

LAS AMUNAS: TECNOLOGÍA ANCESTRAL DE RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS EN LOS ANDES PERUANOS

Msc. Ing. Dimas Apaza

Gestión Social del Agua y Ambiente en Cuencas – GSAAC,
Embajada Real de los Países Bajos – Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola – IICA.
Jr. Natalio Sánchez N° 220 Oficina 403 – 404, Lima 11, (511) 3321244 – gsaac@gsaac.org.pe

RESUMEN

Las Amunas representan una práctica ancestral de recarga artificial de acuíferos, desarrollada en los macizos rocosos de alta montaña del Perú, en la sierra de Huarochirí, en las cuencas Lurín y Rímac, cuyo objetivo fue incrementar el volumen de agua en los manantiales, a partir de las aguas de tormenta que se producen en las temporadas húmedas. Probablemente construidas por la cultura Inka en el siglo XIV, nadie recuerda exactamente desde cuando están allí, sin embargo todavía se hallan vigentes y en pleno funcionamiento.

Estos sistemas resultan ser muy eficaces, pues permiten mejorar la oferta de agua en el subsuelo, sin ellos la agricultura con riego no sería posible lo que obliga a los lugareños a mantener una férrea organización muy antigua pero muy efectiva, conocida como “Ayllus” (hoy comunidades), que posibilita su permanencia en el tiempo. Sin embargo, las amunas con el tiempo se han venido deteriorando, algunas paulatinamente reducen su longitud por falta de mantenimiento o desconocimiento de su utilidad.

Se conocen experiencias similares en otros países, como el caso del “Manejo del Agua de Deshielo en las Alpujarras en Granada”, al Sur de España (A. Pulido, 1993). Es perfectamente aplicable a zonas de geografía similares y con problemas de escasez de agua.

Palabras Clave.- Recarga artificial, Amunas, infiltración, acuíferos fisurados, manantiales, riego, organización ancestral, Huarochirí.

UBICACIÓN

La provincia de Huarochirí está situada en el borde meridional de la cordillera occidental de los andes peruanos, ocupa una superficie aproximada de 24 Km² y es drenada por los ríos Lurín y Rímac, las amunas están emplazados sobre la divisoria de ambas cuencas. En ella existen 3 núcleos urbanos importantes que se asientan en las laderas de estas montañas, con una población de 3,500 habitantes y son los distritos de San Andrés de Tupicocha, Santiago de Tuna y Chaute.

OBJETIVO DE LAS AMUNAS

- Incrementar el caudal de los manantiales que abastecen a los pequeños sistemas de riego y los núcleos rurales del sector agrupados en Ayllus, aprovechando para ello el poder regulador del terreno.
- Parte del agua contribuye al mantenimiento de una densa vegetación en la zona por la gran humedad que indirectamente se logra.

ANTIGÜEDAD

Es posible que la cultura Inka, asentada hace más de 700 años, trazara una extensa red de acequias que derivaban las aguas de las quebradas secas que funcionan en la época de lluvias, para conducirla hasta las laderas de los cerros e infiltrarlas al subsuelo.



Figura 1. Población Antigua Inka, Hornacinas Típicas en Viviendas.

Los pobladores de la zona han perdido el habla del “Quechua” ahora practican el Castellano, también han sustituyendo los “Ayllus” por Parcialidad, la “Mita” por las Faenas, lo cual indica que van perdiendo paulatinamente la organización ancestral y con ello el conocimiento del objetivo de las amunas. Estas costumbres, las organizaciones y su tecnología de piedra (viviendas, reservorios circulares, andenes, etc.) corresponden típicamente a la cultura Inka (Ver Figura 1).

LOCALIZACIÓN ESPACIAL DE LAS AMUNAS

Las amunas se localizan en las cabeceras de pequeñas microcuencas que generan aguas de escorrentía durante los meses húmedos. Las primeras lluvias restituyen la humedad del suelo hasta saturarlos, luego pasan a alimentar al flujo superficial de la quebrada formando riachuelos con caudal mas permanente durante la temporada de lluvias, estas son la fuente de las aguas de recarga mediante las amunas.

En la captación del agua para las amunas se puede diferenciar dos modalidades; la primera mediante captación parcial en tierra (Ver Figura 2), de manera que cuando ocurre la crecida del río pueda descargar el excedente hacia el cauce natural, se aplica en casos de arrastre de sólidos y gran caudal de avenida. Sin embargo, en otros casos de pequeñas cuencas ó cuando el lecho del cauce es sobre rocas y tiene poco arrastre de sólidos se aplica una captación total con azud, para captar toda el agua de escorrentía de forma permanente.



Figura 2. Captación y acequias de conducción de las Amunas

La distribución del agua a las áreas de recarga se produce en forma progresiva, vale decir por tramos de 100 m y se van descargando hacia las laderas rocosas o pedregosas. Otra forma es hacerlo casi al final de las acequias donde se ha localizado el área previamente, en ésta se “extiende el agua” mediante pequeños canales en forma radial, casi encima de las fuentes donde se obtendrá el agua.

Para el paso de animales y caminos, se han construido pequeñas canoas a manera de puentes de piedra en forma de arco, los que pueden observarse muy esporádicamente. Los cultivos se llevan a cabo sobre terrazas de piedra acondicionadas a la topografía del terreno, práctica desarrollada por la cultura Inka, esto permite un mejor aprovechamiento del agua y se abastecen a partir de una serie de pequeños sistemas de riego en ladera, con canales de piedra y reservorios circulares de tamaños variables que parten de los manantiales que descargan a diversas alturas de las montañas (Ver Figura 3). El abastecimiento doméstico se lleva a cabo, esencialmente, a partir de una serie de manantiales tradicionalmente captados, muchos de ellos tienen una relación directa con la recarga de las amunas.



Figura 3. Sistemas de conducción de canales con piedra labrada.

El mantenimiento se realiza de forma anual, en enero o febrero, cuando inicia la temporada de lluvias, la organización es mediante las “Mitas”, donde cada Ayllu tiene un sector a su cargo encargándose de la limpieza de sedimentos, arreglo de las acequias y distribución del agua de recarga. Las Mitas son por espacio de un día donde participa toda la población comunal y en la distribución participan 3 a 5 personas encargados de la amuna del agua de forma permanente, los que se encargan de vigilar, mantener y distribuir el agua.

CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DE LOS ACUÍFEROS FISURADOS

La zona presenta un macizo de rocas volcánicas; tobas andesíticas, riolitas, riolacitas de color pardo blanquecinas, en la parte inferior del valle afloran volcánicos y sedimentarios, con predominio de la fase tobácea bastante alterados de variado color desde pardo blanquecino a rojo-violáceo, del Terciario Medio – Superior.

Las rocas como las riolitas, andesitas, dioritas, de origen volcánico de los macizos del Huarochiri (Ver Figura 4) tienen una limitada capacidad de almacenamiento y presentan un comportamiento asimilable a la de un medio “fisurado”. La capacidad transmisiva de estos terrenos está ligada a la frecuencia y densidad de fracturas de considerable capacidad de flujo y almacenamiento relativo. Las surgencias se sitúan frecuentemente sobre fracturas de dirección N-S y N60°E con inclinación preferente 80° Sur Este.

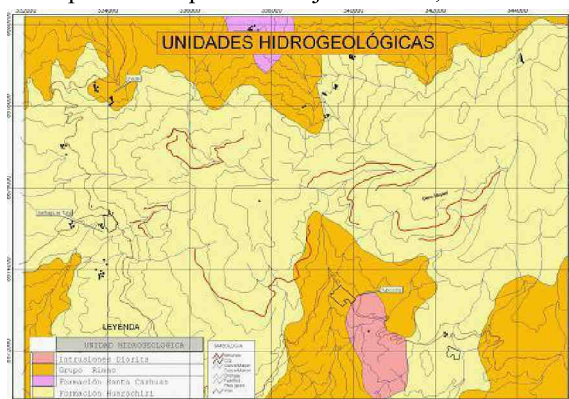


Figura 4. Unidades Hidrogeológicas del área.

El caudal de recarga puede llegar a 185 l/s, el incrementado en las surgencias del área de recarga puede alcanzar los 5.0 – 10 l/s (Enero, 2004). Cuando no se realiza el mantenimiento de las amunas en los caudales, de junio a noviembre, llegan a secarse por completo. Una fracción considerable de agua se “pierde” en la compensación del déficit de humedad del suelo, lo cual permite mantener la vegetación en amplios sectores de las montañas de Lurín, otra fracción se incorpora a un sistema de flujo “Intermedio” e incluso eventualmente, a un sistema más profundo recargando las fuentes del piso de los valles Lurín y Rímac.

Amuna	Longitud (m)	Cuenca (Km ²)	Caudal (l/s)	Estado
Sansari	1,000	3.477	185	Su captación se encuentra deteriorada.
Omacachi	1,850	2.107	150	Requiere mantenimiento de canales.
Chullaca	700	2.412	130	En regular estado de conservación.
Marcajay	700	3.859	80	Colapso de talud en captación.
Ausurí	700	3.860	80	Captación deteriorada, mantener canales.
Tampucaya	3,350	4.823	250	Abandonado por falta de agua.
Chinchiwaca	350	2.632	70	Mejorar captación y sección de canal.
Aqueche	475	2.778	70	Rehabilitar captación, requiere agua.
Mentirosa	150	2.924	50	Se encuentra deteriorado.
Llancacanchi	525	2.034	150	En regular estado de conservación.
Chaute	530	2.034	120	Bocatoma concreto, totalmente captado.
Chillca	1020	1.525	170	En buen estado de conservación.
Laja Laja	600	1.526	115	Bocatoma concreto, totalmente captado.

Tabla 1. Características de las Amunas Inventariadas

Se han contado entre Chaute y Tupicocha 13 amunas de distinta longitud, la mayor de ellas alcanza los 3.35 Km, en regular estado de conservación. Entre las más conservadas tenemos a las de Chaute, esta comunidad le da una importancia capital y fundamentalmente para la producción de frutas.

Atendiendo a los usos posteriores del agua, se pueden diferenciar dos tipos de amunas, aquellos que sirven para incrementar el caudal de los manantiales utilizados en riego y aquellos que recargan el caudal de los manantiales para el abastecimiento de agua de los centros Poblados. Además, alimenta la vegetación abundante del lugar, como la Taya, Cacilly, Chisque = Huamanpinta, es la vegetación dominante de las áreas de recarga y colinas montañosas.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LAS AGUAS

Los resultados obtenidos permiten deducir que existe un enriquecimiento en los elementos mayoritarios entre la amuna y el manantial, la conductividad pasa de 364 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a un máximo de 480 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Otra variación relevante es que el pH del agua de recarga es 5.4, esta se estabiliza al ingresar al subsuelo alcanzando valores cercanos al neutro. Atendiendo a los elementos mayoritarios corresponden a aguas meteóricas cálcicas sulfatadas, se nota un ligero incremento del anión Cloro en las aguas de flujo más profundo debido a la presencia de evaporitas en algunos tramos de la geología del lugar. En los resultados de los análisis se observa que el calcio de las aguas de recarga tiene valor más alto y se reduce al infiltrarse al acuífero, y mucho más en el profundo, de 32 a 70 mg/l de Ca.

Atendiendo a su dureza, las aguas poco mineralizadas presentan valores de 143 a 300 mg/l de CaCO_3 , obviamente corresponde a rocas de moderada estabilidad química, por tanto se tiene aguas blandas aptas para uso poblacional y riego del área sin restricción alguna.

LAS MODALIDADES DE RECARGA Y TRÁNSITO SUBTERRÁNEO

Las precipitación en la zona varía entre 300 y 400 mm/año (IDMA, 2001) indicando una baja precipitación por su ubicación dentro de microcuencas áridas de costa peruana, sin embargo esta lámina de precipitación puede ser suficiente para generar aguas de escorrentía para realizar las prácticas de recarga artificial por amunas. (Ver Figura 5).

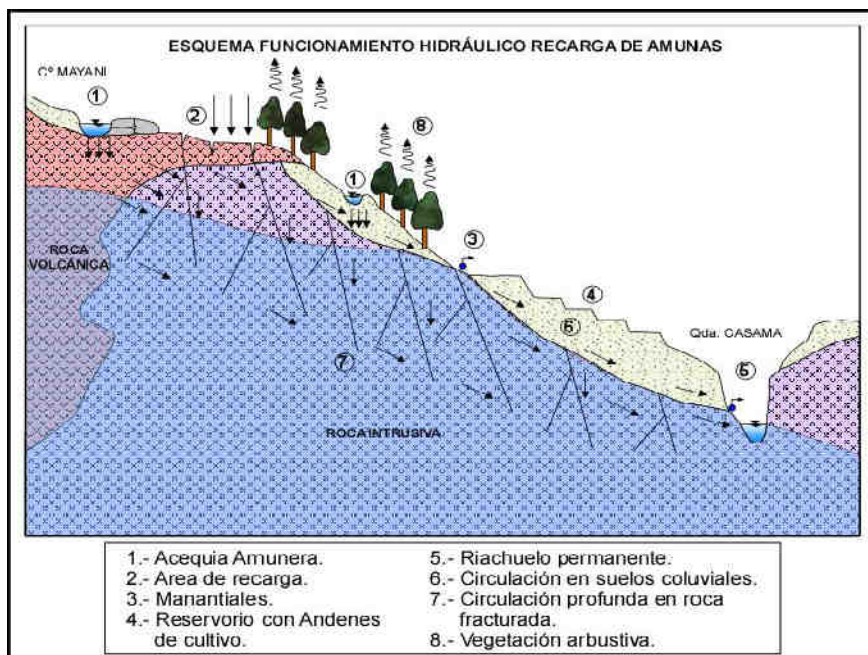


Figura 5. Modelo hipotético del funcionamiento hidráulico de recarga con Amunas.

Los acuíferos en el área están en rocas de baja transmisividad, en relación a otros acuíferos fisurados que tienen mayor productividad, sin embargo esto puede ser suficiente para lograr el almacenamiento profundo y permitir la recarga de los manantiales. La longitud de recorrido del lugar de recarga hasta el punto de descarga es en promedio de 2 a 3 Km., en teoría, para este tipo de acuíferos la velocidad de circulación debería estar entre 10 m/día (con gradiente hidráulico alto) para llegar al punto de descarga demora entre de 6 a 8 meses, la velocidad de circulación de recarga local no supera el año.

EFICIENCIA DE RECARGA DEL ACUÍFERO

Por información de los pobladores se ha podido recoger, que las amunas a 20 días ya es notable el incremento de caudal en las fuentes por efecto de la recarga (flujo local), en algunas se duplica o triplica el volumen de descarga, dependiendo el tipo de fuente y acuífero. El caso más representativo es el manantial Lechica en Santiago de Tuna, que produce 0.2 l/s, cuando se incrementa llega hasta 5 l/s y Chaute produce 4.6 l/s, con la incorporación de las amunas duplica el caudal, esta constituye en una de las fuentes más importante del lugar, y mantiene la producción de tunas y melocotones del área.

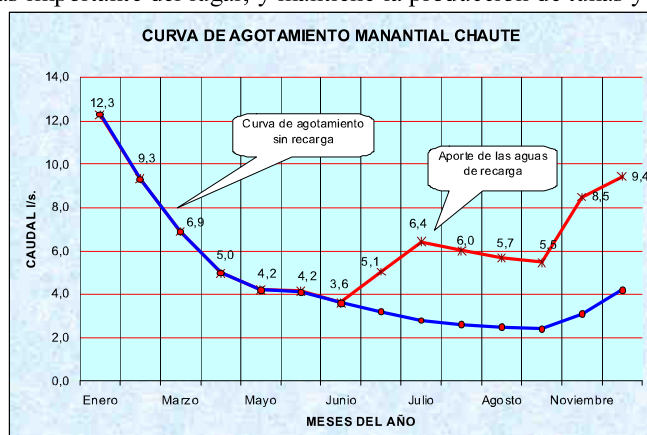


Gráfico 1. Curva de Agotamiento del Manantial Chaute.

POTENCIAL DE USO DE LAS AMUNAS

Las amunas son aplicables en las cabeceras de cuenca en zonas de montaña, lo fundamental para la aplicación en otras zonas similares es la disponibilidad de pequeñas microcuencas de recepción que generen suficiente agua como fuente de recarga, superficies rocosas con presencia de algún tipo de acuíferos fisurados y una alta demanda de agua con sensibilidad social para el mantenimiento.

Requiere cuencas con moderada área de recepción y poco arrastre de sólidos suspendidos, su cauce debe ser con preferencia rocosa para evitar la generación de sólidos finos, estos provocan la erosión de los cauces y constituyen peligro para el deterioro de las captaciones y colmataje de las áreas de infiltración.

CONCLUSIONES

Las amunas son técnicas ancestrales ideadas posiblemente por los Inkas que operan hasta la actualidad, siendo sostenidos por un sistema de organización funcional, que permite el mantenimiento anual de los sistemas de recarga hasta la actualidad.

Es claramente un sistema de recarga artificial de acuíferos de tipo fisurado, practicado en zonas de alta montaña, lo que permite una mayor retención del agua en el subsuelo, consiguiendo que las fuentes se mantengan con caudales regulados durante los meses de estiaje, cuando la demanda de agua es máxima.

Toda la población local reconoce los beneficios que trae consigo la práctica de amunas, que sin ellas no tendrían fuentes seguras ni caudales suficientes para practicar la agricultura bajo riego, ni para consumo humano, siendo fundamental para la supervivencia en estas zonas de alta montaña.

Es una técnica que ha sido revalorada y recuperada, a partir de la experiencia actual como alternativa tecnológica apropiada para zonas de alta montaña, habiéndose replicado un proyecto en la cuenca Huaura – Paccho Lagsanga y otras que se vienen gestando, lo cual tienen buena acogida en otras zonas con déficit de agua o zonas áridas de baja oferta hídrica.

BIBLIOGRAFÍA

- Embajada Países Bajos. Lima, Junio, 2006. Las Amunas de Huarochirí, Recarga Artificial de Acuíferos en los Andes. Gestión Social del Agua y Ambiente en Cuencas GSAAC-IICA.
- Fernández Escalante, A.E. Enero, 2005. Recarga artificial de acuíferos en cuencas fluviales. Aspectos cualitativos y medioambientales. Tesis Doctoral en la Universidad Complutense de Madrid.
- Fernández Escalante, A. E., García, M. y Villarroja, F. Berlín, Junio, 2005. The "careos" from Alpujarra (Granada, Spain) a historical example of artificial recharge previous to XIII century applicable to the XXI century. Characterization and inventory". ISMAR 5.
- Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). Setiembre, 1999. Recarga Artificial de Acuíferos, Síntesis Metodológica Estudios y Actuaciones realizadas en la Provincia Alicante.
- Ben Sbih, Y. y Pulido Bosch, A. 1996. Papel de los careos en la gestión de las aguas de La Alpujarra. Primera Conferencia Internacional Sierra Nevada.
- Pulido Bosch A. Julio, 1993. Some Sappnish Karstic Aquifers. Universidad de Granada, "Grupo de Investigación de Recursos Hídricos y Geología Ambiental".
- Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE). Madrid, 1991. Tecnología básica de la recarga artificial de acuíferos.