

Análisis de Respuesta Hidrológica **MONITOREO DE IMPACTO**



Área de Conservación Hídrica Alto Pita

Periodo 2018 -2020

Análisis de Respuesta Hidrológica Monitoreo de Impacto

Sitio Área de Conservación Hídrica Alto Pita

Periodo 2018 -2020

El presente documento constituye una síntesis de los indicadores de respuesta hidrológica y análisis de calidad de agua calculados para las microcuencas de monitoreo de impacto del área de conservación hídrica Alto Pita (ACHAP). El objetivo es presentar de una manera clara y concisa la información procesada de precipitación y caudal, así como los principales resultados relacionados a calidad del agua.

Para este fin, se utilizan gráficos, índices e indicadores, juntamente con información secundaria para conceptualizar y generar hipótesis del funcionamiento hidrológico de cada una de las microcuencas y evaluar el efecto de las intervenciones que realiza el FONAG. Para mayor detalle a cerca del procesamiento de datos y/o los datos crudos se deberá referir a los anexos hidrometeorológico y de calidad de agua del ACHAP.

Reporte de Monitoreo Hidrometeorológico

La Figura 1 muestra la delimitación del ACHAP donde se ubican las dos microcuencas de monitoreo de impacto. La microcuenca Chamilco (ATP02HI01) y la microcuenca Tungurahua (ATP01HI01). La conservación en ambas cuencas ha sido del tipo pasiva, es decir se eliminó el tensionante para permitir la restauración natural del ecosistema. Las cuencas antes de ser destinadas a conservación eran utilizadas para la cría de alpacas.

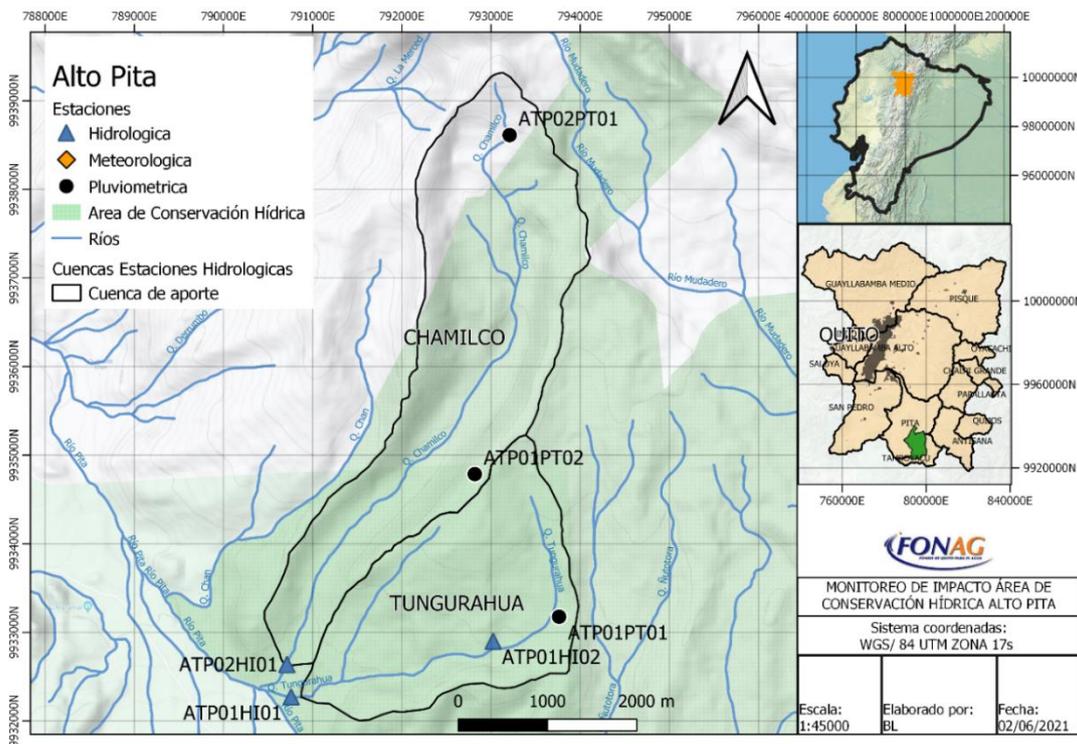


Figura 1. Mapa del área de conservación hídrica Alto Pita ACHAP, cuencas de monitoreo de impacto, y estaciones pluviométricas e hidrológicas dentro del área.

En la Tabla 1 se observa las características morfométricas de las cuencas de monitoreo de impacto en el ACHAP, como principales diferencias se puede notar la forma de las cuencas (Chamilco es mucho más larga) y la pendiente de estas (Chamilco posee mayor pendiente que Tungurahua). Con respecto a cobertura vegetal ambas cuencas presentan similares características.

| Descripción | Unidad | Tungurahua | Chamilco |
|---|-----------------|-----------------------|-----------------------|
| Parámetros físicos | | | |
| Área de la cuenca | Km ² | 5.64 | 8.85 |
| Perímetro de la cuenca | Km | 10.38 | 16.55 |
| Longitud de la cuenca | Km | 5.50 | 8.70 |
| Ancho de la cuenca | Km | 0.98 | 0.99 |
| Características de relieve | | | |
| Cota máxima | m.s.n.m | 4210 | 4440 |
| Cota mínima | m.s.n.m | 3860 | 3869 |
| Centroide (WGS 84 UTM Zona 17S) | | | |
| X centroide | m | 792493 | 792449 |
| Y centroide | m | 9933450 | 9936100 |
| Altitud media de la cuenca | m.s.n.m | 4048 | 4186 |
| Pendiente media de la cuenca | % | 15.51 | 33.83 |
| Porcentaje del área con una pendiente entre el 0-20 % | % | 77.18 | 47.52 |
| Porcentaje del área con una pendiente entre el 20-40% | % | 21.24 | 31.60 |
| Parámetros de forma | | | |
| Índice de compacidad | | 1.26 | 1.59 |
| | | Clase II | Clase III |
| | | Oval redonda | Oval a rectangular |
| Factor de forma | | 0.18 | 0.11 |
| | | Tiende a ser alargada | Tiende a ser alargada |
| Índice de alargamiento | | 5.62 | 8.82 |
| | | Alargada | Alargada |
| Características del sistema de drenaje | | | |
| Longitud del cauce principal | Km | 5.5 | 8.7 |
| Usos de Suelo | | | |
| Porcentaje de la cuenca cubierta por pajonal | % | 93% | 93% |
| Porcentaje de la cuenca cubierta por almohadillas (humedal) | % | 7% | 7% |

Tabla 1. Propiedades morfométricas de las cuencas de monitoreo de impacto dentro del ACHAP

Régimen de precipitación

Las microcuencas de monitoreo de impacto del ACHAP cuentan con tres estaciones pluviométricas distribuidas entre las partes medias y altas de las microcuencas Tungurahua y Chamilco. Durante el periodo de estudio (2018 - 2020) se observa un claro incremento de precipitación media anual con la altitud Figura 2. Considerando que la cuenca de Tungurahua tiene áreas de aporte a menor altura que la microcuenca de Chamilco (*Tabla 1*) se puede concluir que la cuenca de Chamilco recibe mayor precipitación con relación a su área que la cuenca de Tungurahua. Esto se valida en la Tabla 2 en la cual se presenta la precipitación interpolada para ambas cuencas durante el periodo de estudio. En el año 2018 la microcuenca de Tungurahua recibió 818.28 mm de lluvia mientras que la microcuenca de Chamilco 956.4 mm. Esto se traduce en que Chamilco recibió 138.12 mm más que la cuenca de Tungurahua durante este año. Lo mismo se observa para el año 2019, en este caso Chamilco recibió 115.06 mm más de precipitación. Esta tendencia se mantiene también en el 2020 donde Chamilco recibe 125.68 mm más de precipitación

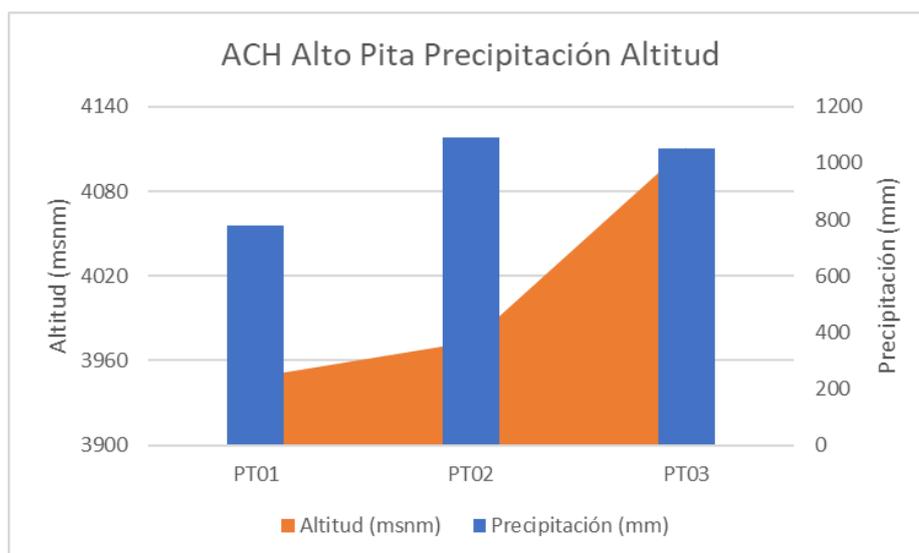


Figura 2. Precipitación media anual respecto a altitud de las estaciones en las microcuencas de monitoreo de impacto - ACHAP, la media de la estación PT02 no incluye el año 2018 ya que se encuentra incompleto.

| Precipitación acumulada (mm) Microcuencas monitoreo impacto ACHAP | 2018 | 2019 | 2020 |
|---|--------|---------|--------|
| Tungurahua | 818.28 | 954.27 | 867.99 |
| Chamilco | 956.4 | 1069.33 | 993.67 |
| Diferencia | 138.12 | 115.06 | 125.68 |

Tabla 2 . Precipitación en mm resultado de la espacialización de la precipitación en las microcuencas de monitoreo de impacto del ACHAP utilizando el método de Inverse Distance Weighting IDW para cada una de las microcuencas.

Con respecto a la distribución de la precipitación a lo largo del año, la precipitación media mensual se presenta en la Figura 3. Se observa claramente en ambas microcuencas un ligero periodo de menor precipitación de junio a septiembre, con el mínimo en agosto, mientras que las épocas lluviosas comprenden desde octubre hasta mayo. Si bien hay diferencia entre las épocas lluviosa y menos lluviosa, se puede asegurar que la precipitación se encuentra distribuida uniformemente a lo largo del año y eso se refleja en los índices de estacionalidad presentados en la Tabla 3. Con base en la Tabla 3 se observa que la precipitación fue más homogéneamente distribuida durante el año 2019, especialmente en PT01 y PT02 con índices de estacionalidad entre 0.12 y 0.13. El año 2018 presenta índices de estacionalidad ligeramente superiores entre 0.2 y 0.21. El año 2020 tiene índices de estacionalidad más parecidos a los del 2019. Se puede considerar que todos los años de análisis son periodos homogéneos. Al parecer la parte alta de la microcuenca de Chamilco (PT03) es ligeramente más estacional que la parte media de la misma cuenca y que la cuenca de Tungurahua ya que siempre presenta índices de estacionalidad mayores, sin embargo, el periodo de análisis es demasiado corto como para obtener resultados concluyentes.

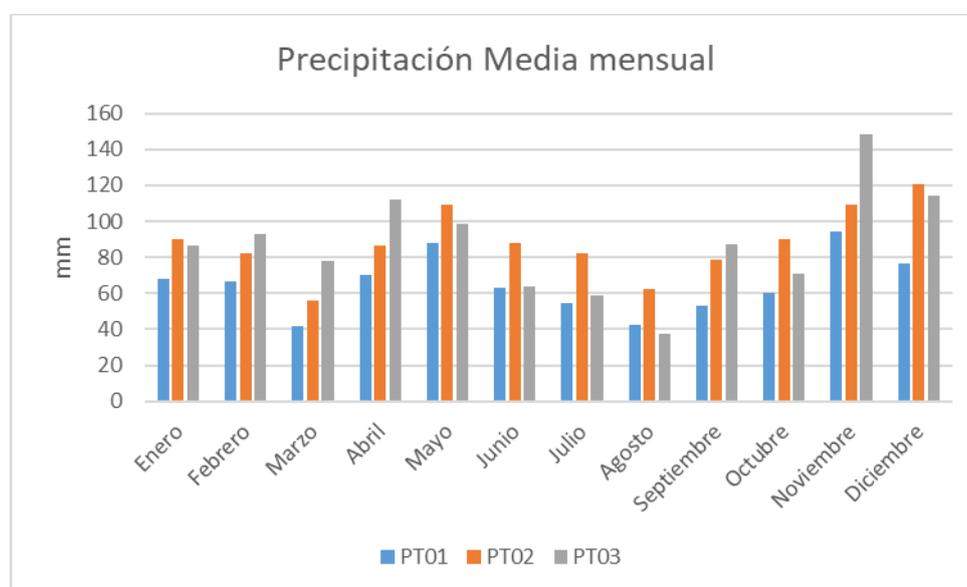


Figura 3. Precipitación media mensual registradas por las estaciones de monitoreo de impacto en el ACHAP, periodo 2018-2019.

| Año | PT01 (ATP01PT01) | PT02 (ATP01PT02) | PT03 (ATP02PT01) |
|------|--|--|--|
| 2018 | 0.2 | | 0.21 |
| | Homogéneo, pero con una temporada más húmeda | | Algo estacional con una temporada seca corta |
| 2019 | 0.13 | 0.12 | 0.18 |
| | Homogéneo, pero con una temporada más húmeda | Homogéneo, pero con una temporada más húmeda | Homogéneo, pero con una temporada más húmeda |
| 2020 | 0.14 | 0.16 | 0.16 |
| | Homogéneo, pero con una temporada más húmeda | Homogéneo, pero con una temporada más húmeda | Homogéneo, pero con una temporada más húmeda |

Tabla 3 . Índice de estacionalidad en la precipitación registrado por las estaciones de monitoreo de impacto dentro del ACHAP

Régimen de Caudal

El resumen de los indicadores de caudal se presenta en la Tabla 4. Hay que aclarar que los caudales altos en la microcuenca de Chamilco son extrapolados siguiendo la tendencia de la curva de descarga actual y que por lo tanto deben tratarse con cuidado ya que no son mediciones reales. En todos los percentiles de caudal, excepto en el caudal mínimo diario, la cuenca de Tungurahua genera menor cantidad de agua que la cuenca de Chamilco durante el periodo 2018 - 2020. Con respecto a los caudales bajos se observa que el Q95 de la cuenca de Chamilco supera por 0.26 l/s/km² a la cuenca de Tungurahua. Es decir, la cuenca de Tungurahua presenta el 95 % de tiempo caudales mayores a 7.91 l/s/km² mientras que la cuenca de Chamilco supera los 8.17 l/s/km² para esa misma frecuencia. La diferencia se hace más notoria en caudales altos, la cuenca de Chamilco presenta caudales superiores a 27.15 l/s/km² durante el 10 % del tiempo mientras que la cuenca de Tungurahua supera apenas los 13.12 l/s/km² para esta misma frecuencia. Esta diferencia en producción de caudal por parte de la cuenca de Chamilco también se refleja en el Q50. Chamilco tiene el 50 % del tiempo caudales superiores a 14.85 l/s/km² mientras que Tungurahua apenas de 8.98 l/s/km².

| RÉGIMEN DE CAUDAL EN MICROCUENCAS DE MONITOREO DE IMPACTO ALTO PITA | | |
|---|------------------------|------------------------|
| Cuenca | Tungurahua | Chamilco |
| Área de aporte | 5.64 km ² | 8.85 km ² |
| Caudales bajos | (l/s/km ²) | (l/s/km ²) |
| Caudal mínimo diario. | 7.01 | 4.90 |
| Q 95. | 7.91 | 8.17 |
| Promedio de caudal del mes más seco. | 7.84 | 9.42 |
| Caudales altos | (l/s/km ²) | (l/s/km ²) |
| Caudal máximo diario | 65.34 | 106.57 |
| Q 10. | 13.12 | 27.15 |
| Caudales medios | (l/s/km ²) | (l/s/km ²) |
| Caudal promedio diario. | 9.73 | 15.71 |
| Q50. | 8.98 | 14.85 |

Tabla 4 . Percentiles de caudal registrados en las microcuencas de monitoreo de impacto del ACHAP

Los indicadores del régimen de caudal para las microcuencas de monitoreo de impacto del ACHAP se presentan en la Tabla 5. Como se había descrito en los percentiles la gran diferencia para caudales altos entre la cuenca de Tungurahua y Chamilco hace que los coeficientes de variación de caudal sean mayores en la microcuenca de Chamilco, excepto para el 2019. Es claro que Chamilco produce más agua que Tungurahua, sin embargo, su regulación hídrica es menor. Esto se verifica con el rango de descarga, el rango_10_95 y la pendiente de la curva de duración

(Figura 4), todos estos indicadores son menores para Tungurahua si se la compara con Chamilco. Si bien Chamilco posee menor regulación que Tungurahua, se puede asegurar que ambas cuencas tienen una excelente o buena regulación hídrica, común en cuencas de páramo. Si se cuantifica el volumen de agua que produjo la microcuenca de Tungurahua durante el año a través de escorrentía, aproximadamente el 88 % de este volumen corresponde a flujo base, y solo el 12 % a crecidas. Por otro lado, si bien la microcuenca de Chamilco posee un BFI inferior a Tungurahua, este sigue siendo alto ya que aproximadamente el 75% del volumen que produjo la cuenca corresponde a flujo base. Como se mencionó antes la curva de descarga de Chamilco aún debe ser validada por lo que estos resultados podrían variar en el futuro

| Indicador ¹ | Tungurahua | | | Chamilco | | |
|---|------------|-------|------|----------|-------|-------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2018 | 2019 | 2020 |
| CV_Caudal | 0.36 | 0.45 | 0.21 | 0.38 | 0.33 | 0.43 |
| Rango Descarga (l/s) | 13.99 | 28.20 | 6.89 | 21.53 | 12.74 | 15.23 |
| Rango10_95 (l/s) | 1.46 | 1.54 | 1.37 | 2.91 | 2.44 | 3.05 |
| Pendiente de la curva de duración (20% a 80%) | 3.11 | 3.74 | 2.95 | 14.00 | 14.06 | 12.06 |
| BFI | 0.89 | 0.85 | 0.9 | 0.79 | 0.78 | 0.73 |

Tabla 5. Indicadores de regímenes de caudal en las microcuencas de monitoreo de impacto del ACHAP

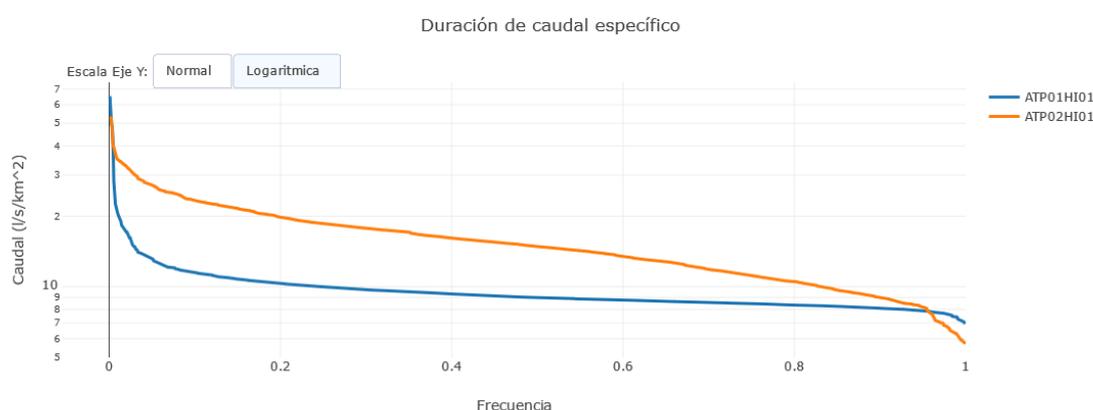


Figura 4. Curva de duración de caudales para la microcuenca de Tungurahua ATP01HI01 y Chamilco ATP02HI01

La diferencia de caudales tan marcada no era esperada entre dos cuencas vecinas sometidas a regímenes de precipitación parecidos y con cobertura vegetal equivalente (Tabla 1). La diferencia en régimen hidrológico puede tener diversas causas, una posible causa es una diferencia en suelos entre una microcuenca y otra. Así mismo, distinta geología podría explicar esta diferencia en la producción y regulación de caudales. Sin embargo, esta información aún no ha sido levantada. Otra posible explicación para la diferencia de caudales producidos entre una microcuenca y otra es las diferencias morfométricas entre ellas (Tabla 1). La microcuenca

¹ CV: coeficiente de variación

Rango Descarga: razón entre el caudal máximo y mínimo registrado Q0/Q100

Rango10_95: Q10/Q95

Pendiente: pendiente de la curva de duración de caudal entre Q20 y Q80, este indicador debe ser utilizado para comparar el rendimiento y regulación de la misma estación para distintos periodos

BFI: Base Flow Index o índice de flujo base

Chamilco es una cuenca más alargada que la microcuenca Tungurahua. Sin embargo, cuencas alargadas generalmente muestran tiempos de concentración mayores a cuencas redondas, lo cual se traduce en avenidas (crecidas) con menor magnitud y recesiones más largas, esto es todo lo contrario a lo que observamos en las dos microcuencas donde Chamilco genera crecidas con magnitudes mayores y regula menos que Tungurahua. La única diferencia que es coherente con lo observado en las estaciones es la diferencia en pendientes. Chamilco es una cuenca con altas pendientes, con casi el 50 % de su área con pendientes entre el 20 y 40 %, por su parte Tungurahua posee aproximadamente el 80 % de su área con pendientes entre el 0 y 20 %. Las mayores pendientes en Chamilco pueden generar predominancia de flujo lateral en las laderas generando respuestas rápidas del caudal. Esto es coherente con lo observado en campo. Por su lado Tungurahua posee un régimen de caudal más regulado debido a las pendientes menores que no permiten la dominancia de escorrentía lateral rápida.

Régimen Hidrológico

Los indicadores de régimen hidrológico para las microcuencas de monitoreo de impacto del ACHAP se presentan en la Tabla 6. Como se mencionó antes la microcuenca de Chamilco produce más agua que la microcuenca de Tungurahua con relación a su área. Esto a su vez se refleja en el coeficiente de escorrentía que siempre es mayor para la microcuenca de Chamilco durante los tres años de estudio. Durante el 2018 el 56 % de la precipitación que cayó en Chamilco se convirtió en caudal, mientras que para ese mismo año solo el 37 % de la precipitación de Tungurahua dejó la cuenca como caudal. Para el año 2019 se observa el mismo patrón. El 50 % de la precipitación que cayó en Chamilco se convirtió en caudal mientras que en Tungurahua esta tasa fue menor, específicamente, 33 % de la precipitación de Tungurahua se convirtió en caudal. En el año 2020 se observa lo mismo pero la diferencia ya no es tan marcada, en Chamilco el 41 % de la precipitación se convirtió en caudal y en Tungurahua el 35 %. Por el análisis de las dinámicas temporales al cierre de ambas microcuencas se observa que en ambas el coeficiente de escorrentía disminuye en el 2019 si se lo compara con el 2018. Para el 2020 se observa un comportamiento contrario en las dos microcuencas, por un lado, Chamilco redujo su rendimiento hídrico significativamente comparado a los años previos, mientras que en Tungurahua los rendimientos se mantienen relativamente homogéneos a lo largo de todo el periodo.

El año 2019 fue el más húmedo de todo del periodo y hubiese sido esperado que la producción de agua en ambas microcuencas aumente debido a una mayor saturación y conectividad del sistema, produciendo así más agua. La disminución del coeficiente de escorrentía se explica por el aumento de pérdidas, representadas mediante Diff en la Tabla 6. Tungurahua paso de tener 551 mm de pérdidas en el 2018 a 639 mm en el 2019 y 567 mm en el 2020. Por su lado, Chamilco paso de tener 416 mm de pérdidas en el 2018 a tener 530 mm de pérdidas en el 2019 y 585 mm en el 2020 es decir un aumento de 162.94 mm en pérdidas. Los diferentes patrones de precipitación en los años parecen influir únicamente en las pérdidas para el caso de Tungurahua. A lo largo de los tres años de análisis se observa que ante distintas cantidades de precipitación los caudales producidos son similares. En otras palabras, en la microcuenca de Tungurahua un año húmedo (2019) aumenta las pérdidas de agua en el sistema.

Para el caso de la microcuenca de Chamilco se observa algo inusual para el año 2020. Al igual que en Tungurahua, las pérdidas de Chamilco parecían aumentar con un aumento de precipitación. Sin embargo, en el 2020 la producción de agua en esta microcuenca disminuye de

aproximadamente 540 mm a 408.7 mm. Esta disminución en el rendimiento puede deberse a diversos factores. Por ejemplo, el año 2020 fue más estacional que el resto de los años pasados por lo que una distribución homogénea de la precipitación podría tener influencia en la generación de escorrentía. Para validar esta hipótesis modelos hidrológicos que simulen el comportamiento del caudal ante distintos regímenes de precipitación podrían ser utilizados. Sin embargo, aún se debe contar con un set de datos más robusto temporalmente.

La producción sostenida de caudal a lo largo de los años (en especial en Tungurahua) es un hallazgo fundamental para el FONAG ya que muestra la alta capacidad para regular el flujo en ambas cuencas inclusive durante años secos y húmedos. Si consideramos que estos rendimientos hídricos se obtienen apenas dos años después de la compra del predio para conservación, entonces se refleja que el estado del ecosistema no se encontraba en un nivel de degradación alto y se esperaría que el régimen de caudal se mantenga con el tiempo. Para validar si esta tendencia se mantiene se debe continuar con el monitoreo de flujo durante más años, incluyendo dentro del análisis periodos mucho más secos y húmedos, así mismo complementar el monitoreo con el análisis de cobertura vegetal para ver si efectivamente se están produciendo cambios en la cuenca y si estos repercuten en el régimen hidrológico con el tiempo. En el caso de que el régimen hidrológico se mantenga se puede atribuir a que el mismo está controlado por los factores morfométricos descritos anteriormente, por ejemplo, por la pendiente o también pueden estar controlados por factores hidrometeorológicos propios del año en análisis.

El aumento de pérdidas en el año más húmedo en Tungurahua es ya un resultado como tal ya que indicaría que la producción de agua se mantendría con valores sostenidos en el tiempo independientemente de la precipitación. Sin embargo, esta solamente es una hipótesis que debe ser validada con un periodo de registro mucho más largo para establecer tendencias concluyentes. Además, se debe complementar estos análisis con información meteorológica complementaria, por ejemplo, el cálculo de evapotranspiración de referencia. Con el tiempo se podría validar el comportamiento de la cuenca especialmente en años mucho más secos que el 2018 y más húmedos que el 2019 para ver si lo que se ha descrito hasta ahora se mantiene.

El caudal casi sostenido en ambas microcuencas puede tener varias explicaciones, la primera es que este aumento en “pérdidas” independientemente de la precipitación este escondido en un cambio de almacenamiento en los suelos, para lo cual un monitoreo a largo plazo es necesario, tal vez cerrar el balance hidrológico en estas cuencas tome mucho más tiempo del esperado. Otra posible causa de aumento de pérdidas es un aumento en la evapotranspiración, todo el aumento de precipitación del 2019 se perdió, tal vez la vegetación aumentó su consumo de agua al estar está más disponible. Esta hipótesis se complementa con lo que se observa en el régimen hidrológico, el agua en la microcuenca de Chamilco sale más rápido del sistema por lo cual no está disponible para la vegetación la cual no evapotranspira en todo su potencial (posiblemente está en condiciones de estrés hídrico), es por esto por lo que las pérdidas en Chamilco son menores que en Tungurahua durante los dos años. Por su parte en Tungurahua el agua se mantiene más tiempo en el sistema debido a la menor pendiente de la cuenca y por lo tanto está más disponible para las plantas. Otra posible fuente de pérdida es la percolación profunda, para fortalecer esta hipótesis se necesita caracterizaciones geológicas y del perfil de suelo a lo largo de las microcuencas. Sin embargo, en otros estudios se ha reportado un aumento en la percolación profunda debido a un aumento de la carga hidráulica de los suelos “empujando” el agua hacia abajo. Para que este fenómeno se produzca sería necesario una roca fracturada con

alta permeabilidad que pueda ser recargada relativamente fácil. Las hipótesis derivadas de estas observaciones podrán ser validadas a futuro ya que como se mencionó el periodo de análisis es relativamente corto.

El caso inusual observado en la microcuenca de Chamilco debe ser validado para el 2020 donde se redujo el rendimiento. Como se mencionó antes esto puede ser atribuido a una combinación de factores como la pendiente de la cuenca y la distribución de la precipitación a lo largo del año. Tal vez la precipitación uniformemente distribuida mantuvo los suelos en una condición de humedad lo suficientemente alta para que pueda ser aprovechada por las plantas, pero no tanto como para que haya conectividad hidrológica en las laderas pronunciadas. También puede tratarse de una falla de equipos, esto último se puede validar con otro año de datos para observar si la tendencia se mantiene o si es necesario realizar un ajuste a los datos. Está claro que comprender el funcionamiento hidrológico a detalle de una cuenca requiere medidas complementarias a la precipitación y caudal, ya sean variables meteorológicas, trazadores, cobertura vegetal, información de suelo (hidro física y humedad), entre otras.

| Cuenca | Periodo | Coeficientes hidrológicos ² | | | | |
|---------------------------|---------|--|--------|---------|----------|------------|
| | | Rendimiento Hídrico | Diff | Diff365 | Sumaprec | Sumacaudal |
| ATP01HI01 (Tungurahua) | 2018 | 0.37 | 551.77 | 1.40 | 818.28 | 306.5 |
| | 2019 | 0.33 | 639.98 | 1.75 | 954.27 | 314.3 |
| | 2020 | 0.35 | 567.61 | 1.56 | 868.00 | 300.4 |
| ATP02HI01 (Chamilco) | 2018 | 0.56 | 416.34 | 1.14 | 956.4 | 540.1 |
| | 2019 | 0.50 | 530.62 | 1.45 | 1069.33 | 538.7 |
| | 2020 | 0.41 | 584.99 | 1.60 | 993.68 | 408.7 |

Tabla 6 .Indicadores de regímenes hidrológicos para las microcuencas del ACHAP

Reporte de Monitoreo de Calidad de Agua

El FONAG además del monitoreo hidrometeorológico, realiza un monitoreo de calidad del agua en sus predios. El monitoreo de Calidad de Agua tiene dos objetivos, el primero es a largo plazo y consiste en evidenciar el impacto de la conservación y restauración de las fuentes hídricas sobre el agua. El segundo objetivo del monitoreo de calidad del agua consiste en utilizar las concentraciones de diversos compuestos como trazadores biogeoquímicos y así complementar el entendimiento hidrológico de las cuencas.

2

Rendimiento Hídrico: razón entre precipitación y escorrentía anuales
 Diff: diferencia en milímetros entre precipitación y escorrentía anual
 Diff365: media diaria de perdidas en mm
 Sumaprec: precipitación anual en mm
 Rendimiento Hídrico: razón entre precipitación y escorrentía anuales
 Sumacaudal: escorrentía anual en mm

Hasta el 2020 dentro del A.C.H Alto Pita se contaba con 2 puntos de monitoreo de calidad de agua. Los dos puntos se ubican uno en cada microcuenca de aporte (Chamilco y Tungurahua). El detalle de los puntos se observa en la Figura 5 y Tabla 7.

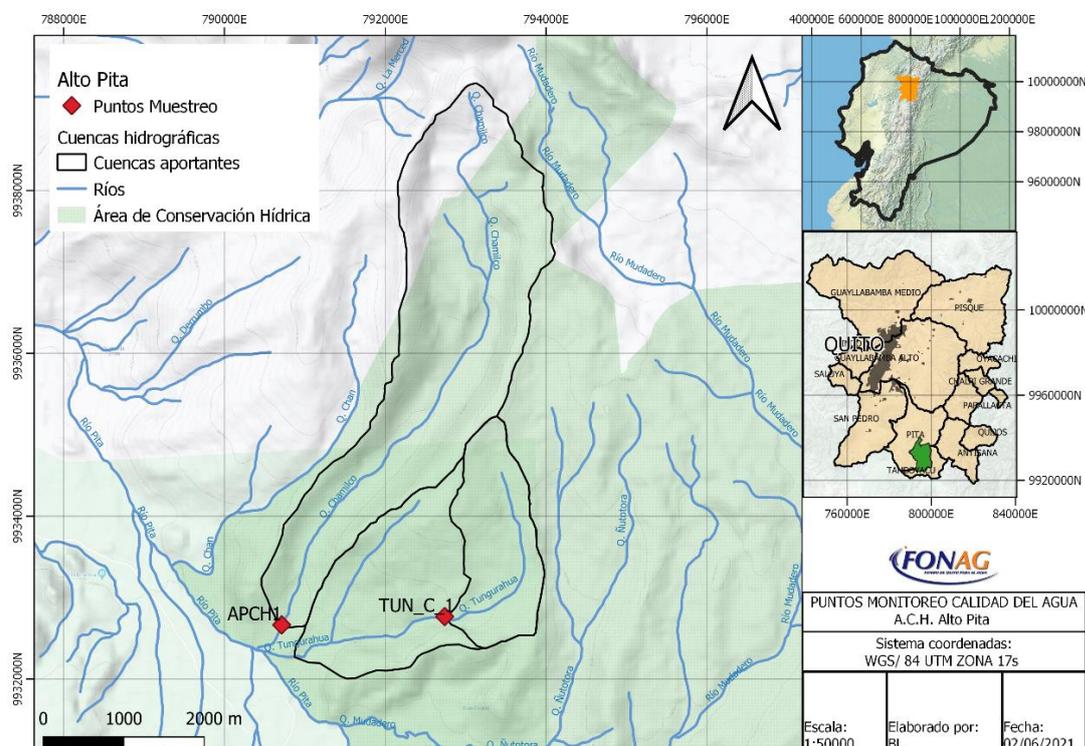


Figura 5. Localización de puntos de monitoreo de calidad del agua en el Área de Conservación Hídrica Alto Pita.

| A.C.H | Código | Descripción | Tipo de Muestra | Frecuencia de Monitoreo |
|-----------|--------|---------------------------|------------------|-------------------------|
| ALTO PITA | CHA_P | Chamilco Alto Pita | Cierre de Cuenca | Trimestral |
| ALTO PITA | TUN_C | Salida Humedal Tungurahua | Humedal | |

Tabla 7. Descripción puntos de monitoreo de calidad del agua en el Área de Conservación Hídrica Alto Pita.

Los monitoreos en ambos puntos tienen una frecuencia trimestral para varios parámetros. El objetivo de los muestreos es evidenciar los efectos de la reducción de carga animal y la recuperación ecológica efecto de la conservación y la restauración pasiva de las fuentes de agua.

Hasta el 2020 se realizaron 142 análisis para el ACHAP, los cuales han sido realizados por dos laboratorios, el número de muestras para cada categoría y el detalle de parámetros por categoría se presenta en la Tabla 8. Se observa claramente que el punto APCH (Chamilco) posee muchos más muestreos que el humedal Tungurahua.

| Categoría | Parámetro | APCH1 | TUN_C_1 |
|----------------|----------------|-------|---------|
| ANIONES | Nitratos | 6 | 1 |
| | Sulfatos | 6 | 1 |
| FISICOQUÍMICOS | Color Aparente | | 1 |

| | | | |
|---------------------------------|--|---|---|
| | Color Real | 8 | 1 |
| | Conductividad | 1 | |
| | Dureza Total | 5 | |
| | Potencial de Hidrógeno | 1 | |
| | Solidos Suspendidos (Gravimétricos) | 8 | 1 |
| | Solidos Totales (Gravimétricos) | 1 | 1 |
| | Solidos Totales Disueltos | 1 | |
| | Turbidez | 5 | |
| INORGÁNICOS NO METÁLICOS | Fosfato | 7 | 1 |
| | Fósforo Total | 7 | |
| | Nitritos | 7 | 1 |
| METALES TOTALES | Fósforo Total | | 1 |
| | Hierro Total | 7 | 1 |
| | Manganeso Total | 6 | 1 |
| MICROBIOLÓGICOS | Coliformes Totales | 8 | 1 |
| | Escherichia Coli | 8 | 1 |
| PARÁMETROS ORGÁNICOS | Amonio | 4 | 1 |
| | Amonio Expresado como Nitrógeno | 4 | 1 |
| | Carbono Orgánico Disuelto | | 2 |
| | Carbono Orgánico Total | | 2 |
| | Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) | 8 | 1 |
| | Demanda Química de Oxígeno | 8 | 1 |
| | Nitrógeno Orgánico | 4 | 1 |

Tabla 8. Numero de parámetros analizadas, clasificadas por categoría y laboratorio.

Con el objetivo de optimizar la presentación de los resultados debido a la diversidad de parámetros y unidades en las que estos se analizan y reportan se opta por presentar los resultados como el porcentaje de muestras que estuvieron bajo o sobre los límites de detección de los equipos de medición manejados en los laboratorios de análisis (Tabla 9), esta categorización no está relacionada con normativas ambientales, ni sanitarias.

Es así como, si la mayoría de los análisis realizados se encuentran fuera de los límites de detección la tabla 9 mostrará un color rojo, si la minoría están fuera de los límites de detección un color naranja y si todos están en los límites de detección un color verde. El motivo para esta categorización es que permite evaluar rápidamente si en los sitios existen concentraciones muy bajas de ciertos parámetros, difíciles de cuantificar. Por ejemplo, para Chamilco se observa que de las 6 muestras de Nitratos y Sulfatos analizadas todas tienen concentraciones sumamente bajas (menores a los límites de detección). Por el contrario, parámetros como el color, conductividad y dureza pudieron ser determinados en sus concentraciones reales.

Al tratar los datos de esta manera, nos permite identificar parámetros que tal vez no serán afectados por las acciones de conservación y restauración ya que de por si sus valores de fondo (concentración natural) es muy baja. Por otro lado, nos permite determinar parámetros que pueden ser indicadores de la recuperación del ecosistema. Hay que recalcar que, para realizar un análisis robusto de dinámicas temporales de calidad del agua, monitoreos a mediano y largo plazo son necesarios ya que nos permitirán evaluar si con el tiempo las concentraciones de estos parámetros cambian o si tienen dependencia de variables hidrológicas como el nivel del agua.

Para el caso del punto de monitoreo del humedal no existen suficientes datos (1 valor) para evaluar si existen diferencias con respecto al otro punto del ACHAP, por lo que futuros monitoreos permitirán evaluar si presenta el mismo comportamiento que el punto de cierre en Chamilco.

| PARAMETRO | Alto Pita | | | |
|--------------------|-----------|------|---------|------|
| | APCH1 | | TUN_C_1 | |
| | n | % | n | % |
| Nitratos | 6 | 100% | 1 | 0% |
| Sulfatos | 6 | 83% | 1 | 0% |
| Color Aparente | | | 1 | 0% |
| Color Real | 8 | 0% | 1 | 0% |
| Conductividad | 1 | 0% | | |
| Dureza Total | 5 | 0% | | |
| pH | 1 | 0% | | |
| SSG | 8 | 0% | 1 | 100% |
| STG | 1 | 100% | 1 | 0% |
| STD | 1 | 0% | | |
| Turbidez | 5 | 0% | | |
| PO4 | 7 | 100% | 1 | 100% |
| P total | 7 | 0% | | |
| Nitritos | 7 | 29% | 1 | 100% |
| P total | | | 1 | 100% |
| Fe total | 7 | 0% | 1 | 0% |
| Mg total | 6 | 50% | 1 | 0% |
| Coliformes Totales | 8 | 0% | 1 | 0% |
| Escherichia Coli | 8 | 63% | 1 | 100% |
| NH4 | 4 | 75% | 1 | 100% |
| NH4-N | 4 | 75% | 1 | 100% |
| COD | | | 2 | 0% |
| COT | | | 2 | 0% |
| DBO5 | 8 | 13% | 1 | 100% |
| DQO | 8 | 0% | 1 | 100% |
| N-organico | 4 | 75% | 1 | 100% |

Tabla 9. Numero de parámetros analizadas y porcentaje de estos que se encuentran bajo o sobre los límites de detección.

Elaborado por: Braulio Lahuate

Revisado por: Andrea Vera

Aprobado por: