreas de dos secciones transversales consecutivas distanciadas en no más de 25 metros.

Las cantidades determinadas en la forma antes mencionada, se pagarán a precios del contrato por unidad de medición. Dicho precio y pago será la compensación total en concepto de suministro y colocación, incluyendo materiales, mano de obra, herramientas, gastos directos e indirectos necesarios para completar la obra prescrita en esta sección.

ITEM 13 LIMPIEZA GENERAL P/ PUENTE

1.-DEFINICIÓN

Este ítem contempla los trabajos de limpieza general y retiro de los escombros originados con la construcción del puente. Todos los materiales excedentes de los rellenos, mezclas de hormigón desechadas, maderas y todo tipo de escombros deben ser retirados del sitio de construcción y trasladados en Volquetas hasta los lugares destinados para admitir dichos materiales excedentes El contratista luego del proceso de Limpieza pondrá a disposición de la Supervisión dicho trabajo, para su respectiva aprobación y la correspondiente entrega de la obra a la Entidad Ejecutora, con lo que se dará por concluido los trabajos de construcción.

2.-MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO

El contratista realizará los trabajos arriba nombrados con las herramientas y equipo conveniente debiendo previamente obtener la aprobación de las mismas por parte de Ingeniero Supervisor.

3.-PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN

Una vez que la construcción del puente este concluida en su totalidad, previa aprobación del ingeniero supervisor, se procederá a la limpieza total o por tramos, para dejar el camino expedito de derrumbes y escombros, para proceder a la inauguración y puesta en servicio. El trabajo de retiro de escombros, limpieza y corrección de fallas se lo hará con el equipo aprobado por el ingeniero supervisor

4.-MEDICIÓN

Este ítem se medirá en forma global para todo la obra limpiada, misma que deberá ser previamente aprobado por el ingeniero supervisor destinado para este trabajo

5.-FORMA DE PAGO

Este ítem será pagado en forma global, luego de concluido este ítem se pondrá en operación la obra de arte, el pago es el corresponde a todos los gastos de mano de obra, materiales y equipo que sean necesarios para la conclusión de este ítem. El pago se realizará bajo la siguiente denominación.

ANEXO XI

Sistema de Pretensado

El sistema de pretensado usado para el presente proyecto es el sistema PROTENDE de industria brasilera, por ser uno de los más utilizados y disponibles en nuestro medio en la construcción de puentes. El presente anexo tiene la finalidad de mostrar las características de los elementos de este sistema de pretensado.

El tipo de acero de pretensado seleccionado consiste en torones de 7 hilos de 12.7 mm de diámetro (0.5Pulg). Tipo CP, 190 RB.

Se utilizarán en el proyecto, vainas metálicas de 9 torones cuyas características se muestran en los gráficos.

Tabla de Torones de 7 hilos.

| CORDOALHAS - 7 FIOS | | | | | | | |
|---|---------------------|---------------------------|------------------|-------------------------------|---|--|-----|
| Designação ABNT NBR-7483 | Diâmetro Nominal | Área Nominal do Aço | Massa Nominal | Carga de Ruptura Mínima | Carga Mínima a 1% de Alongamento | Relaxação Máxima após 1.000 h a 20°C p/ Carga Inicial de | |
| | | | | | | 70% | 80% |
| | | | | | | da Carga de Ruptura | |
| CORDOALHAS | mm | mm ² | g/m | kN | kN | % | % |
| CP. 175 RB CP. 190 RB | 12,7 | 94,2 98,7 | 744 775 | 165,7 187,3 | 149,1 168,6 | 2,5 | 3,5 |
| CP. 210 RB CP. 190 RB | 12,7 15,2 | 101,4 140,0 | 792 1.102 | 207,2 265,8 | 186,5 239,2 | 2,5 | 3,5 |
| CORDOALHAS ENGRAXADAS E PLASTIFICADAS | mm | mm ² | g/m | kN | kN | % | % |
| CP. 190 RB CP. 190 RB | 12,7 15,2 | 98,7 140,0 | 880 1.240 | 187,3 265,8 | 168,6 239,2 | 2,5 | 3,5 |
| CORDOALHAS P/ ESTAIS | mm | mm ² | g/m | kN | kN | % | % |
| CP. 177 RB | 15,7 | 150 | 1.270 | 260,5 | 229,2 | 2,5 | 3,5 |
| Módulo de elasticidade - 195 ± 10 kN/mm ² Carga mínima a 1% de alongamento, é considerada equivalente a carga de 0,2% da deformação permanente, e corresponde a 90% da carga de ruptura mínima especificada. | | | | | | | |
| Dimensões sujeitas a modificações | | | | | | | |

Características de los CABOS (Vainas)

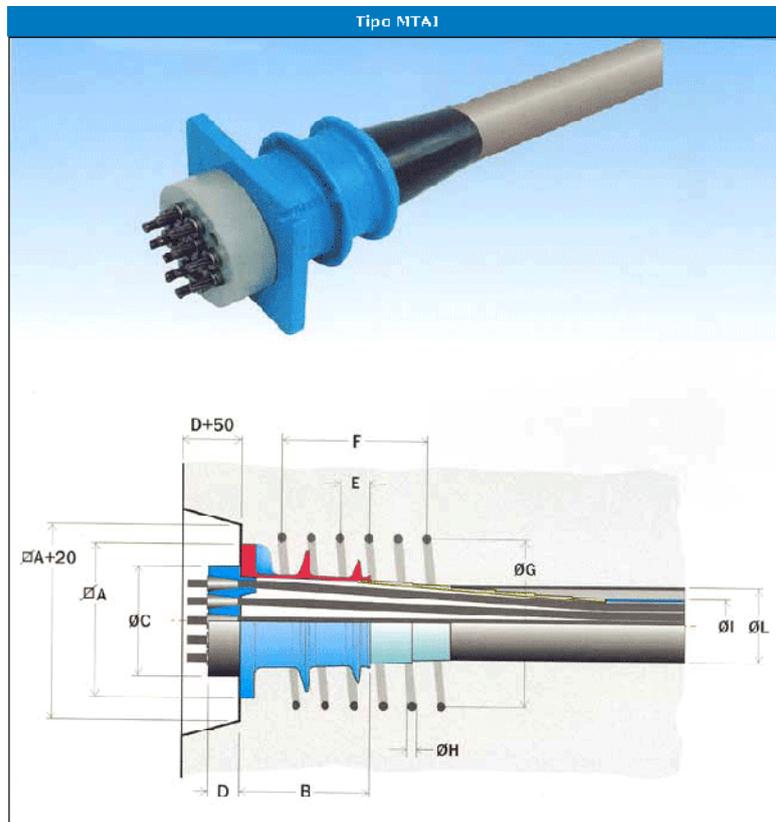
| CABOS | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------|---------|------------------------------|---------|---------------|---------|------------------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| Número de Cordoalha do Cabo | Diâmetro Interno Bainha | | Consumo de Nata para Injeção | | | | Seção Nominal de Aço do Cabo | | Massa Nominal do Cabo | |
| | mm | | Volume l / m | | Volume kg / m | | mm ² | | mm ² | |
| Un. | 12,7 mm | 15,2 mm | 12,7 mm | 15,2 mm | 12,7 mm | 15,2 mm | Ø 12,7 mm | Ø 15,2 mm | Ø 12,7 mm | Ø 15,2 mm |
| 2 | 30 | 35 | 0,6 | 0,9 | 1,1 | 1,6 | 197,4 | 280,0 | 1,550 | 2,204 |
| 4 | 40 | 45 | 1,0 | 1,2 | 1,8 | 2,2 | 394,8 | 560,0 | 3,100 | 4,408 |
| 6 | 50 | 60 | 1,6 | 2,3 | 2,9 | 4,1 | 592,2 | 840,0 | 4,650 | 6,612 |
| 8 | 55 | 65 | 1,7 | 2,4 | 3,1 | 4,3 | 789,6 | 1120,0 | 6,200 | 8,816 |
| 9 | 60 | 70 | 2,1 | 3,0 | 3,8 | 5,4 | 888,6 | 1260,0 | 6,975 | 9,918 |
| 10 | 65 | 75 | 2,6 | 3,3 | 4,7 | 5,9 | 987,0 | 1400,0 | 7,750 | 11,020 |
| 12 | 65 | 80 | 2,3 | 3,6 | 4,2 | 6,5 | 1184,4 | 1680,0 | 9,300 | 13,224 |
| 15 | 70 | 85 | 2,6 | 3,9 | 4,7 | 7,0 | 1480,5 | 2100,0 | 11,625 | 16,530 |
| 16 | 75 | 90 | 3,0 | 4,4 | 5,4 | 7,9 | 1579,2 | 2240,0 | 12,400 | 17,632 |
| 18 | 75 | 90 | 2,9 | 4,2 | 5,2 | 7,6 | 1776,6 | 2520,0 | 13,950 | 19,836 |
| 20 | 80 | 95 | 3,3 | 4,6 | 6,0 | 8,3 | 1974,0 | 2800,0 | 15,500 | 22,040 |
| 24 | 85 | 100 | 3,6 | 4,9 | 6,5 | 8,8 | 2368,8 | 3360,0 | 18,600 | 26,448 |
| 25 | 85 | 100 | 3,5 | 4,8 | 6,3 | 8,7 | 2467,5 | 3500,0 | 19,375 | 27,550 |
| 27 | 90 | 110 | 3,9 | 6,1 | 7,0 | 11,0 | 2664,9 | 3780,0 | 20,925 | 29,754 |
| 30 | 100 | 120 | 5,2 | 7,5 | 9,4 | 13,5 | 2961,0 | 4200,0 | 23,250 | 33,060 |
| 37 | 110 | 130 | 6,2 | 8,5 | 11,2 | 15,3 | 3651,9 | 5180,0 | 28,675 | 40,774 |

Para enfição posterior do cabo, adotar para diâmetro da bainha o diâmetro subsequente.

As dimensões acima são apenas indicativas, em alguns casos devem ser de acordo com os padrões PROTENDE e conforme as condições de execução.

Dimensões sujeitas a modificações

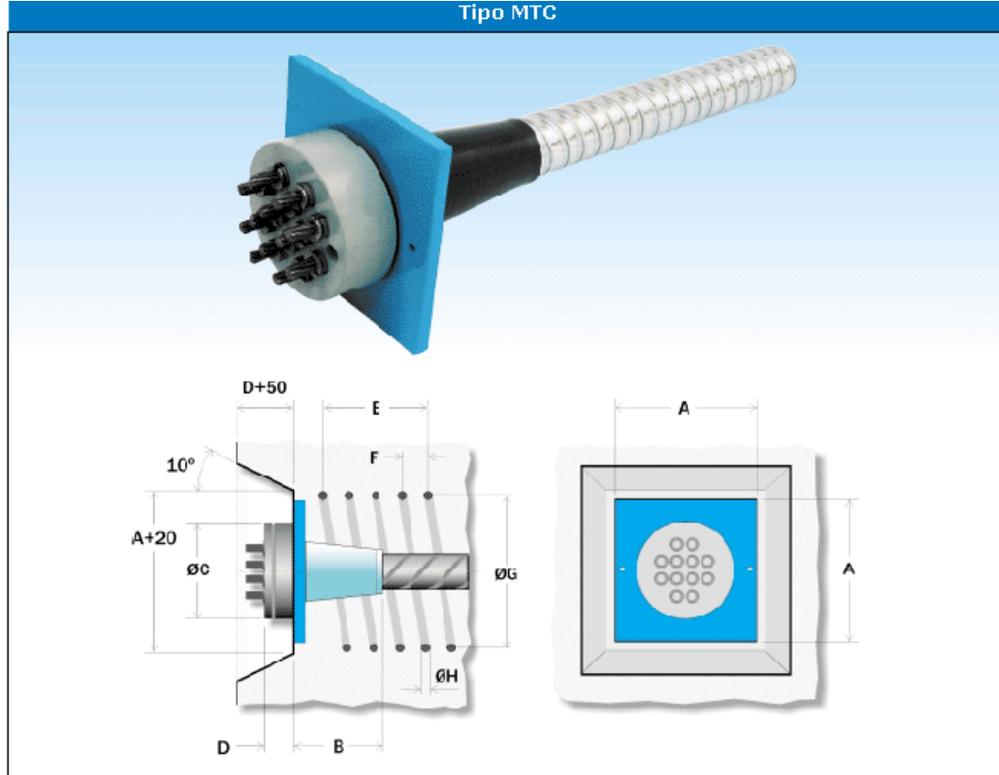
Anclajes Protende.



ARMADURA DE FRETAGEM - CA-25

| Tipo | ∅ A mm | B mm | ∅ C mm | D mm | E mm | F mm | ∅ G mm | ∅ H mm | I mm | ∅ L mm |
|----------------|-----------|---------|-----------|---------|---------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|
| 4 MTA1 15,2 | 150 | 100 | 114 | 45 | 50 | 300 | 170 | 12,5 | 100 | 60/65 |
| 7 MTA1 15,2 | 180 | 120 | 140 | 55 | 60 | 360 | 220 | 12,5 | 100 | 60/65 |
| 9 MTA1 15,2 | 200 | 180 | 165 | 57 | 60 | 360 | 250 | 12,5 | 210 | 70/75 |
| 12 MTA1 15,2 | 220 | 190 | 160 | 70 | 60 | 420 | 310 | 12,5 | 165 | 80/85 |
| 15 MTA1 15,2 | 250 | 208 | 203 | 70 | 65 | 455 | 350 | 12,5 | 300 | 85/90 |
| 19 MTA1 15,2 | 280 | 225 | 203 | 75 | 70 | 490 | 400 | 16 | 300 | 95/100 |
| 27 MTA1 15,2 * | 325 | 250 | 250 | 75 | 80 | 640 | 470 | 20 | 475 | 110/115 |
| 37 MTA1 15,2 * | 400 | 360 | 280 | 85 | 80 | 720 | 580 | 20 | 575 | 130/135 |

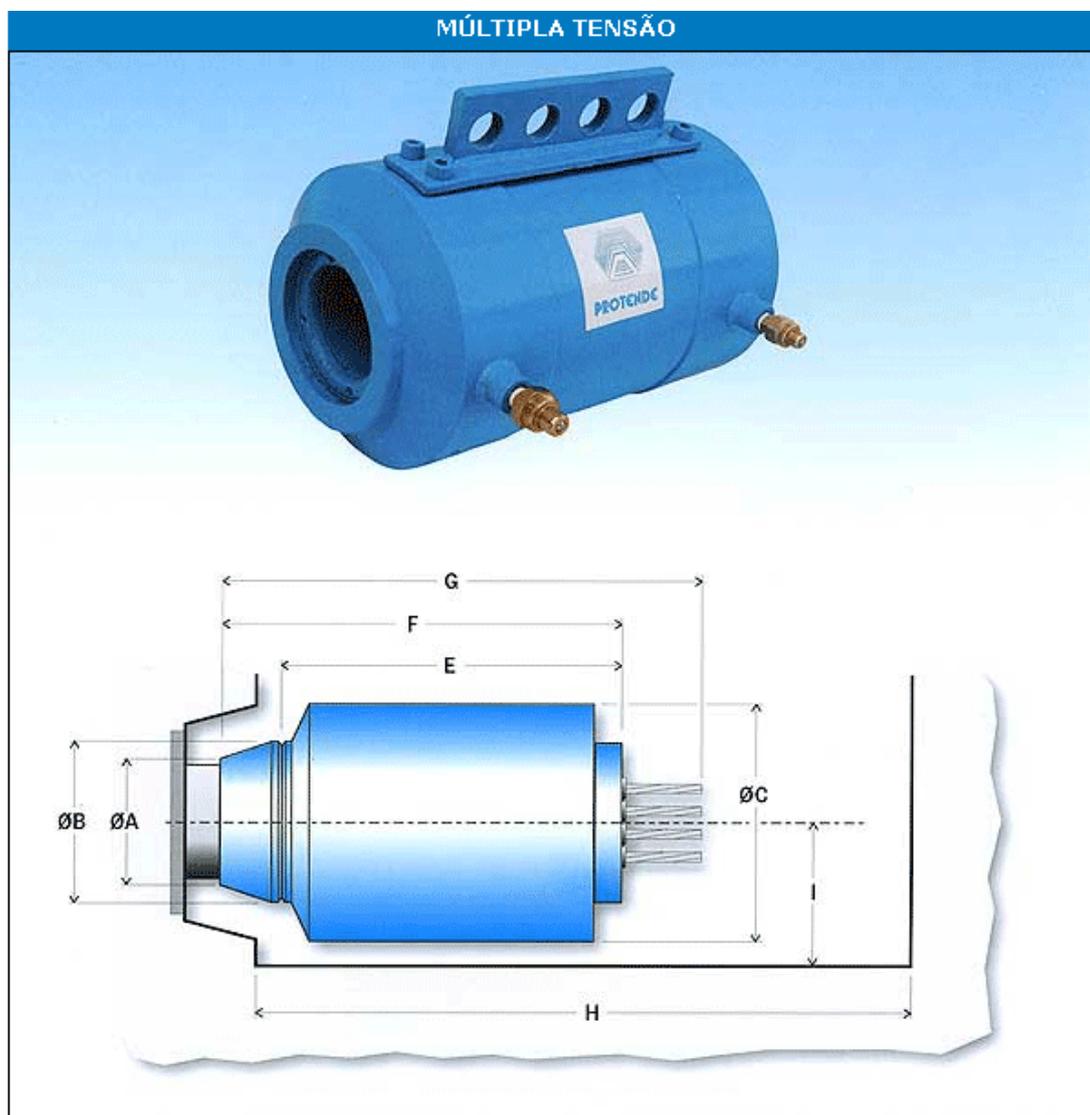
Tipo MTC



ARMADURA DE FRETAGEM - CA-25

| Tipo / Dimensões | A mm | B mm | Ø C mm | D mm | E mm | F mm | Ø G mm | Ø H mm |
|---------------------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| 4 MTC 12,7 | 150 | 100 | 100 | 45 | 200 | 50 | 140 | 10 |
| 6 MTC 12,7 | 180 | 100 | 127 | 50 | 200 | 50 | 170 | 10 |
| 7 MTC 12,7 | 190 | 100 | 127 | 50 | 250 | 50 | 180 | 10 |
| 8 MTC 12,7 | 210 | 100 | 140 | 50 | 300 | 50 | 190 | 10 |
| 9 MTC 12,7 | 220 | 100 | 152 | 50 | 300 | 50 | 200 | 10 |
| 10 MTC 12,7 | 240 | 210 | 165 | 55 | 300 | 50 | 220 | 10 |
| 12 MTC 12,7 | 240 | 210 | 165 | 57 | 350 | 50 | 220 | 12 |
| 15 MTC 12,7 | 290 | 165 | 197 | 60 | 350 | 50 | 270 | 12 |
| 19 MTC 12,7 | 320 | 300 | 216 | 60 | 400 | 50 | 290 | 12 |
| 22 MTC 12,7 | 350 | 300 | 229 | 60 | 450 | 60 | 320 | 16 |
| 27 MTC 12,7 | 400 | 300 | 267 | 75 | 600 | 70 | 410 | 20 |
| 31 MTC 12,7 | 430 | 475 | 279 | 85 | 600 | 70 | 430 | 20 |
| 4 MTC 15,2 | 170 | 100 | 110 | 50 | 200 | 50 | 160 | 10 |
| 6 MTC 15,2 | 210 | 100 | 140 | 55 | 300 | 50 | 190 | 10 |
| 7 MTC 15,2 | 230 | 100 | 152 | 55 | 350 | 50 | 210 | 12 |
| 9 MTC 15,2 | 260 | 210 | 179 | 60 | 350 | 50 | 240 | 12 |
| 12 MTC 15,2 | 300 | 165 | 203 | 70 | 400 | 50 | 280 | 12 |
| 15 MTC 15,2 | 340 | 300 | 229 | 70 | 450 | 50 | 310 | 12 |
| 19 MTC 15,2 | 380 | 300 | 229 | 70 | 500 | 50 | 350 | 16 |
| 22 MTC 15,2 | 420 | 388 | 229 | 75 | 600 | 70 | 430 | 20 |
| 27 MTC 15,2 | 450 | 475 | 305 | 95 | 650 | 70 | 470 | 20 |

Gato Hidráulico



| Macaco Protensão Tipo AMC | Seção do Pistão (cm ²) | Abrangência de Utilização para Ancoragens | | ØA mm | ØB mm | ØC mm | E mm | F mm | G mm | H mm | I mm |
|---------------------------|------------------------------------|---|---------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| | | Ø 12,7 | Ø 15,2 | | | | | | | | |
| AMC 155 | 230 | 4 a 7 | 4 a 6 | 150 | 180 | 270 | 460 | 570 | 800 | 1100 | 150 |
| AMC 200 | 400 | 7 a 12 | 6 a 9 | 180 | 230 | 340 | 480 | 600 | 800 | 1200 | 200 |
| AMC 250 | 566 | 13 a 15 | 10 a 13 | 210 | 270 | 410 | 500 | 620 | 800 | 1300 | 240 |
| AMC 400 | 711 | 12 a 22 | 9 a 19 | 250 | 300 | 460 | 530 | 650 | 850 | 1500 | 250 |
| AMC 540 | 1066 | 22 a 31 | 19 a 27 | 300 | 390 | 610 | 580 | 700 | 890 | 1700 | 330 |

Dimensões sujeitas a modificações

ANEXO XII

ANEXO XIII