



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL**

INSTITUTO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE SISTEMA DE FILTRACION DOMÉSTICO DE AGUA,
EMPLEADO EN SITUACIONES DE EMERGENCIA**

MSc. Ing. Bernardo Nina Rosso

Abril de 2021

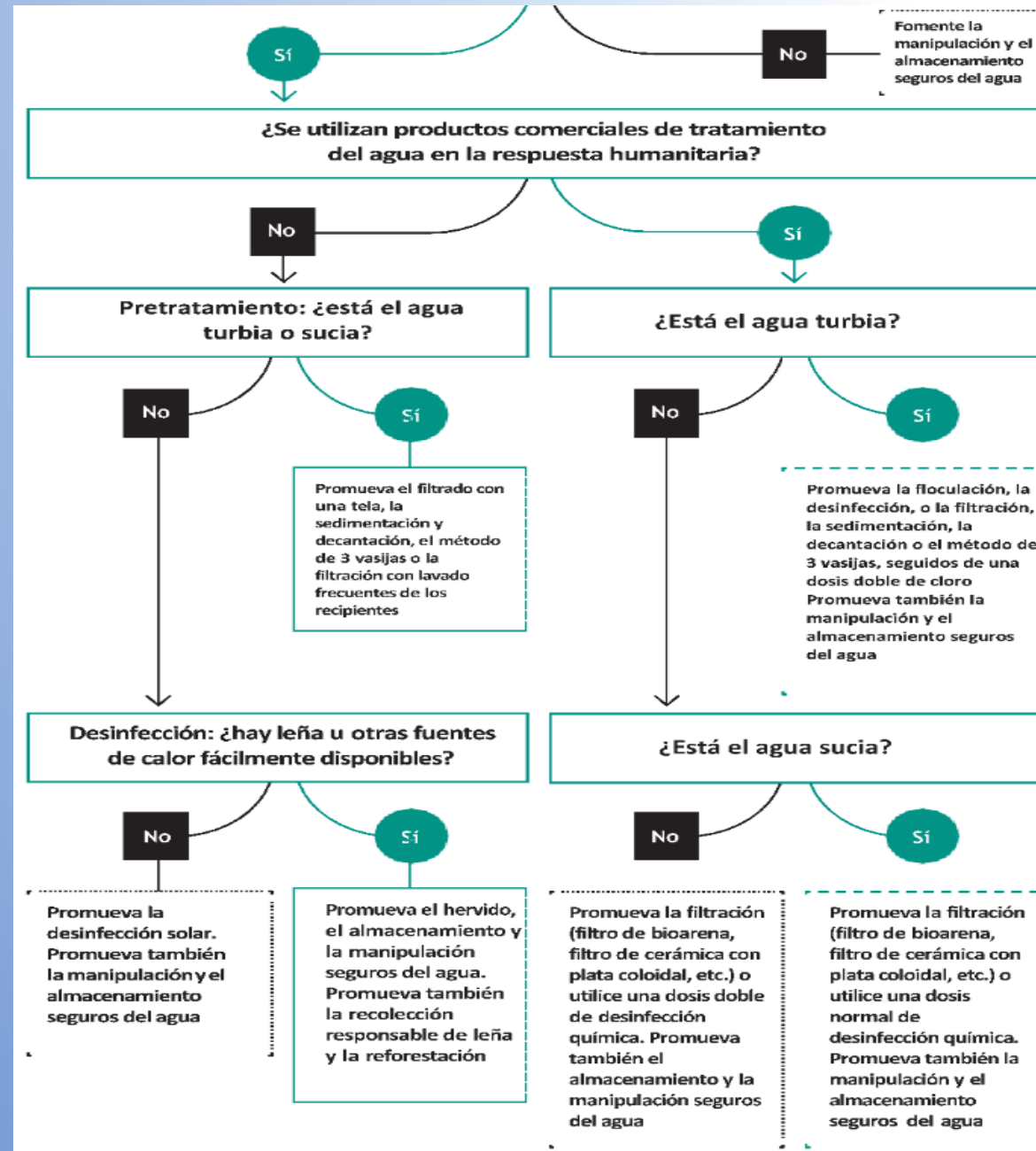
En la gestión 2016 debido a los fenómenos climáticos adversos como la poca precipitación pluvial se presentaron sequías que ocasionaron un déficit en la provisión de agua potable en diferentes regiones del país, conllevando a una declaración de Situación de Emergencia Nacional.

Necesidades mínimas de agua básica para la supervivencia

| Necesidades | Cantidad (litros/persona/día) | Adaptar al contexto en función de |
|--|----------------------------------|--|
| Supervivencia: ingesta de agua (beber y comer) | 2,5 a 3 | El clima y la fisiología individual |
| Prácticas de higiene | 2 a 6 | Normas sociales y culturales |
| Cocina básica | 3 a 6 | Tipo de alimentos y normas sociales y culturales |
| Agua básica total | 7,5 a 15 | |

Fuente: Manual Esfera 2018

¿Esta contaminada el agua?



Balde superior de 20 litros

Filtros de
cerámica

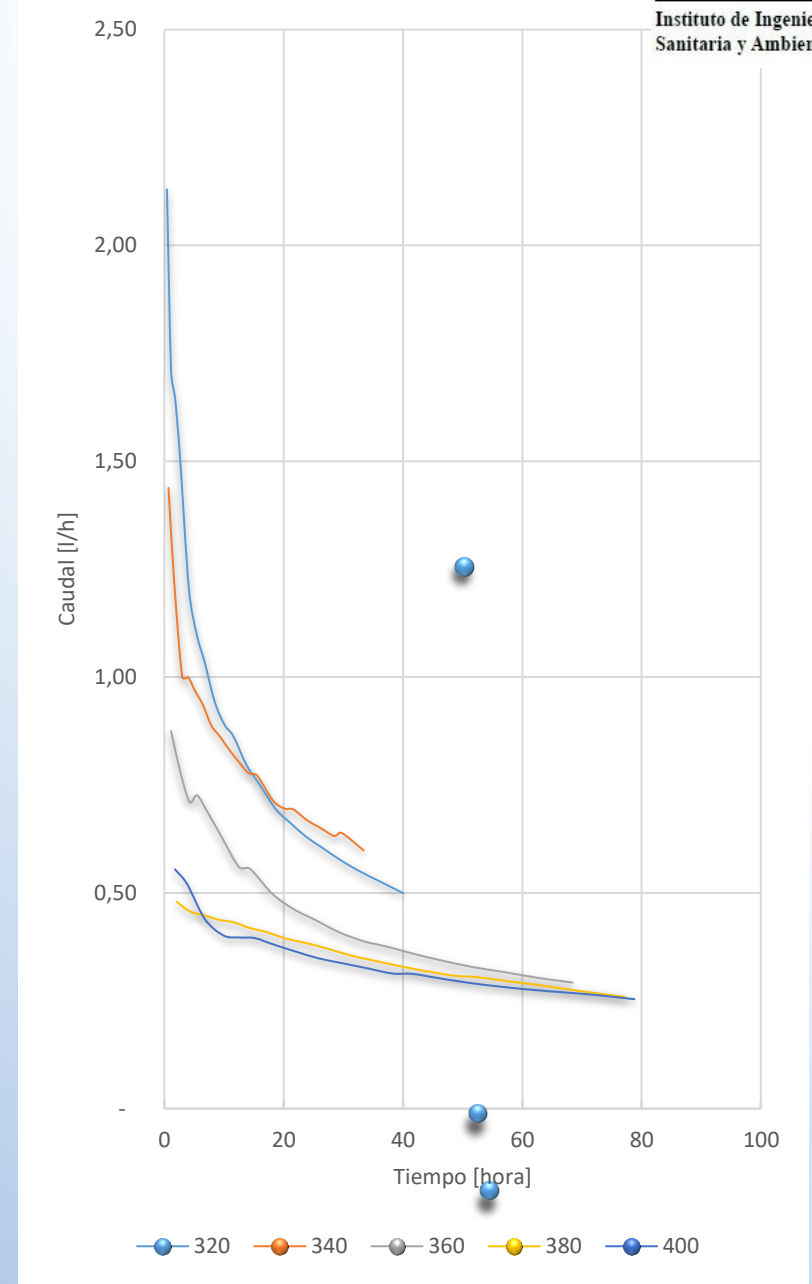
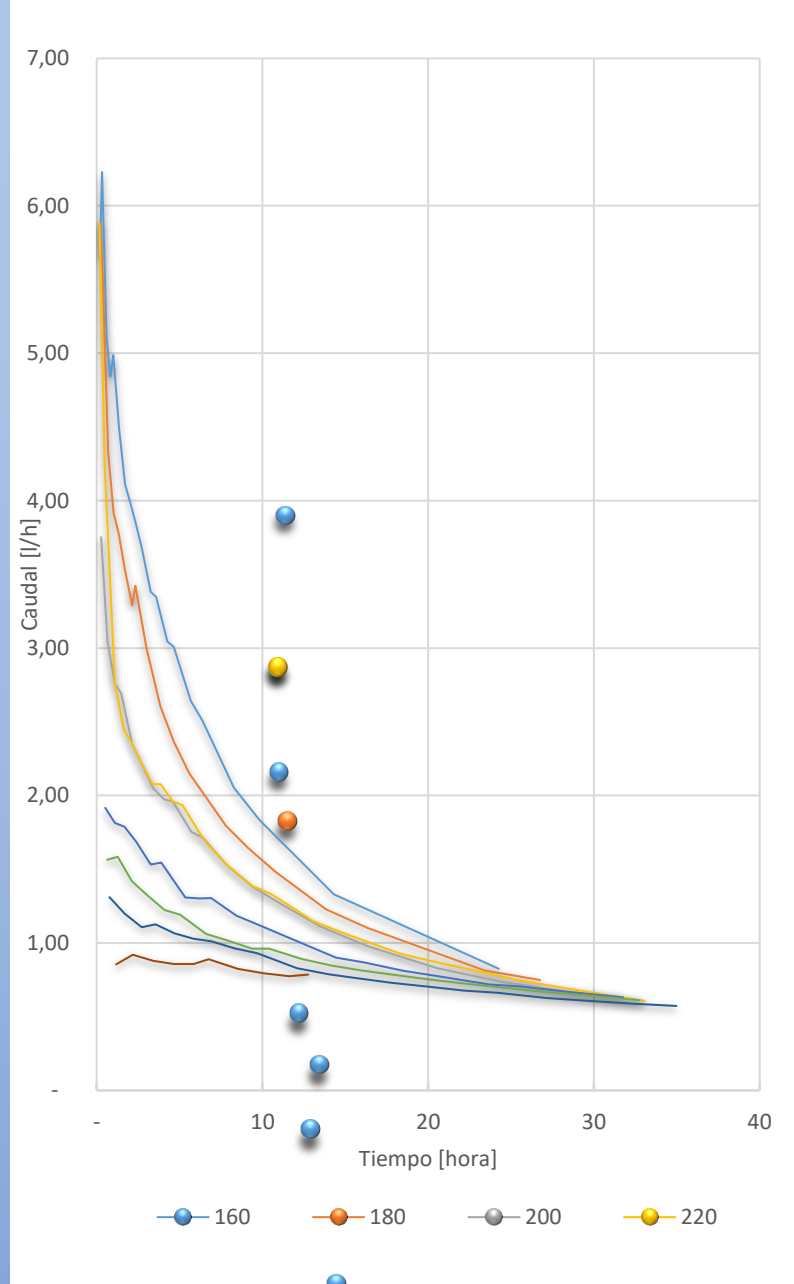
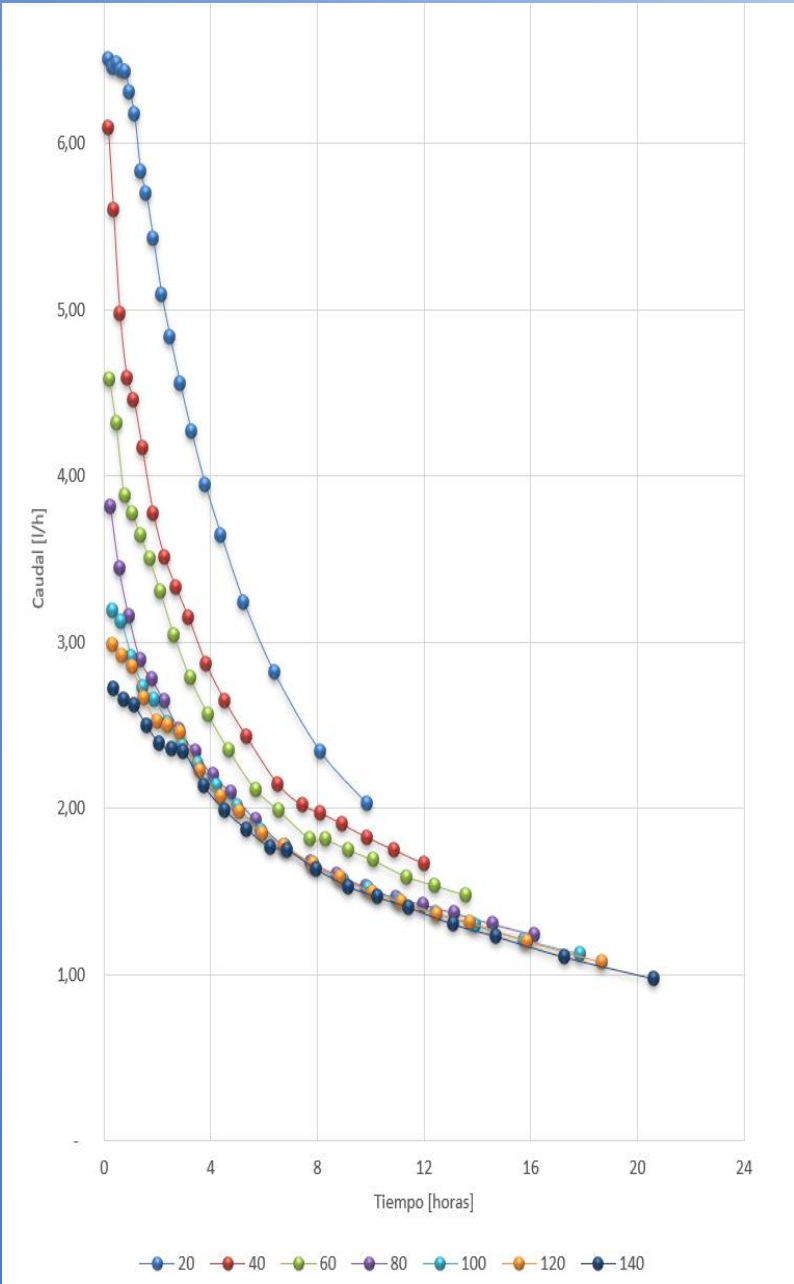
Balde inferior de 20 litros

Grifo





Fuente: <http://ceramicastefani.com.br>



| | | Fecha de muestreo | 17/05/2018 | 24/10/2018 | 19/11/2018 |
|------------------------------|-------------------------------------|-------------------|------------|------------|------------|
| | | No de muestra | 290 | 983 | 1095 |
| Parámetro | Unidad | | | | |
| Color verdadero | UCV | | 7,5 | 50 | 10 |
| Turbiedad | UNT | | 65,4 | 99,9 | 20,4 |
| pH (t=25,0 °C) | --- | | 7,95 | 7,78 | 7,83 |
| Conductividad (25 °C) | μS/cm | | 805 | 757 | 765 |
| Sólidos disueltos | mg/l | | 618 | 622 | 626 |
| Dureza total | mg CaCO ₃ /l | | 280 | 293 | 276 |
| Calcio | mg Ca ²⁺ /l | | 66,37 | 68,54 | 67,81 |
| Magnesio | mg Mg ²⁺ /l | | 27,8 | 29,65 | 26,15 |
| Alcalinidad total | mg CaCO ₃ /l | | 98 | 293 | 104 |
| - De bicarbonato | mg CaCO ₃ /l | | 98 | 100 | 92 |
| - De carbonato | mg CaCO ₃ /l | | 0,01 | 100 | 2 |
| - De hidróxido | mg CaCO ₃ /l | | 0,01 | 0,001 | 0 |
| Hierro total | mg Fe/l | | 0,22 | 0,31 | 0,7 |
| Manganeso total | mg Mn/l | | 0,05 | 0,05 | 0,06 |
| Sodio | mg Na/l | | 46,4 | 55,2 | 51,2 |
| Sulfato | mg SO ₄ ²⁻ /l | | 133,02 | 97,69 | 154,74 |
| Cloruro | mg Cl ⁻ /l | | 39,99 | 68,79 | 42,98 |
| Nitrato | mg NO ₃ ⁻ /L | | 72,34 | 97,69 | 76,71 |
| Potasio | mg K/l | | 8,8 | 10,4 | 9,2 |
| Bacterias coliformes totales | U.F.C./100 ml | | 1,20E+03 | 2,20E+04 | 1,50E+04 |
| Escherichia coli | U.F.C./100 ml | | 8,00E+01 | 4,10E+03 | 7,00E+03 |

| | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Volumen total filtrado [l] | 0 | 2 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 |
| Volumen filtrado de campaña de muestreo [l] | 0 | 2 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 |
| Fecha de análisis | 17/5/2018 | 17/5/2018 | 17/5/2018 | 18/5/2018 | 21/5/2018 | 22/5/2018 | 23/5/2018 | 24/5/2018 | 28/5/2018 |
| No de Muestra | 290 | 291 | 296 | 297 | 310 | 325 | 326 | 343 | 346 |

| Parámetro | Unidad | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Color verdadero | UCV | 7,5 | 5 | 2,5 | 5 | 5 | 5 | 7,5 | 5 | 2,5 |
| Turbiedad | UNT | 65,4 | 1,78 | 0,91 | 1,28 | 0,94 | 0,36 | 0,66 | 0,6 | 0,1 |
| pH (t=25,0 °c) | --- | 7,95 | 7,69 | 8,45 | 8,6 | 9,02 | 8,99 | 8,71 | 8,88 | 8,7 |
| Conductividad (25 °C) | µS/cm | 805 | 837 | 811 | 801 | 803 | 801 | 812 | 801 | 800 |
| Sólidos disueltos | mg/l | 618 | 634 | 618 | 630 | 648 | 646 | 640 | 632 | 628 |
| Dureza total | mg CaCO ₃ /l | 280 | 288 | 337 | 293,6 | 324 | 297 | 308 | 296 | 299 |
| Calcio | mg Ca ²⁺ /l | 66,37 | 71,02 | 76,95 | 69,26 | 74,55 | 66,93 | 69,74 | 68,14 | 68,14 |
| Magnesio | mg Mg ²⁺ /l | 27,8 | 26,92 | 35,23 | 29,35 | 33,53 | 31,59 | 32,56 | 30,62 | 31,35 |
| Alcalinidad total | mg CaCO ₃ /l | 98 | 130 | 106 | 112 | 112 | 108 | 108 | 106 | 108 |
| - De bicarbonato | mg CaCO ₃ /l | 98 | 130 | 102 | 104 | 96 | 92 | 92 | 94 | 96 |
| - De carbonato | mg CaCO ₃ /l | 0,01 | 0,01 | 4 | 8 | 16 | 16 | 16 | 12 | 12 |
| - De hidróxido | mg CaCO ₃ /l | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Hierro total | mg Fe/l | 0,22 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Manganeso total | mg Mn/l | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Sodio | mg Na/l | 46,4 | 48,4 | 48,4 | 47,6 | 48,4 | 49,2 | 49,2 | 45,6 | 47,2 |
| Sulfato | mg SO ₄ ²⁻ /l | 133,02 | 98,62 | 102,34 | 107,92 | | 112,1 | 163,94 | | 160,78 |
| Cloruro | mg Cl ⁻ /l | 39,99 | 40,99 | 39,99 | 40,99 | 39,99 | 39,99 | 37,99 | 37,99 | 39,99 |
| Nitrato | mg NO ₃ ⁻ /L | 72,34 | 64,59 | 68,33 | 70,71 | 67,96 | 73,92 | 72,24 | 70,25 | 70,25 |
| Potasio | mg K/l | 8,8 | 26,4 | 14,4 | 9,6 | 6,8 | 9,2 | 8,8 | 11,2 | 8,8 |
| Bacterias coliformes totales | U.F.C./100 ml | 1,20E+03 | 8,00E+02 | 1,00E+00 | 1,00E+00 | 1,00E+01 | 3,00E+00 | 9,00E+00 | 1,00E+00 | 1,00E+00 |
| Escherichia coli | U.F.C./100 ml | 8,00E+01 | 2,00E+02 | 1,00E+00 | 1,00E+00 | 6,00E+00 | 1,00E+00 | 1,00E+00 | 1,00E+00 | 1,00E+00 |

Fuente: Elaboración propia

| | | | | |
|---|------------|------------|-----------|------------|
| Volumen total filtrado [l] | 140 | 142 | 160 | 300 |
| Volumen filtrado de campaña de muestreo [l] | 0 | 2 | 20 | 160 |
| Fecha de análisis | 24/10/2018 | 24/10/2018 | 7/11/2018 | 19/11/2018 |
| No de Muestra | 983 | 984 | 1018 | 1094 |

| Parámetro | Unidad | | | | |
|------------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|
| Color verdadero | UCV | 50 | 2,5 | 2,5 | 7,5 |
| Turbiedad | UNT | 99,9 | 0,4 | 0,35 | 0,366 |
| pH (t=25,0 °c) | --- | 7,78 | 8,67 | 8,34 | 8,52 |
| Conductividad (25 °C) | µS/cm | 757 | 796 | 771 | 948 |
| Sólidos disueltos | mg/l | 622 | 676 | 594 | 636 |
| Dureza total | mg CaCO3/l | 293 | 300 | 304 | 286 |
| Calcio | mg Ca2+/l | 68,54 | 65,73 | 10,94 | 71,18 |
| Magnesio | mg Mg2+/l | 29,65 | 33,05 | 30,86 | 26,53 |
| Alcalinidad total | mg CaCO3/l | 293 | 116 | 112 | 110 |
| - De bicarbonato | mg CaCO3/l | 100 | 104 | 112 | 98 |
| - De carbonato | mg CaCO3/l | 100 | 12 | 0,001 | 12 |
| - De hidróxido | mg CaCO3/l | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0 |
| Hierro total | mg Fe/l | 0,31 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Manganeso total | mg Mn/l | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Sodio | mg Na/l | 55,2 | 58 | 55 | 54 |
| Sulfato | mg SO42-/l | 97,69 | 159,85 | 152,04 | 156,23 |
| Cloruro | mg Cl-/l | 68,79 | 43,99 | 42,99 | 42,98 |
| Nitrato | mg NO3-/L | 97,69 | 70,05 | 66,94 | 68,03 |
| Potasio | mg K/l | 10,4 | 11,6 | 11,2 | 9,2 |
| Bacterias coliformes totales | U.F.C./100 ml | 2,20E+04 | 4,00E+00 | 1,00E+00 | 1,00E+00 |
| Escherichia coli | U.F.C./100 ml | 4,10E+03 | 1,00E+00 | 1,00E+00 | 1,00E+00 |

| | | 320 | 400 |
|------------------------------|---|------------|-----------|
| | Volumen total filtrado [l] | | |
| | Volumen filtrado de campaña de muestreo [l] | 0 | 100 |
| | Fecha de análisis | 19/11/2018 | 3/12/2018 |
| | No de Muestra | 1095 | 1161 |
| Parámetro | Unidad | | |
| Color verdadero | UCV | 10 | 5 |
| Turbiedad | UNT | 20,4 | 0,31 |
| pH (t=25,0 °c) | --- | 7,83 | 7,98 |
| Conductividad (25 °C) | µS/cm | 765 | 798 |
| Sólidos disueltos | mg/l | 626 | 598 |
| Dureza total | mg CaCO ₃ /l | 276 | 307 |
| Calcio | mg Ca ²⁺ /l | 67,81 | 68,94 |
| Magnesio | mg Mg ²⁺ /l | 26,15 | 32,8 |
| Alcalinidad total | mg CaCO ₃ /l | 104 | 144 |
| - De bicarbonato | mg CaCO ₃ /l | 92 | 144 |
| - De carbonato | mg CaCO ₃ /l | 2 | 0,001 |
| - De hidróxido | mg CaCO ₃ /l | 0 | 0,001 |
| Hierro total | mg Fe/l | 0,7 | 0,05 |
| Manganeso total | mg Mn/l | 0,06 | 0,05 |
| Sodio | mg Na/l | 51,2 | 54,8 |
| Sulfato | mg SO ₄ ²⁻ /l | 154,74 | 157,53 |
| Cloruro | mg Cl ⁻ /l | 42,98 | 42,99 |
| Nitrato | mg NO ₃ ⁻ /L | 76,71 | 64,29 |
| Potasio | mg K/l | 9,2 | 8,8 |
| Bacterias coliformes totales | U.F.C./100 ml | 1,50E+04 | 1,00E+00 |
| Escherichia coli | U.F.C./100 ml | 7,00E+03 | 1,00E+00 |

| No | Item | Cantidad | Precio Unitario [Bs] | Precio parcial Bs] |
|----|---------------------------------------|----------|-------------------------|-----------------------|
| 1 | Filtro de cerámica, con accesorios | 2 | 120.00 | 240.00 |
| 2 | Balde de 20 litro de capacidad | 2 | 50.00 | 100.00 |
| 3 | Grifo de salida | 1 | 10.00 | 10.00 |
| | | | Total [Bs] | 360.00 |

Fuente: Elaboración propia

Costo por litro de agua tratada es de 0.72 Bs/litro