

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“DIAGNÓSTICO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN
DE PROYECTOS DE REHABILITACION DE AMUNAS EN EL
DISTRITO DE SAN PEDRO DE CASTA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÍCOLA**

GIANELLA LIZET VÁSQUEZ RAMÍREZ











LIMA –PERÚ

2022

Document Information

Analyzed document	TSP-VÁSQUEZ GIANELLA-act_VF.pdf (D154599021)
Submitted	12/28/2022 7:21:00 PM
Submitted by	GONZALO RAMCES FANO MIRANDA
Submitter email	gfano@lamolina.edu.pe
Similarity	2%
Analysis address	gfano.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol28n1.pdf Fetched: 12/28/2022 7:21:00 PM	 1
W	URL: https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-021-Es.pdf Fetched: 12/28/2022 7:23:00 PM	 6
W	URL: https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/6216 Fetched: 12/28/2022 7:21:00 PM	 1
W	URL: https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-41-en.pdf Fetched: 12/28/2022 7:22:00 PM	 1
W	URL: https://www.eea.europa.eu/policy-documents/green-infrastructure-gi-2014-enhancing Fetched: 12/28/2022 7:22:00 PM	 1
W	URL: https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf Fetched: 12/28/2022 7:22:00 PM	 1
W	URL: https://www.jstor.org/stable/26270403 Fetched: 12/28/2022 7:22:00 PM	 1
W	URL: https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2020/02/Resumen-Amunas_ES.pdf Fetched: 12/28/2022 7:22:00 PM	 1
SA	UPN_CIV_2021_Layten_Santi_Tesis.pdf Document UPN_CIV_2021_Layten_Santi_Tesis.pdf (D98843323)	 1
W	URL: https://interclima.minam.gob.pe/Presentaciones/2015/Dia1/Exposicion-Gabriel-Quijandria.pdf Fetched: 12/28/2022 7:23:00 PM	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

**“DIAGNÓSTICO PARA LA IDENTIFICACIÓN Y FORMULACIÓN
DE PROYECTOS DE REHABILITACION DE AMUNAS EN EL
DISTRITO DE SAN PEDRO DE CASTA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERA AGRÍCOLA

Presentado por:

BACH. GIANELLA LIZET VÁSQUEZ RAMÍREZ

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Dr. FREDY OMIS CÁCERES GUERRERO
Presidente

Mg. Sc. JUVENAL VIVIANO GARCÍA ARMAS
Miembro

Mg. Sc. LENA CRUZ VILLARCORTA
Miembro

Dr. GONZALO RAMCÉS FANO MIRANDA
Asesor

LIMA – PERU

2022

DEDICATORIA

A mi madre María Salomena Alejandrina Norma Ramírez Feria por su apoyo ilimitado e incondicional en cada etapa de mi vida. Por estar siempre conmigo, por su compañía durante las noches de desvelo y por enseñarme a trabajar por mis sueños.

AGRADECIMIENTO

Agradecimientos a mi asesor el Dr. Gonzalo Ramcés Fano Miranda, a los miembros de mi jurado y al equipo de Aquafondo; quienes me inspiran, confían en mí y me dan la oportunidad de seguir creciendo profesionalmente.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problemática	1
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. Objetivo general	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Gestión integrada de recursos hídricos (GIRH)	4
2.2. Siembra de agua.....	4
2.3. Cosecha de agua	4
2.4. Amuna	4
2.5. Infraestructura natural (IN).....	5
2.6. Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)	5
2.7. Infraestructura Natural Hídrica.....	6
2.8. Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)	6
III. DESARROLLO DEL TRABAJO	7
3.1. Caracterización del territorio.....	7
3.1.1. Ubicación del área de trabajo	7
3.1.2. Accesos y vías de comunicación.....	8
3.1.3. Límites distritales	9
3.1.4. Población beneficiada	9
3.1.5. Flora	10
3.1.6. Fauna	12
3.1.7. Recurso hídrico	13
3.2. Metodología del trabajo ejecutado.	15
3.2.1. Recopilación y análisis de información	15
3.2.2. Proceso de sensibilización de la comunidad	16

3.2.3.	Trabajo de reconocimiento en campo	18
3.2.4.	Análisis y elaboración del diagnóstico.....	58
3.3.	Contribución en la solución de situaciones problemáticas presentadas durante la estancia en la empresa.	61
3.4.	Contribución a la empresa en términos de las competencias y habilidades adquiridas durante su formación profesional.	61
3.5.	Nivel de beneficio obtenido por la empresa a partir de la solución de situaciones problemáticas.....	62
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
V.	CONCLUSIONES	65
VI.	RECOMENDACIONES	66
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
VIII.	ANEXOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Accesibilidad al distrito de San Pedro de Casta	8
Tabla 2:	Cantidad de comuneros en San Pedro de Casta	10
Tabla 3:	Árboles	11
Tabla 4:	Plantas medicinales	11
Tabla 5:	Mamíferos	13
Tabla 6:	Aves.....	13
Tabla 7:	Reconocimiento de cárcavas en la amuna Cushpina Cashanan Alto	20
Tabla 8:	Zonas seleccionadas para las pruebas de infiltración en la amuna Cushpina Cashanan Alto	22
Tabla 9:	Prueba de Infiltración N° 01 (Progresiva 0+020)	22
Tabla 10:	Prueba de Infiltración N° 02 (Progresiva 0+0280).....	24
Tabla 11:	Prueba de Infiltración N° 03 (Progresiva 0+734).....	26
Tabla 12:	Reconocimiento de cárcavas en la amuna Cushpina Cashanan Medio	28
Tabla 13:	Zonas seleccionadas para las pruebas de infiltración en la amuna Cushpina Cashanan Medio.....	30
Tabla 14:	Prueba de Infiltración N° 01 (Progresiva 0+038).....	30
Tabla 15:	Prueba de Infiltración N° 02 (Progresiva 0+331).....	32
Tabla 16:	Prueba de Infiltración N° 03 (Progresiva 0+651).....	33
Tabla 17:	Reconocimiento de cárcavas en la amuna Cushpina Cashanan Bajo	35
Tabla 18:	Zonas seleccionadas para las pruebas de infiltración en la amuna Cushpina Cashanan Bajo	37
Tabla 19:	Prueba de Infiltración N° 01 (Progresiva 0+020).....	37
Tabla 20:	Prueba de Infiltración N° 02 (Progresiva 0+150).....	39
Tabla 21:	Prueba de Infiltración N° 03 (Progresiva 0+298).....	40
Tabla 22:	Reconocimiento de cárcavas en la amuna Huaclayco - Chinca	43
Tabla 23:	Reconocimiento de canteras en la amuna Huaclayco - Chinca	43
Tabla 24:	Punto de prueba de aforo para la amuna Huaclayco - Chinca.....	45
Tabla 25:	Prueba de aforo para la amuna Huaclayco - Chinca.....	45
Tabla 26:	Zonas seleccionadas para las pruebas de infiltración en la amuna Huaclayco – Chinca.	46

Tabla 27:	Prueba de Infiltración N° 01 en la amuna Huaclayco - Chinca.....	46
Tabla 28:	Prueba de Infiltración N° 02 en la amuna Huaclayco - Chinca.....	48
Tabla 29:	Reconocimiento de cárcavas en la amuna Huacsay - Yanachuwchi	51
Tabla 30:	Reconocimiento de canteras en la amuna Huacsay - Yanachuwchi.....	51
Tabla 31:	Punto de prueba de aforo para la amuna Huacsay - Yanachuwchi	52
Tabla 32:	Prueba de aforo para la amuna Huacsay - Yanachuwchi	52
Tabla 33:	Zonas seleccionadas para las pruebas de infiltración en la amuna Huacsay - Yanachuwchi	53
Tabla 34:	Prueba de Infiltración N° 01 en la amuna Huacsay - Yanachuwchi	54
Tabla 35:	Prueba de Infiltración N° 02 en la amuna Huacsay - Yanachuwchi	56
Tabla 36:	Cuadro resumen actualizado con amunas identificadas en campo.....	58
Tabla 37:	Obras de arte planteadas para la amuna Cushpina – Cashanan Alto.....	59
Tabla 38:	Obras de arte planteadas para la amuna Cushpina – Cashanan Medio.	59
Tabla 39:	Obras de arte planteadas para la amuna Cushpina – Cashanan Bajo.	59
Tabla 40:	Obras de arte planteadas para la amuna Huaclayco - Chinca.....	60
Tabla 41:	Obras de arte planteadas para la amuna Huacsay - Yanachuwchi	60
Tabla 42:	Puntos tomados en campo de la Amuna Cushpina Cashanan Alto	82
Tabla 43:	Puntos tomados en campo de la Amuna Cushpina Cashanan Medio.....	83
Tabla 44:	Puntos tomados en campo de la Amuna Cushpina Cashanan Bajo.....	84
Tabla 45:	Puntos tomados en campo de la Amuna Huaclayco - Chinca	85
Tabla 46:	Puntos tomados en campo de la Amuna Huacsay - Yanachuwchi.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Ubicación macro del área de trabajo	7
Figura 2:	Visualización de las vías de acceso	8
Figura 3:	Población por grupos de edad.....	9
Figura 4:	Llenado de la minuta de reunión	17
Figura 5:	Grupos de trabajo del taller.	18
Figura 6:	Explicación de uno de los miembros de la comunidad	18
Figura 7:	Trazo de la amuna Cushpina Cashanan Alto.....	20
Figura 8:	Cantera identificada en la progresiva 0+000 km.	20
Figura 9:	Cantera identificada progresiva 0+240 km.....	21
Figura 10:	Captación en donde se realizó el aforo.....	21
Figura 11:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 01 en la amuna Cushpina Cashanan Alto.....	23
Figura 12:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 01 en la amuna Cushpina Cashanan Alto.....	23
Figura 13:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 02 en la amuna Cushpina Cashanan Alto.....	24
Figura 14:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 02 en la amuna Cushpina Cashanan Alto.....	25
Figura 15:	Prueba de infiltración en la progresiva 0+280 km.....	25
Figura 16:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 03 en la amuna Cushpina Cashanan Alto.....	26
Figura 17:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 03 en la amuna Cushpina Cashanan Alto.....	27
Figura 18:	Trazo de la amuna Cushpina Cashanan Medio.	28
Figura 19:	Cantera identificada en la progresiva 0+440 km.	29
Figura 20:	Captación en donde se realizó el aforo.....	29
Figura 21:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 01 en la amuna Cushpina Cashanan Medio.	31
Figura 22:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 01 en la amuna Cushpina Cashanan Medio.	31

Figura 23:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 02 en la amuna Cushpina Cashanan Medio.	32
Figura 24:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 02 en la amuna Cushpina Cashanan Medio.	33
Figura 25:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 03 en la amuna Cushpina Cashanan Medio.	34
Figura 26:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 03 en la amuna Cushpina Cashanan Medio.	34
Figura 27:	Trazo de la amuna Cushpina Cashanan Bajo.	35
Figura 28:	Cantera identificada en la progresiva 0+060 km.	36
Figura 29:	Captación en donde se realizó el aforo.	36
Figura 30:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 01 en la amuna Cushpina Cashanan Bajo.	38
Figura 31:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 01 en la amuna Cushpina Cashanan Bajo.	38
Figura 32:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 02 en la amuna Cushpina Cashanan Bajo.	39
Figura 33:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 02 en la amuna Cushpina Cashanan Bajo.	40
Figura 34:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 03 en la amuna Cushpina Cashanan Bajo.	41
Figura 35:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 03 en la amuna Cushpina Cashanan Bajo.	41
Figura 36:	Trazo de la amuna Huaclayco Chinca.	42
Figura 37:	Cantera de piedras 01, ubicado a la altura de la progresiva 0+150 km.	44
Figura 38:	Cantera 02, ubicado a la altura de la progresiva 0+370 km.	44
Figura 39:	Medición del caudal de la amuna Huaclayco – Chinca.	45
Figura 40:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 01 en la amuna Huaclayco – Chinca.	47
Figura 41:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 01 en la amuna Huaclayco – Chinca.	47
Figura 42:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 02 en la amuna Huaclayco – Chinca.	49
Figura 43:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 02 en la amuna Huaclayco - Chinca.	49
Figura 44:	Trazo de la amuna Huacsay – Yanachuwchi.	50

Figura 45:	Cantera de piedras 01, ubicado a la altura de la progresiva 0+210 km.	52
Figura 46:	Medición del caudal de la amuna Huacsay – Yanachuwchi.	53
Figura 47:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 01 en la amuna Huacsay – Yanachuwchi.	55
Figura 48:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 01 en la amuna Huacsay – Yanachuwchi.	55
Figura 49:	Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 02 en la amuna Huacsay – Yanachuwchi.	57
Figura 50:	Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 02 en la amuna Huacsay – Yanachuwchi.	57
Figura 51:	Comparación de amunas.....	71
Figura 52:	Ubicación de canteras	71

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1:	Mapas de ubicación.....	71
Anexo 2:	Tabla resumen de materiales, equipos y herramientas utilizados	80
Anexo 3:	Tabla resumen de amunas previamente identificadas en San Pedro de Casta. ..	81
Anexo 4:	Resumen de puntos medidos en campo.....	82

RESUMEN

En las últimas décadas, la cuenca del río Rímac viene atravesando un proceso progresivo de desertificación debido al cambio climático, afectando a las poblaciones más vulnerables que habitan en la parte alta de la cuenca. En ese sentido, la siembra de agua se ha posicionado como una alternativa para contribuir a la seguridad hídrica en los años venideros. Como ejemplo, existen los proyectos de rehabilitación de amunas, que revaloran el conocimiento ancestral andino con el objetivo de contribuir a la recarga hídrica del suelo gracias a su capacidad de almacenar, infiltrar y distribuir el agua proveniente de las precipitaciones; incrementando la disponibilidad de agua para el uso poblacional y el desarrollo de actividades agropecuarias en las comunidades campesinas. En ese sentido, el presente trabajo tuvo como objetivo realizar el diagnóstico para la identificación y formulación de proyectos de rehabilitación de amunas en el distrito de San Pedro de Casta, como parte de las actividades desarrolladas en el programa “Invertir AHORA” del Fondo de Agua para Lima y Callao (AQUAFONDO). La metodología del trabajo consistió en la revisión de información secundaria, recopilación de datos en campo y su posterior análisis. A partir de ello se identificaron las condiciones iniciales, se desarrolló un diagnóstico con información base y se plantearon metas para la rehabilitación y mejoramiento de las amunas. Finalmente, se concluyó que existen cinco amunas priorizadas que cumplen con las condiciones necesarias para ser rehabilitadas a fin de aprovechar estas infraestructuras nuevamente y gozar de todos sus beneficios.

Palabras clave: Siembra de agua, amunas, infiltración, infraestructura ancestral.

ABSTRACT

In recent decades, the Rimac river basin has been undergoing a progressive desertification process due to climate change, affecting the most vulnerable populations living in the upper part of the basin. In this sense, water planting has positioned itself as an alternative to contribute to water security in the coming years. As an example, there are amuna rehabilitation projects that revalue Andean ancestral knowledge with the objective of contributing to soil water recharge thanks to its capacity to store, infiltrate and distribute water from rainfall, increasing the availability of water for population use and the development of agricultural and livestock activities in rural communities. In this sense, the objective of this work was to carry out a diagnosis for the identification and formulation of amuna rehabilitation projects in the district of San Pedro de Casta, as part of the activities developed in the "Invertir AHORA" program of the Water Fund for Lima and Callao (AQUAFONDO). The work methodology consisted of a review of secondary information, field data collection and subsequent analysis. Based on this, the initial conditions were identified, a diagnosis was developed with baseline information and goals were set for the rehabilitation and improvement of the amunas. Finally, it was concluded that there are five prioritized amunas that meet the necessary conditions to be rehabilitated in order to take advantage of these infrastructures again and enjoy all their benefits.

Key words: Water seeding, amunas, infiltration, ancestral infrastructure.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problemática

El cambio climático, definido en el contexto institucional como el proceso que ha sido generado y acelerado por las actividades humanas que terminan afectando la composición de la atmósfera, hoy en día es una problemática que viene afectando a nivel global y en diferentes grados (Calvo, 2010). Ante esto se ha generado un marco internacional con diferentes alianzas y acuerdos sobre adaptación y mitigación.

Según el reporte del Estado del Clima en América Latina y El Caribe 2020 (Organización Meteorológica Mundial, 2021), América Latina y el Caribe es una de las regiones del mundo más afectadas por el Cambio Climático y fenómenos meteorológicos externos que originan graves daños a la salud, a la vida, a la comida, al agua, a la energía y al desarrollo socioeconómico de la región.

En ese sentido, el Perú estaría dentro de los diez países más vulnerables debido a que depende en gran medida de los sectores primarios directamente relacionados al clima, como la agricultura (Vargas, 2009). Además, sucede que gran porcentaje que se encuentra por debajo de la línea de pobreza se dedica a la agricultura de subsistencia, por ello el cambio de patrones de lluvia está generando efectos perjudiciales principalmente para la zona rural, posicionándola en una situación de mayor vulnerabilidad (Quijandría, 2015).

Vásquez et al. (2016), atribuye también la escasa disponibilidad hídrica en época de estiaje a que gran parte del agua de las lluvias de las zonas alto andinas se escurren rápidamente hacia las quebradas y ríos para finalmente llegar al mar, al no ser captadas o retenidas por falta de reservorios, trabajos de conservación, zanjas de infiltración o falta de cubierta vegetal en las partes altas y medias de las cuencas.

Por ello, Vásquez et al. (2016) enfatiza en que “al desarrollarse trabajos de captación, almacenamiento y retención del agua de lluvia, así como el debido repoblamiento y mejoramiento de pastos y siembra de árboles en las partes altas y medias de las cuencas, se incrementará significativamente la disponibilidad y calidad del agua superficial, regulará el

flujo superficial y subterráneo del agua y mejorará significativamente la disponibilidad de agua de buena calidad durante los meses de estiaje. Además, mejorará o dará origen a los puquios, manantiales u ojos de agua ubicados en las partes bajas y que son de gran utilidad en el estiaje”, resaltando así la importancia de promover actividades de siembra y cosecha de agua en las partes altas y medias de las cuencas.

En el Perú, entre las actividades de siembra y cosecha de agua más representativas se encuentra la rehabilitación de amunas, las cuales son infraestructuras ancestrales que han sobrevivido desde hace 1400 años y que fueron implementadas por el antiguo hombre del ande para abastecerse de agua en tiempos de sequía (Vivas, 2021).

En este contexto es importante destacar la labor del programa Invertir Ahora de AQUAFONDO, cuyo objetivo principal es contribuir a la seguridad hídrica a través de soluciones basadas en la naturaleza y el manejo sostenible de las cuencas (AQUAFONDO, 2015). Es así que dentro del programa se viene formulando y ejecutando proyectos de rehabilitación de amunas para la captación, almacenamiento e infiltración de agua de lluvias en las partes altas en beneficio del ecosistema de la zona, la agricultura y la población.

Para el fin del presente trabajo, sólo se analizará y realizará el diagnóstico para la identificación y formulación de proyectos de rehabilitación de amunas en el distrito de San Pedro de Casta. Siendo los campos con mayor frecuencia de participación: el análisis de estudios realizados e información recopilada en campo, el proceso de sensibilización de la comunidad campesina, la recopilación de parámetros y la identificación de las condiciones de las amunas mapeadas para la formulación de proyectos de rehabilitación.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Realizar el diagnóstico para la identificación y formulación de proyectos de rehabilitación de amunas en el distrito de San Pedro de Casta.

1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar los estudios realizados para tomar conocimiento de la problemática de las amunas en San Pedro de Casta.
- Sensibilizar a los pobladores de San Pedro de Casta para informar los beneficios del planteamiento del proyecto realizado.
- Medir e identificar los parámetros y el estado de las amunas para la elaboración del diagnóstico.
- Analizar y realizar el diagnóstico de las amunas identificadas en campo para la formulación de proyectos de rehabilitación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Gestión integrada de recursos hídricos (GIRH)

Es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, el suelo y los otros recursos relacionados, con el fin de maximizar los resultados económicos y el bienestar social de forma equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (UNESCO, 2009).

2.2. Siembra de agua

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (2016), el concepto de siembra de agua se centra en la recarga hídrica del suelo y subsuelo y/o acuíferos. Se relaciona con medidas que estimulen la incorporación del agua de lluvia mediante la intercepción e infiltración de parte de la escorrentía superficial que es provocada por dicha precipitación en el suelo, subsuelo y/o acuífero, sea a nivel de la capa arable, zona radicular, perfiles de subsuelo o alimentando los acuíferos. Estas prácticas pueden beneficiar incluso a usuarios aguas abajo, a pesar de no haber implementado medidas de siembra de agua.

2.3. Cosecha de agua

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (2016), el concepto se relaciona con el almacenamiento local de agua, previamente interceptada o captada en cuerpos superficiales o subterráneos, así como la regulación de sus momentos y caudales de descarga, de tal forma que puedan ser utilizados en los lugares, momentos o periodos oportunos, para diversos fines como consumo humano, crianza de peces, agricultura, bebederos de ganado, etc.

2.4. Amuna

Según Antiporta et al (2020), las “amunas” son prácticas que se realizaron desde la época preinca en las cabeceras de cuenca que consisten principalmente en un sistema de canales abiertos que derivan las aguas superficiales desde la parte alta hacia áreas de infiltración durante la temporada de lluvias, con el objetivo de incrementar el rendimiento y la duración de los manantiales aguas abajo.

A través de la amuna se captan las aguas que se producen por el escurrimiento de las lluvias en las alturas y mediante un canal es llevado hasta zonas donde hay rocas fisuradas o fracturadas de la montaña. El agua al ingresar a la roca se desplaza lentamente y aflora en los manantiales (ojos de agua o puquios) y arroyos que están entre los 1500 y 1800 metros (Alencastre, 2012).

Asimismo, según Ochoa et al. (2019), las amunas contribuyen al control de la erosión de las laderas, por lo que, incrementan la recarga de los acuíferos y mejoran la eficiencia del uso de agua.

2.5. Infraestructura natural (IN)

Es considerada un sistema natural o semi-natural que provee diversos servicios para la gestión hídrica, de forma similar a las funciones ofrecidas por la infraestructura convencional (es decir la construida o “gris”). Además, es parte del paraguas de las Soluciones basadas en la Naturaleza como una oportunidad viable para resolver los complejos desafíos que implica la gestión integrada de los recursos hídricos (Cobo & Piñeiros, 2020).

2.6. Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)

El concepto de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) fue presentado por el Banco Mundial hacia el final de la década de 2000 (Banco Mundial, 2008) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2009) para destacar la importancia de conservar la diversidad biológica para paliar y adaptarse al cambio climático. Desde entonces, diversos agentes han dado forma al concepto de SbN y su ámbito de aplicación se ha extendido más allá del aspecto climático para abarcar otras metas y aplicaciones.

El concepto de SbN se integra en un panorama más amplio de otros conceptos y enfoques para la conservación, el uso sostenible y la gestión de los sistemas naturales en aras del bienestar de los seres humanos, es decir, los servicios ecosistémicos y la infraestructura ecológica (Kabisch et al., 2016). La infraestructura ecológica se define como una red de zonas naturales y seminaturales planificada estratégicamente y dotada de otras características ambientales diseñada y gestionada para proporcionar una amplia gama de servicios ecosistémicos y proteger la diversidad biológica en entornos rurales y urbanos (Comisión Europea, 2012).

Los servicios ecosistémicos se definen como las variadas aportaciones (de aprovisionamiento, regulación y naturaleza cultural) que los ecosistemas hacen al bienestar de los seres humanos (Haines-Young & Potschin, 2018).

En la actualidad, según la guía de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2020), para que una solución sea considerada una SbN, es imperativo que sea beneficiosa para la diversidad biológica y el bienestar de los seres humanos al mismo tiempo.

Todos estos conceptos y enfoques se han presentado durante los últimos dos decenios para reforzar el papel de la naturaleza en su sentido más amplio en la formulación de políticas desde el plano mundial hasta el local.

2.7. Infraestructura Natural Hídrica

Está en el corazón de la Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) que consiste en la “utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, como parte de una estrategia amplia de adaptación, para ayudar a la sociedad a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático a un nivel local, regional y global” (CBD, 2009).

2.8. Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)

Es uno de los enfoques de la adaptación al cambio climático. Según el Convenio sobre Diversidad Biológica, se entiende por AbE el “uso de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas como parte de una estrategia global de adaptación para ayudar a las personas a adaptarse a los efectos adversos del cambio climático”. (CBD, 2009).

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. Caracterización del territorio.

3.1.1. Ubicación del área de trabajo

El área de trabajo está ubicada en el distrito de San Pedro de Casta, parte de los 32 distritos que conforman la provincia de Huarochirí, bajo la administración de Lima, en la costa central del Perú y limita con las comunidades de Huachupampa, Chaclla. San Juan de Iris y San Mateo de Otao. Pertenece a la Cuenca del Rímac es parte de la cuenca del Océano Pacífico y según la Autoridad Nacional del Ana – ANA, pertenece a la Región Hidrográfica del Pacífico, como parte de la Unidad Hidrográfica del Pacífico peruano “13” (Nivel 2).

En la siguiente figura se muestra la ubicación macro del área de trabajo.

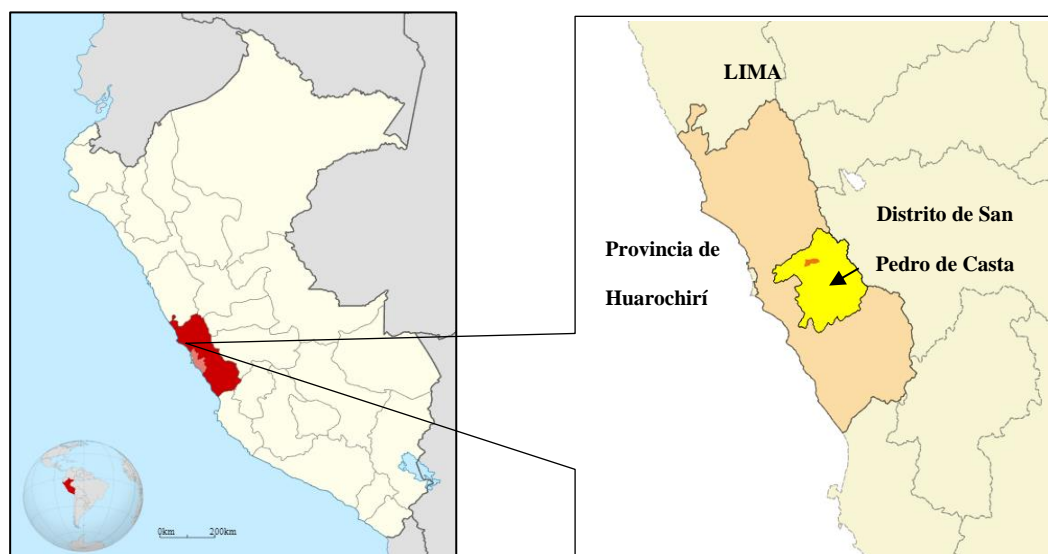


Figura 1: Ubicación macro del área de trabajo

Fuente: INEI – Banco de Información Distrital

a. Ubicación política:

- Región: Lima
- Provincia: Huarochirí

- Distrito: San Pedro de Casta

b. Coordenadas UTM en WGS 84 – 18L:

- Este: 338000 m E.
- Norte: 8700000 m S.
- Altitud: 3100 - 5000 msnm

3.1.2. Accesos y vías de comunicación

El distrito de San Pedro de Casta pertenece a la provincia de Huarochirí, departamento de Lima, a 3,180 msnm. El distrito en mención se encuentra a 99 km de la ciudad de Lima, el acceso a dicha localidad se da de la siguiente manera:

Tabla 1: Accesibilidad al distrito de San Pedro de Casta

Desde	A	Tipo de vía	Medio de transporte	Distancia (km)	Tiempo
Lima	Chosica	Asfaltada	Camioneta, etc.	24.00	90 min
Chosica	San Pedro de Casta	Afirmado	Camioneta, etc.	70.00	2.5 horas

Fuente: Elaboración propia

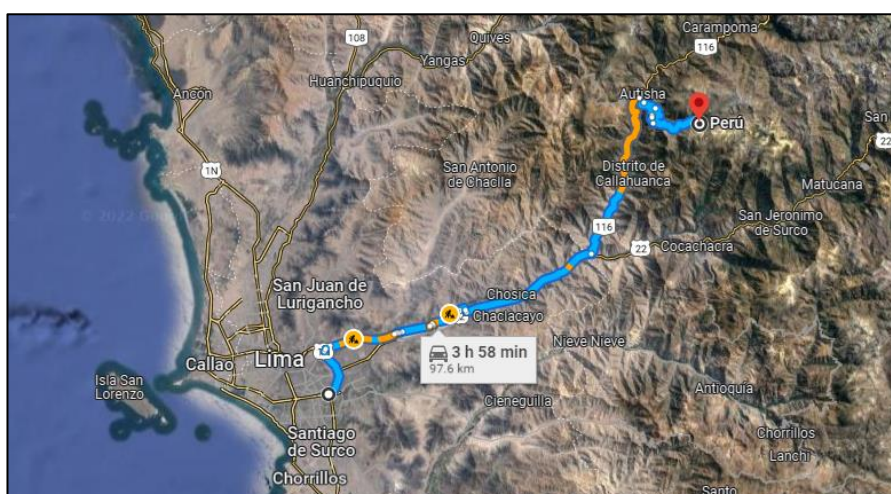


Figura 2: Visualización de las vías de acceso

Fuente: Google Earth (2022)

3.1.3. Límites distritales

El distrito de San Pedro de Casta limita con los siguientes distritos:

- Por el norte con: Huachupampa y San Juan de Iris
- Por el sur con: Callahuanca y San Mateo de Otao
- Por el este con: San Juan de Iris y Matucana
- Por el oeste con: Santa Eulalia y San Antonio de Chaclla.

3.1.4. Población beneficiada

Los beneficiarios directos son los pobladores del distrito de San Pedro de Casta. Según el XII Censo de Población y Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el año 2017, en San Pedro de cuentan con una población de 928 habitantes de los cuales 462 son hombres y 466 son mujeres.

Según la pirámide poblacional del distrito que se muestra a continuación, alrededor de 20% de la población se encuentra concentrado entre personas de edades 21-40 y 41-60 años.

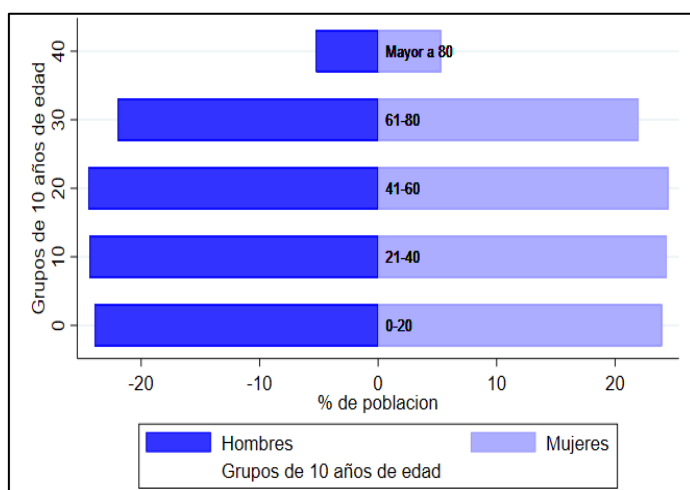


Figura 3: Población por grupos de edad

Fuente: Censos Nacionales (INEI, 2017)

a. Población comunitaria

La Comunidad Campesina de San Pedro de Casta en su padrón comunal del 2019 registra 237 comuneros de cuales 180 son hombres y 57 son mujeres, como se ve en la Tabla 2. Cabe señalar que una mujer tiene la categoría de comunera cuando es madre soltera o viuda, mientras que si son casadas o convivientes son representadas por el esposo ya que cada familia solo tiene un representante en la asamblea general de comuneros según su Estatuto Comunal.

Tabla 2: Cantidad de comuneros en San Pedro de Casta

Comuneros	Hombres	Mujeres	Total
Activos y pasivos	180	57	237
Porcentajes (%)	76	24	100

Fuente: Padrón Comunal de San Pedro de Casta, 2019

b. Población Económicamente Activa

Según el XII Censo de Población Vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el año 2017, la población económicamente activa (PEA) es de 521 personas de los cuales 307 son hombres y 214 mujeres.; mientras que la población económicamente no activa es de 252 de cuales 80 son hombres y 172 mujeres.

Por otro lado, la ocupación principal de la PEA mayor de 14 años se concentra en mayor proporción en el sector agricultura (57%), siendo uno de los mayores porcentajes entre los distritos de la provincia de Huarochirí. En segundo lugar, la actividad económica de brindar servicios (18%) y en menor proporción la actividad de comercio (8%).

3.1.5. Flora

El territorio de San Pedro de Casta abarca espacios socio ecológicos con climas cálidos, templados y fríos, que favorecen la producción de especies forestales, como se muestra en la Tabla 3, al igual que hiervas medicinales, como se muestra en Tabla 4. Así mismo, las plantas más valoradas en son los productos frutales, algunos considerados de “pan llevar” y productos medicinales (Jaimes, 2018).

Tabla 3: Árboles

Nombre común	Nombre científico	Familia Botánica	Altura	Nombre común
Cabuya	Furcraea andina	Agavácea	800 - 3000	-
Eucalipto	Eucalyptus globulus	Mirtácea	0 - 3400	Medicinal / Maderable
Huarango	Acacia macracantha	Fabácea	0 - 3000	
Lloque	Kageneckia lanceolata	Rosácea	2100 - 3700	(Amenazada)
Molle	Schinus molle	Anacardiácea	1000 - 3650	medicinal / Condimento
Pino	Pinus radiata	Pinácea	2300 - 3600	-
Queñoa	Polylepis incana	Rosácea	3000 - 4500	(Amenazada)
Mutuy	Cenna multiglandulosa	Fabácea	2300 - 4000	Ornamental

Fuente: Estudio Socioeconómico - AQUAFONDO (2020)

Tabla 4: Plantas medicinales

Nombre común	Nombre científico	Familia Botánica	Altura	Nombre común
Culantrillo	Adiantum raddianum	Pteridácea	1000 - 3500	Medicinal
Culén	Psoralea glandulosa	Fabácea	2000 - 3800	Medicinal
Escorzonera	Perezia Multipora	Asterácea	3800 - 4100	Medicinal
Huamanripa	Senecio	Asterácea	3500 - 4500	Medicinal
Lechuguilla	adenophylloides			
	S. culcitoides			
	S. violaeifolius			
Huirahuira	Achyrocline	Asterácea	4000 - 5000	Medicinal

	satureioides Culcitium canescens			
Ichu (paja brava)	Stipa Ichu	Gramínea (poácea)	1000 - 5000	Utilitario
Llantén	Plantago major	Plantaginácea	0 - 3500	Medicinal
Matico	Piper aduncum	Piperácea	100 - 3000	Medicinal / Condimento
Muña	Minthostachys mollis Satureja Boliviana (Briq.)	Lamiácea	2700 - 4500	Medicinal/ Aromático
Ñuña	Phaseolus s.p.	Fabácea	1500 - 3200	
Ortiga	Caiophora andina	Loasácea	100 - 3800	Medicina
Paico	Chenopodium Ambrosioides	Amaranthácea		Medicinal / Condimento
Pashullo	Erythrina edulis	Fabácea	1200 - 2600	
Ruda	Ruta graveolens	Rutácea	1500 - 2500	Medicinal/Ritual
Sábila	Aloe vera	Xantoroéacea	400 - 2500	Medicinal
Sauce	Salix humboldtiana	Salicácea	0 - 4000	Medicinal
Sauco	Sambucus Peruviana	Adoxácea	2000 - 3700	Medicinal/

Fuente: Estudio Socioeconómico - AQUAFONDO (2020)

3.1.6. Fauna

El territorio de San Pedro de Casta abarca espacios socio-ecológicos con climas cálidos, templados y fríos, también existen diversos animales y mencionamos en los siguientes cuadros (Jaimes, 2018).

Tabla 5: Mamíferos

Nombre común	Nombre científico	Familia
Puma	Puma concolor	Felino
Roedor de campo	-	Múrido
Vicuña	Vicugna vicugna	Camélido
Vizcacha	Lagidium peruanum	Chinchíllido

Fuente: Estudio Socioeconómico - AQUAFONDO (2020)

Tabla 6: Aves

Nombre común	Nombre científico	Familia
Bandurria serrana	Upucerthia serrana	Furnariidae
Canastero de cañón	Asthenes pudibunda	Furnariidae
Carpintero de cuello negro	Colaptes atricollis	Picidae
Colibrí	Amazilia franciae	Trochilidae
Cóndor	Vultur gryphus	Catártido
Halcón peregrino (waman anka)	Falco peregrinus	Falcónido
Minero de pico grueso	Geositta crassirostris	Furnariidae
Paloma	Columba livia	Colúmbido

Fuente: Estudio Socioeconómico - AQUAFONDO (2020)

3.1.7. Recurso hídrico

a. Manejo del agua

La institución encargada del manejo o administración del agua es el “comité comunal de regantes o de recursos hídricos” y está conformado por un presidente, secretario, tesorero, administrador de agua y repartidor de agua.

El administrador de agua tiene como función organizar la distribución del agua mediante turnos para las parcelas de los comuneros. El repartidor de agua se encarga de soltar e ir dejando el agua en las parcelas de cada comunero.

Por una hora de riego pagan S/. 2.00 soles, el tiempo de riego es de 4 horas; es decir, en total pagan S/. 8.00 soles por cada turno de riego. Cuando hay disponibilidad de agua, el turno es entre 16 a 18 días y cuando va escaseando es de 20 a 25 días.

Los ingresos recaudados de agua para riego son destinados para la reparación de averías y mantenimiento del sistema hidráulico, así como para los honorarios del repartidor de agua o “tomero”, que es de S/. 50.00 o S/ 60.00 soles por día.

b. Fuentes de agua

Comprende las montañas y las principales lagunas ubicadas en la Puna o zona de “filtración” como: Witama a 4543 msnm, Lorococha a 4544 msnm y Chanicocha a 4500 msnm. Estas se encargan de almacenar agua durante el invierno de los manantiales y las lluvias para después ser soltadas mediante sus compuertas y bocatomas, al mismo tiempo de infiltrar agua para que aparezcan durante época seca en la parte baja del río Carhuayumac.

Están ubicados a una distancia de 14 a 16 km y tienen diques que fueron construidos empleando piedras con barro y refuerzos de concreto armado. En los alrededores de los cuerpos de agua se encuentran inclusiones de bofedales, que también ayudan con la siembra de agua en la parte alta.

Otro conjunto de lagunillas se ubica en la meseta de Marcahuasi, entre ellos destacan Cachu Cachu a 3907 msnm y Marcahuasi a 3918 msnm que contribuyen con el almacenamiento e infiltración del agua hacia la zona agrícola de Mayhuay.

Carhuayumac, es el río más importante en la micro cuenca del mismo nombre, se encarga de juntar las aguas de las lagunas Witama, Lorococha Chanicocha y de las quebradas, tiene una distancia aproximada de 18 km y desemboca al río Santa Eulalia.

Finalmente, Cunya se ubica a unos 3600 msnm. y es uno de los manantiales más importantes en la microcuenca del Carhuayumac que abastece al sistema hídrico construido por los casteños.

3.2. Metodología del trabajo ejecutado.

3.2.1. Recopilación y análisis de información

Se realizó el acopio de información de trabajos similares a nivel local, regional y nacional, así como el material cartográfico, imágenes satelitales, entre otros. Posteriormente, se realizó el análisis a través de la consulta y la revisión de las siguientes fuentes de información:

- Mapeo de imágenes satelitales utilizando Google Earth.
- Información digital de carta y boletines de los cuadrángulos Chosica (24j) Matucana (24k), elaborado por INGEMMET.
- Información digital del informe “Las amunas de Huarochirí recarga de los acuíferos en los Andes”, perteneciente al convenio IICA – GSAAC.
- Información del informe “Mapeo de amunas en la subcuenca del Santa Eulalia, Perú”, elaborado por The Nature Conservancy (TNC) en el año 2019.

En base a la evaluación de la información mencionada se identificaron preliminarmente 15 amunas dentro del distrito de San Pedro de Casta, sin embargo, por su ubicación era posible que algunas de ellas hayan sido abandonadas o tengan otros usos.

Asimismo, es preciso mencionar que la población de San Pedro de Casta, realiza mantenimientos periódicos a muchos de estos canales, tanto por la necesidad de mejorar los caudales de sus manantes, como también por tradición en la fiesta del agua “Champería”, realizada en el mes setiembre, donde los comuneros y pobladores realizan faenas de limpieza y mantenimiento a estos canales ancestrales.

De igual manera, anteriormente la comunidad ya había manifestado y dado testimonio de que por iniciativa propia ya venían realizando la rehabilitación de amunas cercanas, y dieron testimonios de que era porque en varios sectores venían percibiendo que aparecían nuevos cuerpos de agua y los manantes existentes se mantenían durante un periodo de tiempo más largo durante la época de estiaje, hecho que no se daba en anteriores años.

La información que se recopiló y se sistematizó se presenta en una tabla (ver Anexo 5), con el resumen de las principales características de las amunas que preliminarmente fueron

identificadas en San Pedro de Casta.

Finalmente, después de tener la información sistematizada se comenzó con la planificación de la visita de campo a la comunidad, para lo cual se tuvo contacto con miembros de la comunidad y se coordinó con las autoridades comunales llevar a cabo una reunión e informar nuestro propósito y el objetivo de nuestra visita. También solicitamos permiso para llevar a cabo un taller de sensibilización y solicitar que representantes de la junta directiva y comuneros líderes nos acompañen a realizar las visitas en campo.

3.2.2. Proceso de sensibilización de la comunidad

El primer contacto que se tuvo con la comunidad fue vía telefónica, posterior a ello enviamos una carta dirigida al presidente de la comunidad en la cual se explicaba la razón de la visita y se solicitaban los permisos para acceder dentro de la comunidad.

a. Coordinaciones previas

Al llegar nos recibió el presidente junto con representantes de la junta directiva comunal, tuvimos una reunión de coordinación previa en el que se brindó mayor información, se resolvieron dudas. Las principales conclusiones y acuerdos que se generaron los siguientes:

- De las 15 amunas previamente identificadas, 5 fueron priorizadas por los miembros de la comunidad para ser verificadas en campo por factores como la ubicación, accesibilidad, disposición de canteras cercanas con materiales y agregados, entre otros.
- Se informó que las amunas Saywapata, Laguna Pestancia y Kayrachin ya han sido rehabilitadas o su rehabilitación ya estaba programada.
- Se programó un taller de sensibilización dirigido a la comunidad para informar acerca de la labor de Aquafondo, el cambio climático y los proyectos de infraestructura natural con especial énfasis en las amunas.
- Dos comuneros fueron designados para acompañarnos el trabajo de reconocimiento y toma de data en campo.



Figura 4: Llenado de la minuta de reunión

Fuente: Elaboración propia

b. Desarrollo del taller de sensibilización

Al día siguiente se llevó a cabo el taller, donde se contó con la participación de 25 miembros de la comunidad entre los que se encontraban los miembros de la junta directiva y de los comités comunales.

El taller se realizó en dos partes, primero se llevó a cabo una ponencia acerca de las siguientes temáticas:

- Aquafondo: presentación institucional, misión, visión, proyectos realizados y próximos pasos.
- Cambio climático: contexto global y contexto nacional.
- Soluciones basadas en la naturaleza: infraestructura natural, siembra y cosecha de agua, ejemplos y experiencias exitosas.
- Amunas: concepto, funcionamiento y beneficios.

Posteriormente, se realizó un trabajo práctico en grupos donde los miembros de la comunidad realizaron mapas de presente y futuro, con los que explicaron el estado actual de la comunidad y proyectaron como les gustaría que sea en un futuro próximo.

Entre los comentarios más resaltantes estuvo el interés de implementar más proyectos de siembra y cosecha de agua como amunas, reservorios, sistemas de riego, entre otros.



Figura 5: Grupos de trabajo del taller.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6: Explicación de uno de los miembros de la comunidad

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Trabajo de reconocimiento en campo

Durante el trabajo de campo nos acompañaron dos comuneros, quienes fueron nuestros guías en el trayecto y recorrido de cada una de las amunas.

a. Amuna Cushpina Cashanan Alto

- Verificación del estado de las amunas

Para llegar a la amuna Cushpina Cashanan Alto, partimos desde el Distrito de San Pedro de Casta hacia el Norte-Este, con 30 minutos de recorrido en trocha carrozable hasta el puente Yanachinche y luego en camino de herradura aproximadamente 01 hora y 25 minutos. En total se hizo un recorrido de 3,54 kilómetros hasta llegar a la amuna.

Las principales observaciones que se tuvieron fueron las siguientes:

- En el recorrido presentó cambios de pendiente altos en dos tramos.
 - Predomina el suelo pedregoso.
 - Requiere realizar un volver a definir el trazo y nivelación para la toda la longitud de la amuna.
- Levantamiento de coordenadas

Durante el recorrido de esta amuna se tomaron 15 puntos, con ayuda de un GPS navegador. Algunos puntos nos indicaban los lugares donde se encontraron cuerpos de agua y las progresivas donde se realizaron pruebas o se encontraron zonas de riesgo (cárcavas) para el proceso de rehabilitación.

Con el levantamiento de coordenadas se determinó que la longitud de amuna es de 0.767 km.

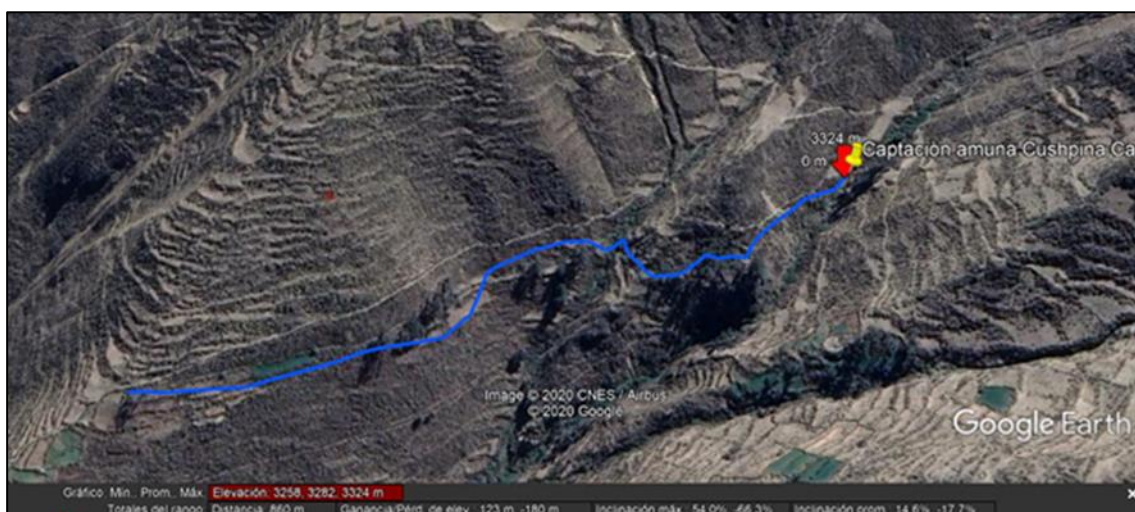


Figura 7: Trazo de la amuna Cushpina Cashanan Alto.

Fuente: Google Earth (2022)

- Reconocimiento de cárcavas

En el recorrido de esta amuna se reconocieron cárcavas y otras zonas que representan un riesgo para la infraestructura. A continuación, se detallan sus ubicaciones:

Tabla 7: Reconocimiento de cárcavas en la amuna Cushpina Cashanan Alto

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Descripción
0+055	327872	8700264	Cárcavas (7 m. de ancho)
0+269	327707	8700253	Cárcavas (5 m. de ancho)
0+298	327700	8700253	Cárcavas (tramo de 5 m.)

Fuente: Elaboración propia

- Identificación de canteras

Se identificaron un total de dos (2) canteras durante el recorrido. Estas se ubican en las progresivas 0+000 y la progresiva 0+240. Además, se pudo observar que existe una gran cantidad piedras medianas y grandes en toda la longitud de la amuna.



Figura 8: Cantera identificada en la progresiva 0+000 km.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 9: Cantera identificada progresiva 0+240 km.

Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas de aforo

La fuente de agua, de la amuna Cushpina Cashanan, se encontraba en las coordenadas UTM WGS 84 (Altitud 3,324 msnm; Este: 327916, Norte: 8700292) y al momento de la Inspección se aforo con el método volumétrico en 3 repeticiones, se pudo calcular un caudal de 0,52 l/s.



Figura 10: Captación en donde se realizó el aforo.

Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas de infiltración

Se realizaron tres (03) puntos de pruebas de infiltración en esta amuna. Los puntos seleccionados fueron los siguientes:

Tabla 8: Zonas seleccionadas para las pruebas de infiltración en la amuna Cushpina Cashanan Alto

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Capacidad de infiltración	Descripción
0+020	327905	8700280	36,91 mm/min	Prueba de infiltración 01
0+280	327704	8700245	38,86 mm/min	Prueba de infiltración 02
0+734	327315	8700074	35,60 mm/min	Prueba de infiltración 03

Fuente: Elaboración propia

- Prueba de infiltración 01

Tabla 9: Prueba de Infiltración N° 01 (Progresiva 0+020)

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acumulado (min)	Lámina Infiltrada parcial(mm)	Lámina Infiltrada acumulada (mm)	Infiltración Instant. (mm/min)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	1,00	70,00	70,00	70,00
1,00	2,00	85,00	155,00	77,50
2,00	4,00	96,00	251,00	62,75
3,00	7,00	114,00	365,00	52,14
3,00	10,00	138,00	503,00	50,30
5,00	15,00	156,00	659,00	43,93
5,00	20,00	184,00	843,00	42,15
5,00	25,00	209,00	1052,00	42,08
10,00	35,00	240,00	1292,00	36,91

Fuente: Elaboración propia

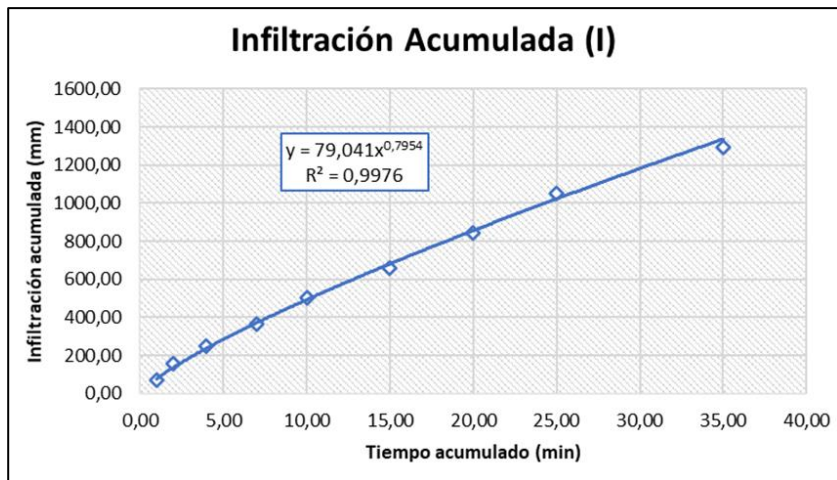


Figura 11: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 01 en la amuna Cushpina Cashanan Alto.

Fuente: Elaboración propia.

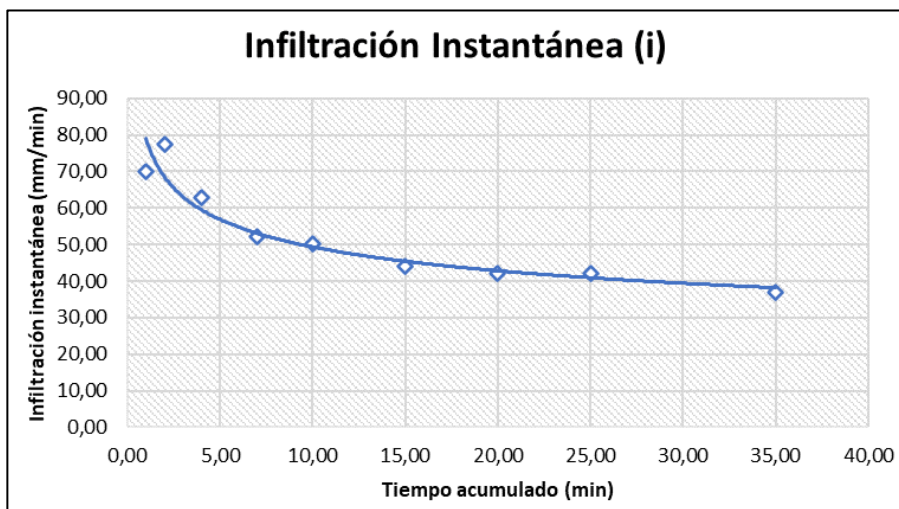


Figura 12: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 01 en la amuna Cushpina Cashanan Alto.

Fuente: Elaboración propia.

- Prueba de infiltración 02

Tabla 10: Prueba de Infiltración N° 02 (Progresiva 0+0280)

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acumulado (min)	Lamina parcial (cm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/min)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	1,00	85,00	85,00	85,00
1,00	2,00	98,00	183,00	91,50
2,00	4,00	105,00	288,00	72,00
3,00	7,00	120,00	408,00	58,29
3,00	10,00	140,00	548,00	54,80
5,00	15,00	160,00	708,00	47,20
5,00	20,00	185,00	893,00	44,65
5,00	25,00	215,00	1108,00	44,32
10,00	35,00	252,00	1360,00	38,86

Fuente: Elaboración propia

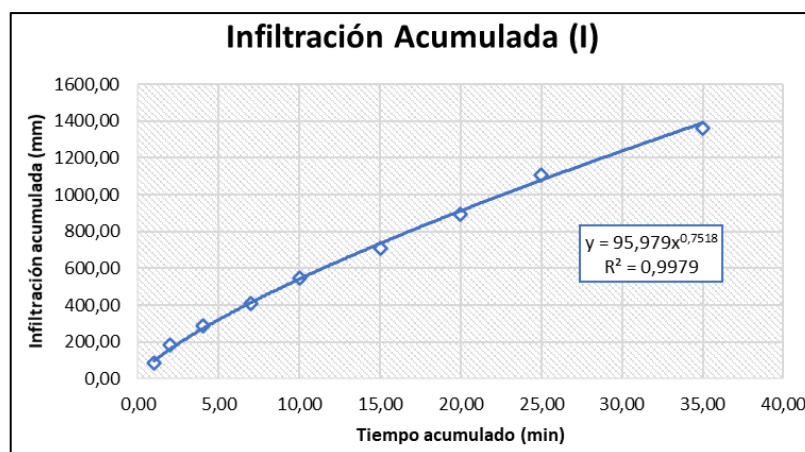


Figura 13: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 02 en la amuna Cushpina Cashanan Alto.

Fuente: Elaboración propia.

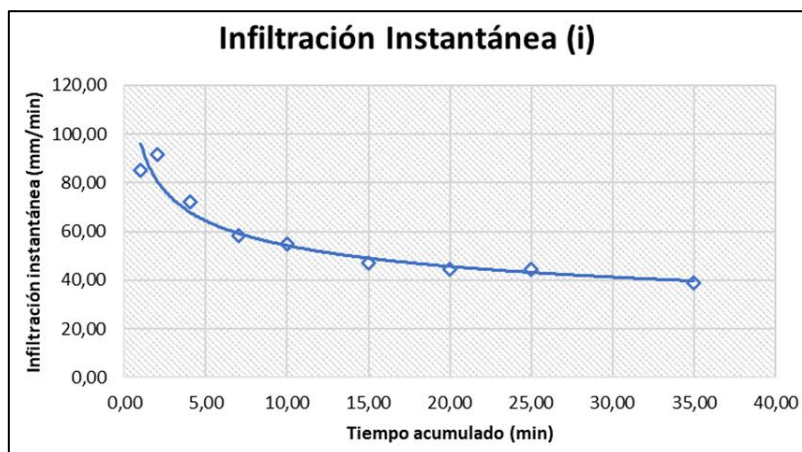


Figura 14: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 02 en la amuna Cushpina Cashanan Alto.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 15: Prueba de infiltración en la progresiva 0+280 km.

Fuente: Elaboración propia.

- Prueba de infiltración 03

Tabla 11: Prueba de Infiltración N° 03 (Progresiva 0+734)

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acumulado (min)	Lamina parcial (cm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/min)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	1,00	60,00	60,00	60,00
1,00	2,00	75,00	135,00	67,50
2,00	4,00	88,00	223,00	55,75
3,00	7,00	106,00	329,00	47,00
3,00	10,00	131,00	460,00	46,00
5,00	15,00	150,00	610,00	40,67
5,00	20,00	182,00	792,00	39,60
5,00	25,00	208,00	1000,00	40,00
10,00	35,00	246,00	1246,00	35,60

Fuente: Elaboración propia

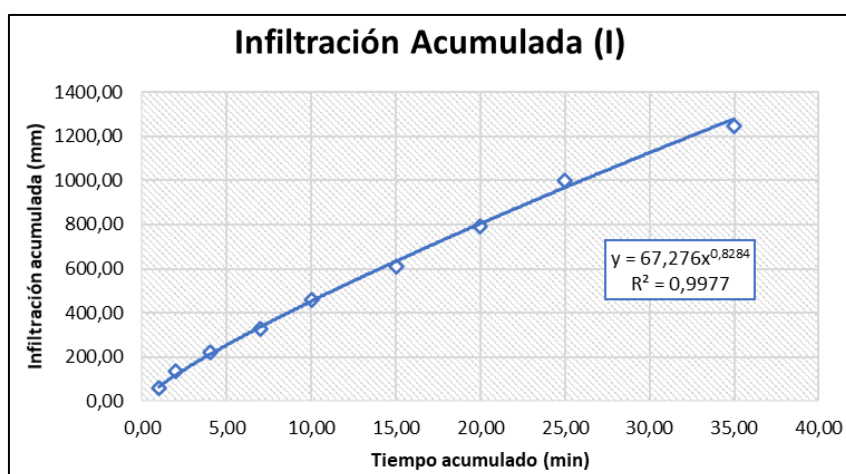


Figura 16: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 03 en la amuna Cushpina Cashanan Alto.

Fuente: Elaboración propia.

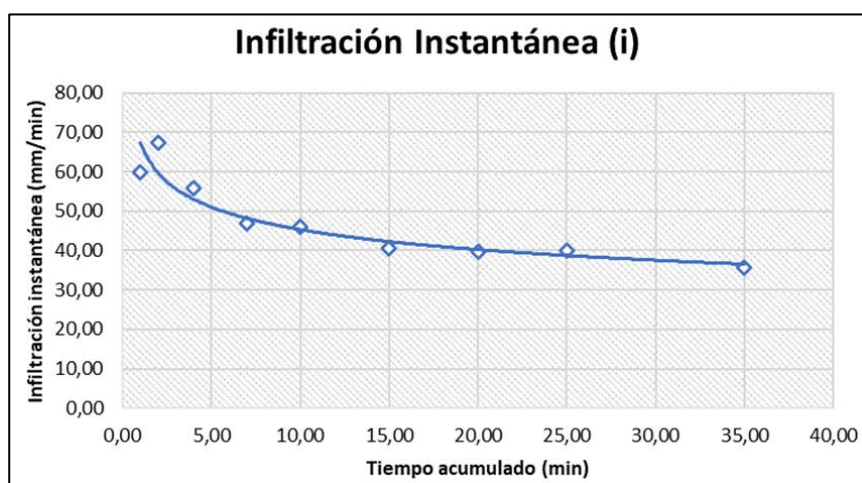


Figura 17: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 03 en la amuna Cushpina Cashanan Alto.

Fuente: Elaboración propia.

b. Amuna Cushpina Cashanan Medio

- Verificación del estado de las amunas

Para llegar a la amuna Cushpina Cashanan Medio, partimos desde el distrito de San Pedro de Casta hacia el Norte-Este, con 30 minutos de recorrido en trocha carrozable hasta el puente Yanachinche y luego en camino de herradura aproximadamente 1 hora y 10 minutos. En total se hizo un recorrido de 3,44 kilómetros hasta llegar a la amuna.

Las principales observaciones que se tuvieron fueron las siguientes:

- El recorrido presenta una pendiente moderada desde la parte inicial del recorrido.
- Predomina el suelo pedregoso con abundante presencia de rocas.

- Levantamiento de coordenadas

Durante el recorrido de esta amuna se tomaron 21 puntos, con ayuda de un GPS navegador. Algunos puntos nos indicaban los lugares donde se realizaron pruebas o se encontraron zonas de riesgo (cárcavas) para el proceso de rehabilitación.

Con el levantamiento de coordenadas se determinó que la longitud de amuna es de 0.680 km.



Figura 18: Trazo de la amuna Cushpina Cashanan Medio.

Fuente: Google Earth.

- Reconocimiento de cárcavas

En el recorrido de esta amuna se reconocieron cárcavas y otras zonas que representan un riesgo para la infraestructura. A continuación, se detallan sus ubicaciones para su control:

Tabla 12: Reconocimiento de cárcavas en la amuna Cushpina Cashanan Medio

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Descripción
0+025	327763	8700151	Cárcavas (tramo de 7 m.)
0+060	327711	8700135	Cárcavas (tramo de 4 m.)
0+180	327626	8700145	Cárcavas (tramo de 3 m.)

Fuente: Elaboración propia

- Identificación de canteras

Se identificó una (01) cantera durante el recorrido. Esta se ubica en la progresiva 0+440. Además, se pudo observar que existe una gran cantidad piedras medianas y grandes en toda la longitud de la amuna.



Figura 19: Cantera identificada en la progresiva 0+440 km.

Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas de aforo

La fuente de agua de la amuna en las coordenadas (Este: 327784 m; Norte: 8700141 m y Altitud 3,258 msnm), al momento de la Inspección se aforó con el método volumétrico en 3 repeticiones. Se calculó un caudal de 0,98 l/s.



Figura 20: Captación en donde se realizó el aforo.

Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas de infiltración

Se realizaron tres (03) pruebas de infiltración en esta amuna. Los puntos seleccionados fueron los siguientes:

Tabla 13: Zonas seleccionadas para las pruebas de infiltración en la amuna Cushpina Cashanan Medio

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Capacidad de infiltración	Descripción
0+038	327734	8700141	36,89 mm/min	Prueba de infiltración 01
0+331	327514	8699441	23,54 mm/min	Prueba de infiltración 02
0+651	327236	8699959	34,09 mm/min	Prueba de infiltración 03

Fuente: Elaboración propia

- Prueba de infiltración 01

Tabla 14: Prueba de Infiltración N° 01 (Progresiva 0+038)

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acumulado (min)	Lámina Infiltrada parcial(mm)	Lámina Infiltrada acumulada (mm)	Infiltración Instant. (mm/min)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	1,00	56,00	56,00	56,00
1,00	2,00	70,00	126,00	63,00
2,00	4,00	85,00	211,00	52,75
3,00	7,00	110,00	321,00	45,86
3,00	10,00	135,00	456,00	45,60
5,00	15,00	160,00	616,00	41,07
5,00	20,00	195,00	811,00	40,55
5,00	25,00	220,00	1031,00	41,24
10,00	35,00	260,00	1291,00	36,89

Fuente: Elaboración propia

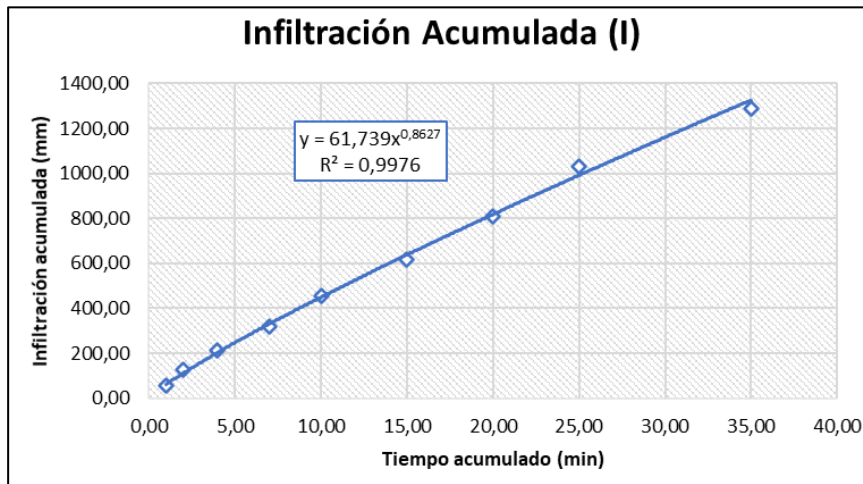


Figura 21: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 01 en la amuna Cuspina Cashanan Medio.

Fuente: Elaboración propia.

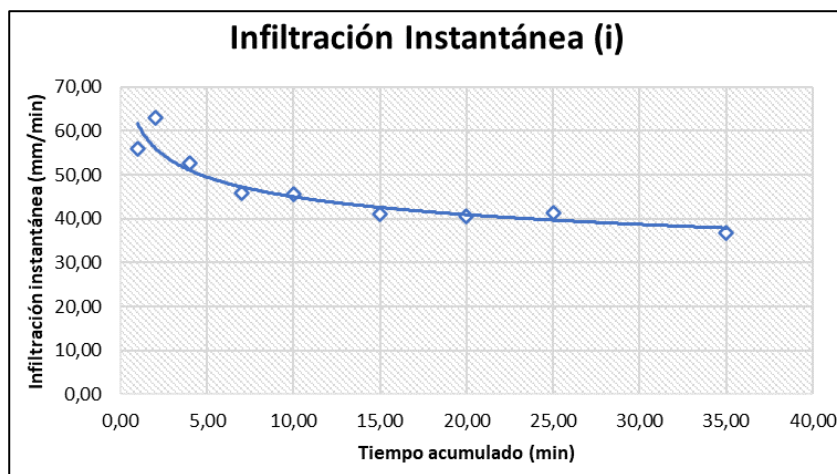


Figura 22: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 01 en la amuna Cuspina Cashanan Medio.

Fuente: Elaboración propia.

- Prueba de infiltración 02

Tabla 15: Prueba de Infiltración N° 02 (Progresiva 0+331)

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acumulado (min)	Lamina parcial (cm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/min)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	1,00	60,00	60,00	60,00
1,00	2,00	65,00	125,00	62,50
2,00	4,00	70,00	195,00	48,75
3,00	7,00	74,00	269,00	38,43
3,00	10,00	80,00	349,00	34,90
5,00	15,00	88,00	437,00	29,13
5,00	20,00	106,00	543,00	27,15
5,00	25,00	126,00	669,00	26,76
10,00	35,00	155,00	824,00	23,54

Fuente: Elaboración propia

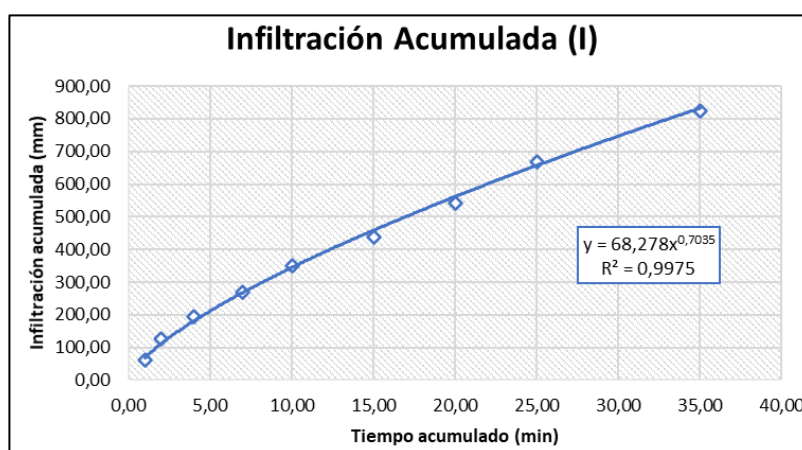


Figura 23: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 02 en la amuna Cushpina Cashanan Medio.

Fuente: Elaboración propia.

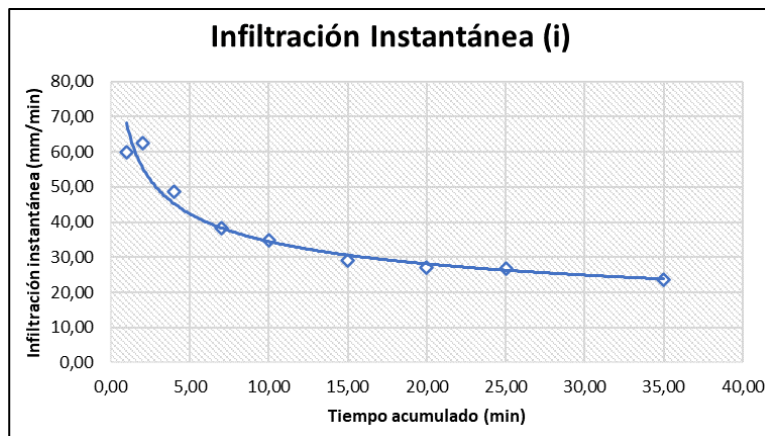


Figura 24: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 02 en la amuna Cushpina Cashanan Medio.

Fuente: Elaboración propia.

- Prueba de infiltración 03

Tabla 16: Prueba de Infiltración N° 03 (Progresiva 0+651)

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acumulado (min)	Lamina parcial (cm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/min)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	1,00	65,00	65,00	65,00
1,00	2,00	75,00	140,00	70,00
2,00	4,00	85,00	225,00	56,25
3,00	7,00	100,00	325,00	46,43
3,00	10,00	125,00	450,00	45,00
5,00	15,00	145,00	595,00	39,67
5,00	20,00	173,00	768,00	38,40
5,00	25,00	195,00	963,00	38,52
10,00	35,00	230,00	1193,00	34,09

Fuente: Elaboración propia

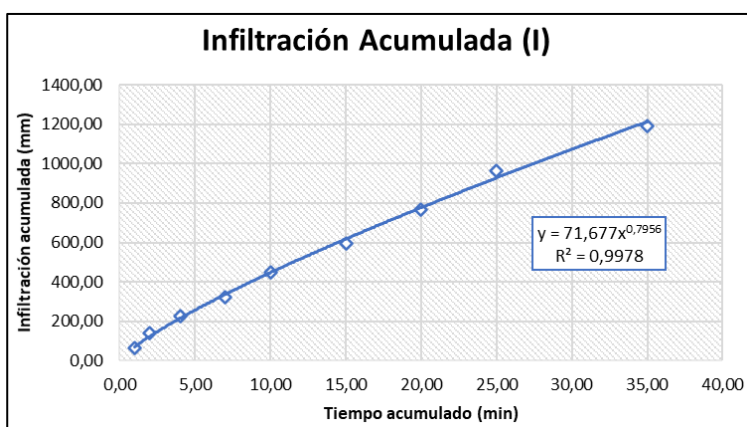


Figura 25: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 03 en la amuna Cushpina Cashanan Medio.

Fuente: Elaboración propia.

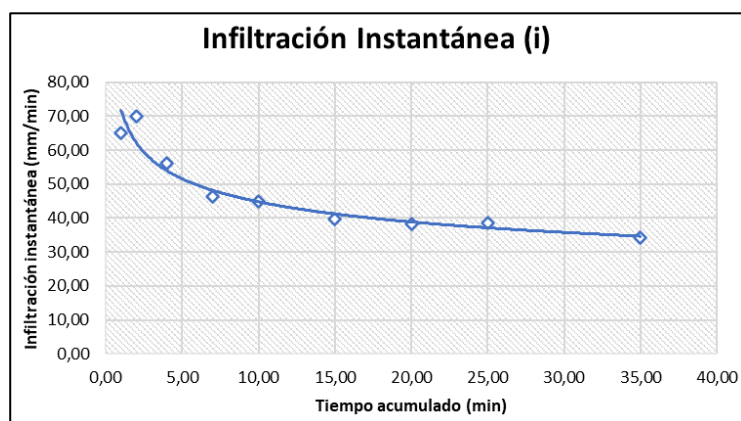


Figura 26: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 03 en la amuna Cushpina Cashanan Medio.

Fuente: Elaboración propia.

- c. Amuna Cushpina Cashanan Bajo
- Verificación del estado de las amunas

Para llegar a la amuna Cushpina Cashanan Bajo, partimos desde el Distrito de San Pedro de Casta hacia el Norte-Este, con 30 minutos de recorrido en trocha carrozable hasta el puente Yanachinche y luego camino de herradura aproximadamente 1 hora. En total se hizo un recorrido de 3,24 kilómetros hasta llegar a la amuna.

- Levantamiento de coordenadas

Para el recorrido de esta amuna se tomaron 19 puntos, con ayuda del GPS navegador. Algunos puntos nos indican los lugares donde se realizaron pruebas o se encontraron zonas de riesgo(cárcavas) para el proceso de rehabilitación.

Con el levantamiento de coordenadas se determinó que la longitud de amuna es de 0.304 km.

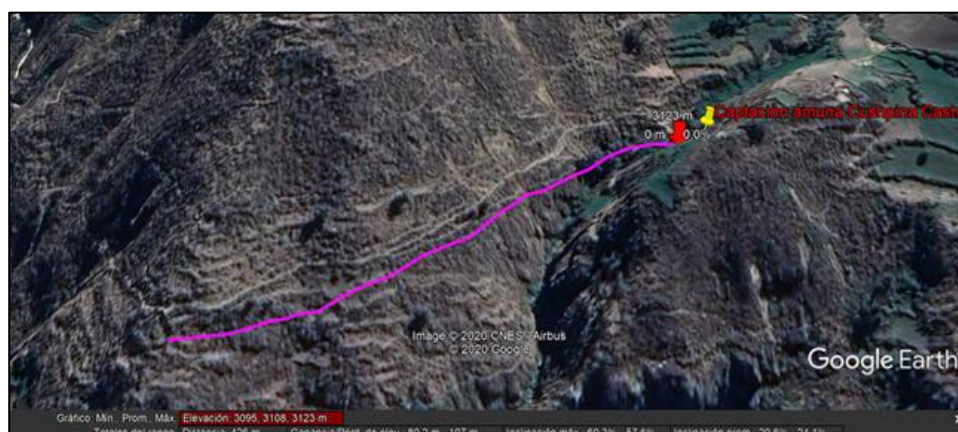


Figura 27: Trazo de la amuna Cushpina Cashanan Bajo.

Fuente: Google Earth (2022)

- Reconocimiento de cárcavas

En el recorrido de esta amuna se reconocieron cárcavas que representan un riesgo de erosión a la amuna y otras zonas que representan un riesgo para la infraestructura. A continuación, se detallan sus ubicaciones para su control:

Tabla 17: Reconocimiento de cárcavas en la amuna Cushpina Cashanan Bajo

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Descripción
0 + 031	327387	8699897	Dique
0 + 044	327376	8699890	Muro de protección #1
0+109	327327	8699851	Muro de protección #2

Fuente: Elaboración propia

- Identificación de canteras

Se identificó una (01) cantera durante el recorrido. Esta se ubica en la progresiva 0+060 de la amuna Cushpina Cashanan Bajo.



Figura 28: Cantera identificada en la progresiva 0+060 km.

Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas de aforo

La fuente de agua, al momento de la Inspección se aforó con el método volumétrico en 3 repeticiones. Se calculó un caudal de 2 l/s.



Figura 29: Captación en donde se realizó el aforo.

Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas de infiltración

Se realizaron tres (03) pruebas de infiltración en esta amuna. Los puntos seleccionados fueron los siguientes:

Tabla 18: Zonas seleccionadas para las pruebas de infiltración en la amuna Cushpina Cashanan Bajo

Progresiva	Coordenada		Capacidad de infiltración	Descripción
	Este	Norte		
0+020	327401	8699900	16,20 mm/min	Prueba infiltración 01
0+150	327300	8699820	22,06 mm/min	Prueba infiltración 02
0+298	327169	8699758	34,03 mm/min	Prueba infiltración 03

Fuente: Elaboración propia

- Prueba de infiltración 01

Tabla 19: Prueba de Infiltración N° 01 (Progresiva 0+020)

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acumulado (min)	Lámina Infiltrada parcial(mm)	Lámina Infiltrada acumulada (mm)	Infiltración Instant. (mm/min)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	1,00	44,00	44,00	44,00
1,00	2,00	47,00	91,00	45,50
2,00	4,00	50,00	141,00	35,25
3,00	7,00	53,00	194,00	27,71
3,00	10,00	57,00	251,00	25,10
5,00	15,00	62,00	313,00	20,87
5,00	20,00	73,00	386,00	19,30

5,00	25,00	81,00	467,00	18,68
10,00	35,00	100,00	567,00	16,20

Fuente: Elaboración propia

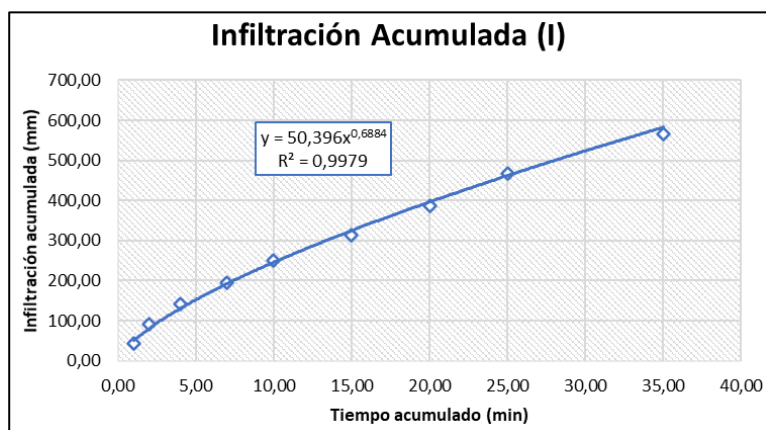


Figura 30: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 01 en la amuna Cushpina Cashanan Bajo.

Fuente: Elaboración propia.

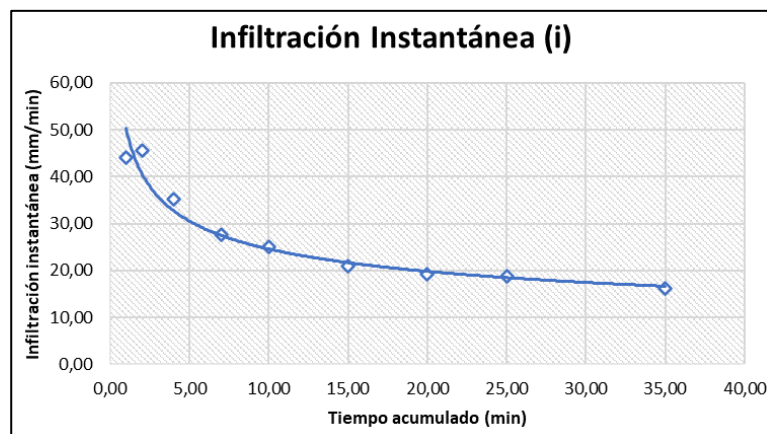


Figura 31: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 01 en la amuna Cushpina Cashanan Bajo.

Fuente: Elaboración propia.

- Prueba de infiltración 02

Tabla 20: Prueba de Infiltración N° 02 (Progresiva 0+150)

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acumulado (min)	Lamina parcial (cm)	Lámina acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/min)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	1,00	45,00	45,00	45,00
1,00	2,00	52,00	97,00	48,50
2,00	4,00	59,00	156,00	39,00
3,00	7,00	68,00	224,00	32,00
3,00	10,00	83,00	307,00	30,70
5,00	15,00	94,00	401,00	26,73
5,00	20,00	110,00	511,00	25,55
5,00	25,00	120,00	631,00	25,24
10,00	35,00	141,00	772,00	22,06

Fuente: Elaboración propia

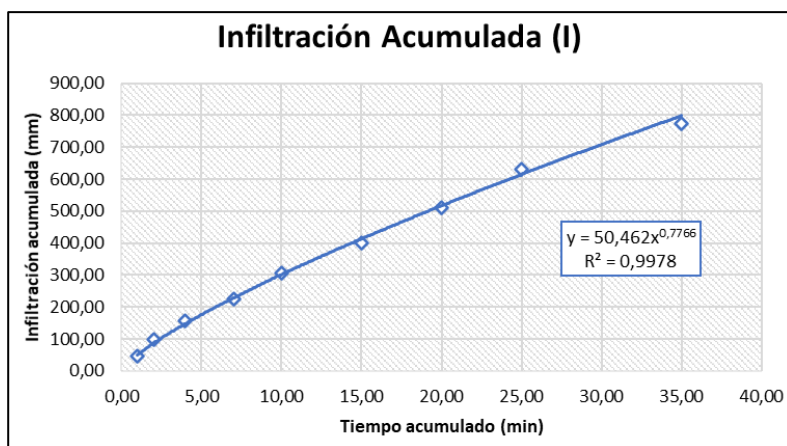


Figura 32: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 02 en la amuna Cushpina Cashanan Bajo.

Fuente: Elaboración propia.

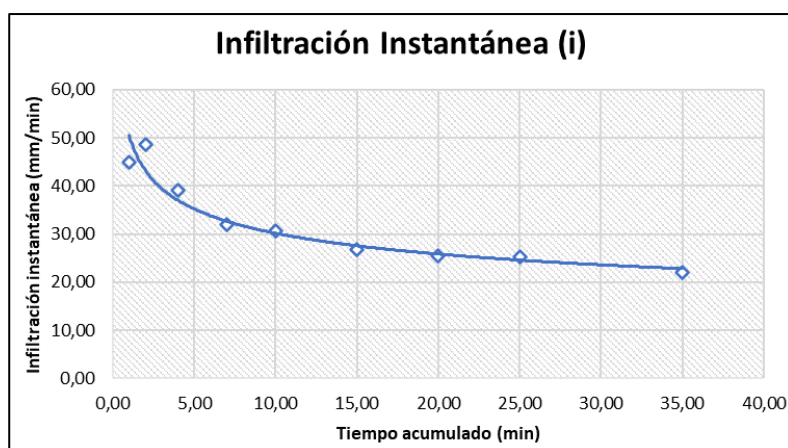


Figura 33: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 02 en la amuna Cushpina Cashanan Bajo.

Fuente: Elaboración propia.

- Prueba de infiltración 03

Tabla 21: Prueba de Infiltración N° 03 (Progresiva 0+298)

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acumulado (min)	Lamina parcial (cm)	Infiltración acumulada (mm)	Infiltración instantánea (mm/min)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00	1,00	67,00	67,00	67,00
1,00	2,00	80,00	147,00	73,50
2,00	4,00	94,00	241,00	60,25
3,00	7,00	110,00	351,00	50,14
3,00	10,00	130,00	481,00	48,10
5,00	15,00	144,00	625,00	41,67
5,00	20,00	169,00	794,00	39,70
5,00	25,00	185,00	979,00	39,16
10,00	35,00	212,00	1191,00	34,03

Fuente: Elaboración propia

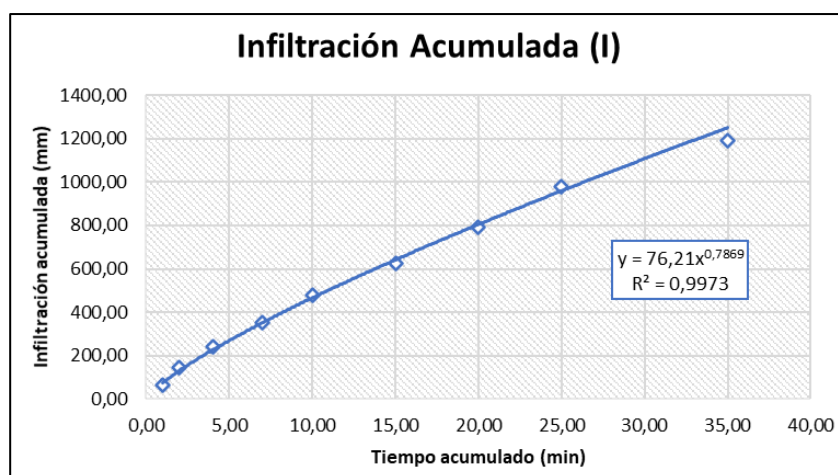


Figura 34: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 03 en la amuna Cushpina Cashanan Bajo.

Fuente: Elaboración propia.

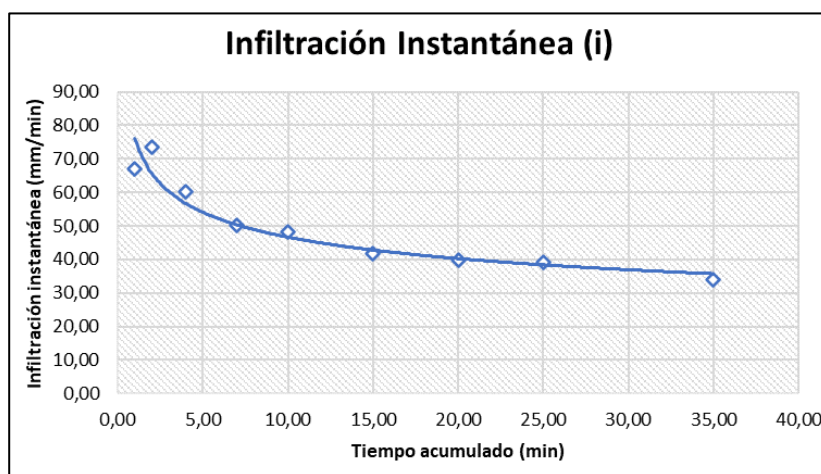


Figura 35: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 03 en la amuna Cushpina Cashanan Bajo.

Fuente: Elaboración propia.

d. Amuna Huaclayco – Chinca

- Verificación del estado de las amunas

Para llegar a la amuna Huaclayco – Chinca, partimos desde el Distrito de San Pedro de Casta hacia el Este-Sur, con 55 minutos en acémila por una trocha no carrozable. En total se hizo un recorrido de 2,50 kilómetros hasta llegar a la amuna.

Para verificar el estado de la amuna, se realizó el recorrido completo; y las principales observaciones que se tuvieron fueron las siguientes:

- Se puede notar a simple vista la existencia del trazo de amuna, a lo largo de toda su longitud. Sin embargo, no recibe mantenimiento periódicamente.
 - Se encontraron muros en algunas progresivas que requieren rehabilitación.
 - Se requiere realizar la nivelación de toda la longitud de amuna.
- Levantamiento de coordenadas

Para el recorrido de esta amuna se tomaron 134 puntos, con ayuda del GPS navegador. Algunos puntos nos indican los lugares donde se realizaron pruebas o se encontraron zonas de riesgo (cárcavas) para el proceso de rehabilitación.

Con el levantamiento de coordenadas se determinó que la longitud de amuna es de 0.610 km.



Figura 36: Trazo de la amuna Huaclayco Chinca.

Fuente: Google Earth (2022).

- Reconocimiento de cárcavas

En el recorrido de esta amuna se reconocieron cárcavas y otras zonas que representan un riesgo para la infraestructura. A continuación, se detallan sus ubicaciones para su control:

Tabla 22: Reconocimiento de cárcavas en la amuna Huaclayco - Chinca

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Descripción
0+195	327848	8699310	Quebrada (3 m. de ancho)
0+300	327752	8699342	Quebrada (5 m. de ancho)

Fuente: Elaboración propia

- Identificación de canteras

Se identificaron un total de dos (02) canteras durante el recorrido. Estas se ubican en un radio no mayor de 50 m desde el punto tomado en la amuna.

Debido a la cercanía entre la amuna y el río Carhuayumac, también se podrían utilizar las piedras que se encuentran en su cauce.

Tabla 23: Reconocimiento de canteras en la amuna Huaclayco - Chinca

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Descripción
0+150	327947	8699285	Cantera de piedras 01
0+370	327782	869933	Cantera de piedras 02

Fuente: Elaboración propia



Figura 37: Cantera de piedras 01, ubicado a la altura de la progresiva 0+150 km.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 38: Cantera 02, ubicado a la altura de la progresiva 0+370 km.

Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas de aforo

Se identificaron dos (02) quebradas durante el recorrido. Sin embargo, el único punto donde se encontró ingreso de agua fue al inicio de amuna (río Carhuayumac).

Tabla 24: Punto de prueba de aforo para la amuna Huaclayco - Chinca

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Descripción
0+000	328070	8699285	Inicio de amuna

Fuente: Elaboración propia

El método utilizado para realizar el aforo, fue el de sección - velocidad. Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 25: Prueba de aforo para la amuna Huaclayco - Chinca

Área de Sección	Velocidad Promedio	Caudal en l/s	Caudal en m ³ /s
0.344 m ²	0.104 m/s	35.939	0.036

Fuente: Elaboración propia



Figura 39: Medición del caudal de la amuna Huaclayco – Chinca.

Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas de infiltración

Se realizaron dos (02) pruebas de infiltración en esta amuna. Los puntos seleccionados fueron los siguientes:

Tabla 26: Zonas seleccionadas para las pruebas de infiltración en la amuna Huaclayco – Chinca.

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Capacidad de infiltración	Descripción
0+140	327890	8699318	7,00 mm/min	Prueba de infiltración 01
0+600	337236	8699667	5,35 mm/min	Prueba de infiltración 02

Fuente: Elaboración propia

- Prueba de infiltración 01

Tabla 27: Prueba de Infiltración N° 01 en la amuna Huaclayco - Chinca

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acumulado (min)	Nivel de Agua (mm)	Lámina Infiltrada (mm)	Infiltración Acumulada (mm)	Infiltración Instant. (mm/min)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.33	0.33	22.00	22.00	22.00	66.67
0.33	0.66	28.00	6.00	28.00	42.42
0.34	1.00	36.00	8.00	36.00	36.00
0.33	1.33	38.00	2.00	38.00	28.57
0.33	1.66	41.00	3.00	41.00	24.70
0.34	2.00	43.00	2.00	43.00	21.50
0.33	2.33	47.00	4.00	47.00	20.17
0.33	2.66	50.00	3.00	50.00	18.80
0.34	3.00	52.00	2.00	52.00	17.33
1.00	4.00	57.00	5.00	57.00	14.25

1.00	5.00	61.00	4.00	61.00	12.20
1.00	6.00	65.00	4.00	65.00	10.83
2.00	8.00	74.00	9.00	74.00	9.25
2.00	10.00	82.00	8.00	82.00	8.20
3.00	13.00	93.00	11.00	93.00	7.15

Fuente: Elaboración propia

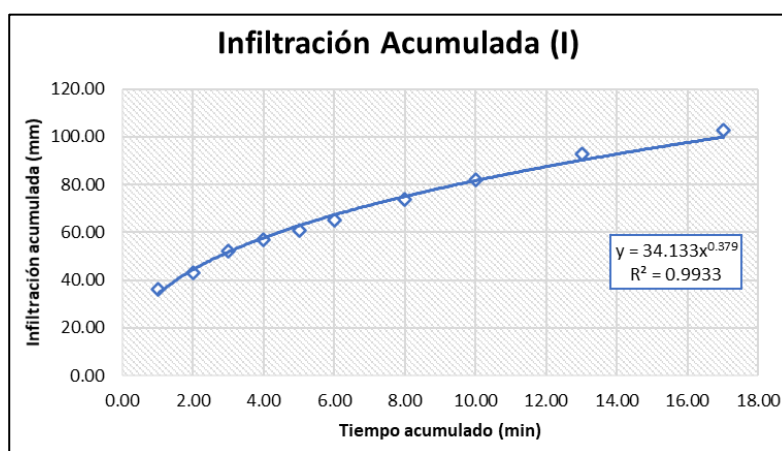


Figura 40: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 01 en la amuna Huaclayco – Chinca.

Fuente: Elaboración propia.

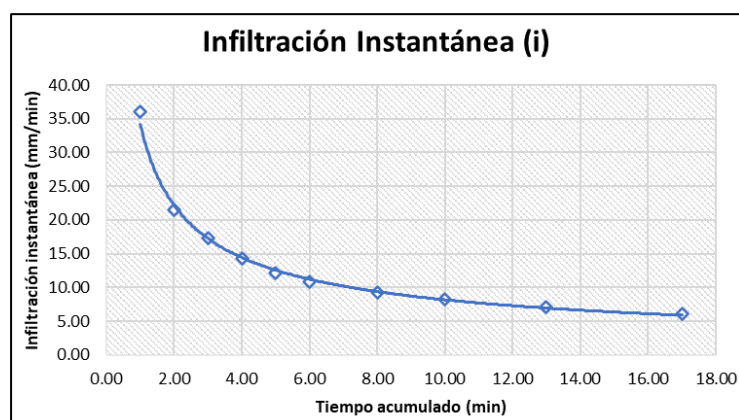


Figura 41: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 01 en la amuna Huaclayco – Chinca.

Fuente: Elaboración propia.

- Prueba de infiltración 02

Tabla 28: Prueba de Infiltración N° 02 en la amuna Huaclayco - Chinca

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acumulado(min)	Nivel de Agua (mm)	Lámina Infiltrada(mm)	Infiltración Acum(mm)	Infiltración Instant.(mm/min)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.33	0.33	11.00	11.00	11.00	33.33
0.33	0.66	17.00	6.00	17.00	25.76
0.34	1.00	25.00	8.00	25.00	25.00
0.33	1.33	27.00	2.00	27.00	20.30
0.33	1.66	30.00	3.00	30.00	18.07
0.34	2.00	32.00	2.00	32.00	16.00
0.33	2.33	36.00	4.00	36.00	15.45
0.33	2.66	39.00	3.00	39.00	14.66
0.34	3.00	41.00	2.00	41.00	13.67
1.00	4.00	46.00	5.00	46.00	11.50
1.00	5.00	50.00	4.00	50.00	10.00
1.00	6.00	54.00	4.00	54.00	9.00
2.00	8.00	63.00	9.00	63.00	7.88
2.00	10.00	71.00	8.00	71.00	7.10
3.00	13.00	82.00	11.00	82.00	6.31
4.00	17.00	91.00	9.00	91.00	5.35

Fuente: Elaboración propia

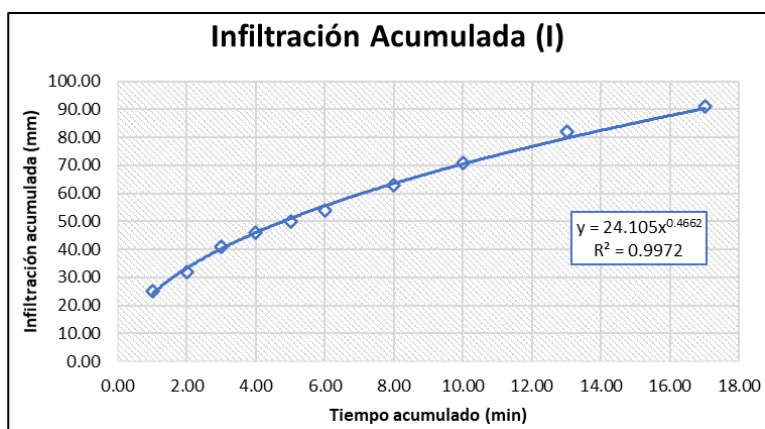


Figura 42: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 02 en la amuna Huaclayco – Chinca.

Fuente: Elaboración propia.

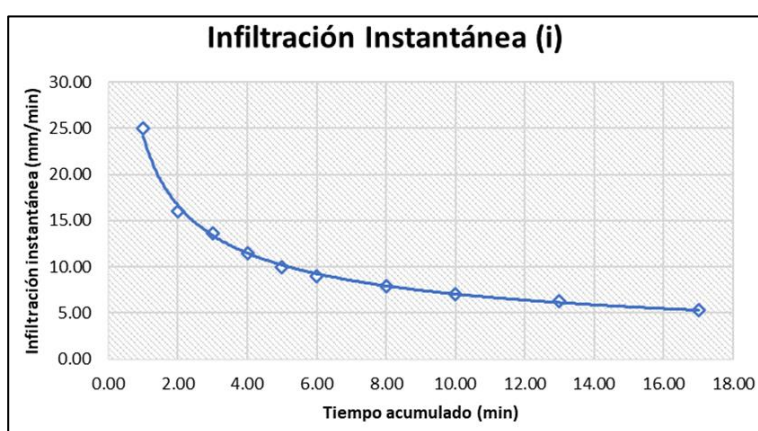


Figura 43: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 02 en la amuna Huaclayco - Chinca.

Fuente: Elaboración propia.

e. Amuna Huacsay – Yanachuwchi

- Verificación del estado de las amunas

Para llegar a la amuna Huacsay – Yanachuwchi, partimos desde el Distrito de San Pedro de Casta hacia el Este-Sur, con 50 minutos en acémila por una trocha no carrozable. En total se hizo un recorrido de 3 kilómetros hasta llegar a la amuna.

Para verificar el estado de la amuna, se realizó el recorrido completo; y las principales observaciones que se tuvieron fueron las siguientes:

- Se puede notar a simple vista la existencia del trazo de amuna, a lo largo de toda su longitud. Sin embargo, no recibe mantenimiento periódicamente.
- Se encontraron muros que requieren rehabilitación.

- Levantamiento de coordenadas

Para el recorrido de esta amuna se tomaron 125 puntos, con ayuda del GPS navegador. Algunos puntos nos indican los lugares donde se realizaron pruebas o se encontraron zonas de riesgo para el proceso de rehabilitación.

Con el levantamiento de coordenadas se determinó que la longitud de amuna es de 0,870km.

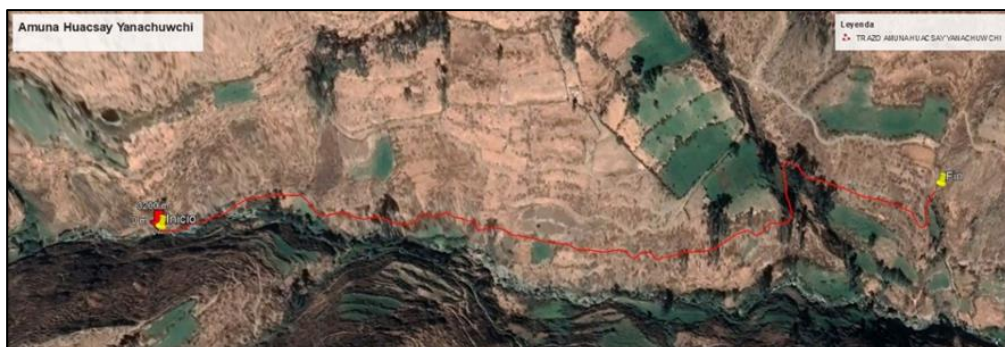


Figura 44: Trazo de la amuna Huacsay – Yanachuwchi.

Fuente: Google Earth (2022).

- Reconocimiento de cárcavas

En el recorrido de esta amuna se reconocieron cárcavas y otras zonas que representan un riesgo para la infraestructura. A continuación, se detallan sus ubicaciones y se plantean obras para su control:

Tabla 29: Reconocimiento de cárcavas en la amuna Huacsay - Yanachuwchi

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Descripción
0+600	327963	8699282	Cárcava (Tramo de 3 m.)
0+720	327891	8699227	Quebrada (6 m. de ancho)

Fuente: Elaboración propia

- Identificación de canteras

Se identificaron un total de tres (03) canteras durante el recorrido. Estas se ubican en un radio no mayor de 50 m. desde el punto tomado en la amuna.

Tabla 30: Reconocimiento de canteras en la amuna Huacsay - Yanachuwchi

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Descripción
0+210	328260	8699175	Cantera de piedras 01
0+580	327947	8699285	Cantera de piedras 02
0+830	327782	869933	Cantera de piedras 03

Fuente: Elaboración propia



Figura 45: Cantera de piedras 01, ubicado a la altura de la progresiva 0+210 km.

Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas de aforo

Se identificó una (01) quebrada durante el recorrido al inicio de amuna (río Carhuayumac).

Tabla 31: Punto de prueba de aforo para la amuna Huacsay - Yanachuwchi

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Descripción
0+000	328465	8699150	Inicio de amuna

Fuente: Elaboración propia

El método utilizado para realizar el aforo, fue el de sección - velocidad. Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 32: Prueba de aforo para la amuna Huacsay - Yanachuwchi

Área de Sección	Velocidad Promedio	Caudal en l/s	Caudal en m ³ /s
0.205 m ²	0.153 m/s	31.286	0.031

Fuente: Elaboración propia



Figura 46: Medición del caudal de la amuna Huacsay – Yanachuwchi.

Fuente: Elaboración propia.

- Pruebas de infiltración

Se realizaron dos (02) pruebas de infiltración en esta amuna. Los puntos seleccionados fueron los siguientes:

Tabla 33: Zonas seleccionadas para las pruebas de infiltración en la amuna Huacsay - Yanachuwchi

Progresiva	Coordenada Este	Coordenada Norte	Capacidad de infiltración	Descripción
0+530	328030	8699279	3,29 mm/min	Prueba de infiltración 01
0+860	327771	8699306	5,12 mm/min	Prueba de infiltración 02

Fuente: Elaboración propia

- Prueba de infiltración 01

Tabla 34: Prueba de Infiltración N° 01 en la amuna Huacsay - Yanachuwchi

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acum (min)	Nivel de Agua (mm)	Lámina Infiltrada (mm)	Infiltración Acum (mm)	Infiltración Instant. (mm/min)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.33	0.33	3.00	3.00	3.00	9.09
0.33	0.66	9.00	6.00	9.00	13.64
0.34	1.00	17.00	8.00	17.00	17.00
0.33	1.33	19.00	2.00	19.00	14.29
0.33	1.66	22.00	3.00	22.00	13.25
0.34	2.00	25.00	3.00	25.00	12.50
0.33	2.33	29.00	4.00	29.00	12.45
0.33	2.66	32.00	3.00	32.00	12.03
0.34	3.00	34.00	2.00	34.00	11.33
1.00	4.00	39.00	5.00	39.00	9.75
1.00	5.00	43.00	4.00	43.00	8.60
1.00	6.00	47.00	4.00	47.00	7.83
2.00	8.00	56.00	9.00	56.00	7.00
2.00	10.00	64.00	8.00	64.00	6.40
3.00	13.00	75.00	11.00	75.00	5.77
4.00	17.00	87.00	12.00	87.00	5.12

Fuente: Elaboración propia.

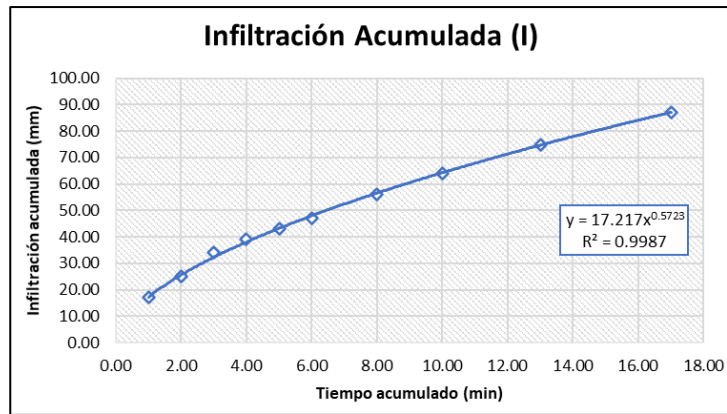


Figura 47: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 01 en la amuna Huacsay – Yanachuwchi.

Fuente: Elaboración propia.

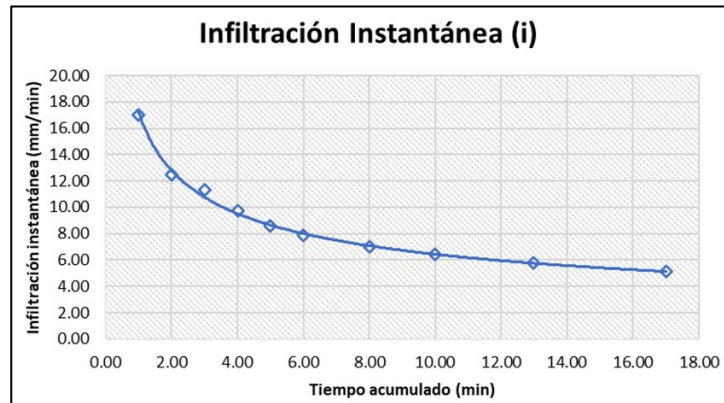


Figura 48: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 01 en la amuna Huacsay – Yanachuwchi.

Fuente: Elaboración propia.

- Prueba de infiltración 02

Tabla 35: Prueba de Infiltración N° 02 en la amuna Huacsay - Yanachuwchi

Intervalo de Tiempo (min)	Tiempo Acumulado (min)	Nivel de Agua (mm)	Lámina Infiltrada (mm)	Infiltración Acumulada (mm)	Infiltración Instant. (mm/min)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.33	0.33	2.00	2.00	2.00	6.06
0.33	0.66	4.50	2.50	4.50	6.82
0.34	1.00	9.00	4.50	9.00	9.00
0.33	1.33	11.00	2.00	11.00	8.27
0.33	1.66	12.00	1.00	12.00	7.23
0.34	2.00	14.00	2.00	14.00	7.00
0.33	2.33	15.50	1.50	15.50	6.65
0.33	2.66	17.00	1.50	17.00	6.39
0.34	3.00	21.00	4.00	21.00	7.00
1.00	4.00	24.50	3.50	24.50	6.13
1.00	5.00	26.50	2.00	26.50	5.30
1.00	6.00	32.00	5.50	32.00	5.33
2.00	8.00	37.00	5.00	37.00	4.63
2.00	10.00	45.00	8.00	45.00	4.50
3.00	13.00	51.50	6.50	51.50	3.96
4.00	17.00	56.00	4.50	56.00	3.29

Fuente: Elaboración propia

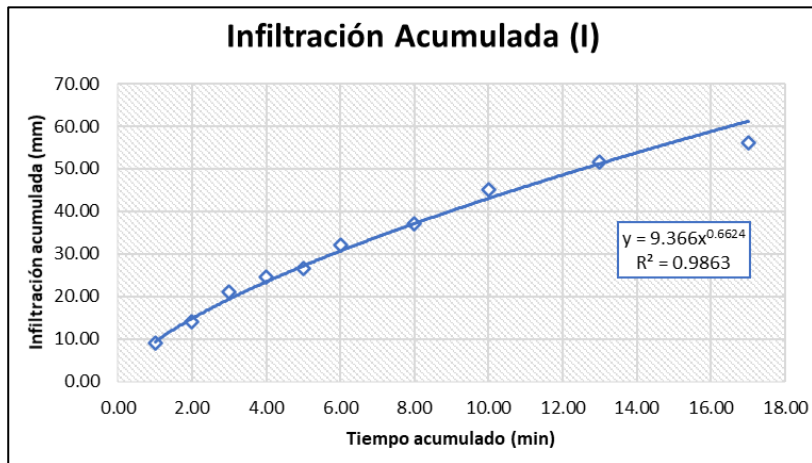


Figura 49: Tiempo acumulado vs infiltración acumulada para la prueba de infiltración 02 en la amuna Huacsay – Yanachuwchi.

Fuente: Elaboración propia.

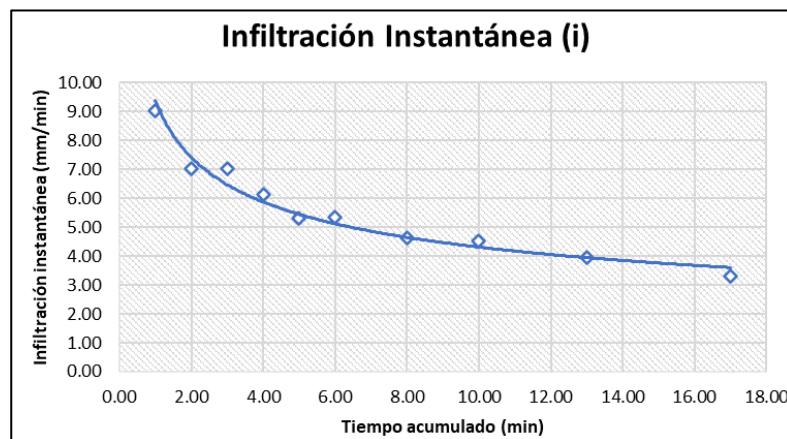


Figura 50: Tiempo acumulado vs infiltración instantánea para la prueba de infiltración 02 en la amuna Huacsay – Yanachuwchi.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4. Análisis y elaboración del diagnóstico

a. Actualización de información

Con el trabajo de campo se elaboró un cuadro resumen con información de cada amuna, como se muestra a continuación:

Tabla 36: Cuadro resumen actualizado con amunas identificadas en campo

Nombre	Long inicial (m)	Incremento (%)	Long actual (m)	N de puntos tomados	Altitud promedio	N de cárcavas	N de canteras	Caudal de aforo	Capacidad de infiltración
Cushpina - Cashanan Alto	466	65%	767	15	3313	3	2	0,52 l/s	37,12 mm/min
Cushpina - Cashanan Medio	440	55%	680	21	3244	3	1	0,98 l/s	31,50 mm/min
Cushpina - Cashanan Bajo	324	-6%	304	19	3116	3	1	2 l/s	24,10 mm/min
Huacclayco - Chinca	191	219%	610	134	3141	2	2	35,939 l/s	6,18 mm/min
Huacsay - Yanachuwchi	865	1%	870	125	3198	2	3	31,286 l/s	4,21 mm/min

Fuente: Elaboración propia

b. Planteamiento de obras de arte

Durante el recorrido, se plantearon obras de arte para complementar la rehabilitación en zonas con las siguientes zonas identificadas:

- Zonas de riesgo de erosión.
- Zonas con presencia de agua todo el año.
- Zonas que requieren mejoramiento y/o refuerzo.
- Zonas de desnivel.
- Zonas de alto tránsito de animales.

A continuación, se comparte un resumen de las obras de arte planteadas para cada amuna:

Tabla 37: Obras de arte planteadas para la amuna Cushpina – Cashanan Alto.

Obra de Arte	Descripción / Función	Cantidad Total	Progresiva
Captación	Bocatoma convencional	01	0+000
Muro	Muro de contención y protección	02	0 + 055 0 + 269
Rápida	Control de desnivel y para reducir la velocidad del flujo	02	0 + 120 0 + 156
Pase	Pase de animales	01	0 + 240
Dique	Dique de protección	01	0 + 298

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Obras de arte planteadas para la amuna Cushpina – Cashanan Medio.

Obra de Arte	Descripción / Función	Cantidad Total	Progresiva
Captación	Bocatoma convencional	01	0+000
Muro	Muro de contención	02	0 + 025 0 + 060
Dique	Dique de protección	01	0 + 0180

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Obras de arte planteadas para la amuna Cushpina – Cashanan Bajo.

Obra de Arte	Descripción / Función	Cantidad Total	Progresiva
Captación	Bocatoma	01	0 + 000
Muro	Muro de contención y protección	03	0 + 044, 0 + 109 y 0 + 283

Dique	Dique de protección	01	0 + 031
Pase	Para tránsito frecuente de animales	01	0 + 060

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40: Obras de arte planteadas para la amuna Huacclayco - Chinca.

Obra de Arte	Descripción / Función	Cantidad Total	Progresiva
Captación	Bocatoma	01	0 + 000
Muro	Muro de refuerzo	02	0 + 020 y 0 + 350
Dique	Dique de protección	02	0 + 285 y 0 + 390
Toma Lateral	Plancha metálica (A=0.25 m; H=0.40 m)	06	0 + 115, 0 + 430, 0 + 440, 0 + 470, 0 + 480, 0 + 530
Pase	Para tránsito frecuente de animales	01	0 + 450
Rápida	Control de desnivel y para reducir la velocidad del flujo	01	0 + 495

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Obras de arte planteadas para la amuna Huacsay - Yanachuwchi

Obra de Arte	Descripción / Función	Cantidad Total	Progresiva
Captación	Bocatoma	01	0 + 000
Muro	Muro de contención y refuerzo	13	0 + 010, 0 + 020, 0 + 200, 0 + 220, 0 + 310, 0 + 380, 0 + 390, 0 + 450, 0 + 460, 0 + 470, 0 + 510, 0 + 520 y 0 + 580
Dique	Dique de protección	01	0 + 680

Toma Lateral	Plancha metálica (A=0.25 m; H=0.40 m)	04	0 + 125, 0 + 135, 0 + 340 y 0 + 705
Pase	Para tránsito frecuente de animales	01	0 + 400
Rápida	Control de desnivel y para reducir la velocidad del flujo	01	0 + 190

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Contribución en la solución de situaciones problemáticas presentadas durante la estancia en la empresa.

Entre las soluciones que se contribuyeron frente a situaciones problemáticas presentadas en el programa Invertir AHORA de Aquafondo, se encontraron las siguientes:

- Problemática N°1: No se disponía de personal que maneje herramientas digitales ni se tenía la información secundaria recopilada, sistematizada y ordenada, esto produjo un desconocimiento preliminar de la zona que pudo haber retrasado el proceso de organización.

Solución: La contribución ante esta situación fue la recopilación de la información complementaria y el análisis de la misma, con la finalidad de organizar de forma eficiente las salidas de campo.

- Problemática N°2: Falta de comunicación con miembros de la comunidad, ocasiona, que retrasaba las coordinaciones, el seguimiento de actividades y la solicitud de información.

Solución: La contribución fue comunicarse con los miembros de la junta directiva de la comunidad y representantes del municipio distrital para elaborar un directorio con los números y correos actualizados de comuneros y comuneras líderes.

3.4. Contribución a la empresa en términos de las competencias y habilidades adquiridas durante su formación profesional.

Las competencias y habilidades adquiridas durante mi formación profesional me permitieron:

- Establecer un protocolo de intervención adecuado con el cuál se pudo llevar a cabo salidas a campo para la elaboración de un diagnóstico preliminar, teniendo en consideración las lecciones aprendidas de experiencias pasadas y los resultados obtenidos.
- Llevar a cabo talleres de sensibilización en comunidades, con los cuales se pudieron brindar información y generar espacios de diálogo para garantizar el desarrollo de las actividades sin inconvenientes y de forma transparente.
- Incorporar dentro de las salidas a campo la medición de parámetros iniciales de caudal e infiltración, con los cuales se complementó el diagnóstico y se enriqueció la información obtenida para futuras propuestas de proyectos.
- Entre otras contribuciones que se realizaron, está el uso de softwares, herramientas y equipos de medición, para el trabajo en gabinete y en campo (Google Earth, GPS, ArcGis, doble anillo, entre otros) con lo cual se mejoró la toma de decisiones por parte del equipo técnico.

3.5. Nivel de beneficio obtenido por la empresa a partir de la solución de situaciones problemáticas.

- Al establecerse actividades como el taller de sensibilización y la recopilación de información en campo, se pudo obtener un diagnóstico más completo del estado actual de las amunas, que sirve como insumo para nutrir y actualizar la cartera de proyectos de la institución y la búsqueda de fondos.
- La sistematización, actualización y evaluación de la información secundaria recopilada, favoreció el establecimiento de una base de datos de consulta sólida con información preliminar a disposición para que se pueda utilizar.
- Las gestiones y coordinaciones realizadas con los miembros de la comunidad permitieron tener una mayor eficiencia al momento de realizar la salida y ejecutar los trabajos de campo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- La Amuna Cushpina Cashanan Alto se encuentra a 3,54 kilómetros desde la plaza de armas de San Pedro de Casta, a una altitud de 3313 msnm, su pendiente es descendente moderada y alta en dos tramos, con una longitud total de 767 m. de los cuales solo se aprecian vestigios de ella, estimándose que pudo haber conducido un caudal de 0.52 l/s con una capacidad de infiltración de 37,12 mm/min. También se identificaron dentro del recorrido de la amuna posibles lugares para obras de arte (01 de captación, 02 de muros de contención, 02 rápidas, 01 pase para animales y 01 dique).
- La Amuna Cushpina Cashanan Medio se encuentra a 3,44 kilómetros desde la plaza de armas de San Pedro de Casta, a una altitud de 3244 msnm, su pendiente es moderada con una longitud de 680 m. de los cuales solo se aprecian vestigios de ella, estimándose que pudo haber conducido un caudal de 0.98 l/s con una capacidad de infiltración de 31,50 mm/min. También se identificaron dentro del recorrido de la amuna posibles lugares para obras de arte (01 captación, 02 muros de contención y 01 dique).
- La Amuna Cushpina Cashanan Bajo se encuentra a 3,24 kilómetros desde la plaza de armas de San Pedro de Casta a una altitud de 3116 msnm, su pendiente es moderada con una longitud de 304 m. de los cuales solo se aprecian vestigios de ella, estimándose que pudo haber conducido un caudal de 2 l/s con una capacidad de infiltración de 24,10 mm/min. También se identificaron dentro del recorrido de la amuna posibles lugares para obras de arte (01 captación, 01 dique, 03 muros de contención y 01 pase de animales).
- La Amuna Huaclayco – Chinca se encuentra a 2,50 kilómetros desde la plaza de armas de San Pedro de Casta, a una altitud de 3141 msnm, su pendiente es moderada y alta en un tramo, con una longitud total de 610 m. de los cuales en su mayoría solo se aprecian vestigios de ella y en algunos tramos muros deteriorados, estimándose que pudo haber conducido un caudal de 35.94 l/s con una capacidad de infiltración de 6,18 mm/min. También se identificaron dentro del recorrido de la amuna posibles lugares para obras de arte (01 captación, 02 muros de contención, 02 diques, 06 tomas laterales, 01 pase de animales y 01

rápida).

- La Amuna Huacsay – Yanachuwchi se encuentra a 3 kilómetros desde la plaza de armas de San Pedro de Casta, a una altitud de 3198 msnm, su pendiente es moderada y alta en un tramo, con una longitud total de 870 m. de los cuales en su mayoría solo se aprecian vestigios de ella y en algunos tramos muros deteriorados, estimándose que pudo haber conducido un caudal de 31,29 l/s con una capacidad de infiltración de 4,21 mm/min. También se identificaron dentro del recorrido de la amuna posibles lugares para obras de arte (01 captación, 13 muros de contención, 01 dique, 04 tomas laterales, 01 pase de animales y 01 rápida).

V. CONCLUSIONES

- Se determinó que de las 15 amunas identificadas con información existente, 5 de ellas fueron priorizadas por contar con una buena accesibilidad mediante caminos de trocha y la posibilidad de contar con materiales cercanos como las canteras de piedra y arena.
- Los pobladores de San Pedro de Casta conocen e identifican las amunas y tienen gran disposición e interés en rehabilitarlas con el objetivo de revalorar los conocimientos ancestrales y promover el desarrollo de proyectos que contribuyan a mejorar la disponibilidad del agua durante el periodo de estiaje.
- La longitud de las amunas Cushpina - Cashanan Alto, Cushpina - Cashanan medio, Huaclayco – Chinca y Huacsay – Yanachuwchi obtenidas con la visita de campo contrastadas con el análisis de la información existente, nos daban longitudes más grandes (entre 1% y 219%) y en el caso de la amuna Cushpina - Cashanan resultó siendo 6% menor.
- Las amunas Huaclayco – Chinca y Huacsay – Yanachuwchi requerirán de un mayor presupuesto para su rehabilitación ya que se encuentran en una zona más alejada y requieren de un mayor número de obras de arte complementarias (06 tomas en Huaclayco – Chinca y 04 tomas con 13 muros en Huacsay – Yanachuwchi).
- Se obtuvo la información suficiente y necesaria para la elaboración de los términos de referencia para las consultorías y la generación de un futuro proyecto de rehabilitación para las 5 amunas priorizadas.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con los estudios de diagnóstico e identificación de las amunas en la comunidad campesina de San Pedro de Casta y replicar en comunidades aledañas como San Juan de Iris, Huamantanga, entre otros; con la finalidad de revalorar los conocimientos ancestrales y contribuir a la seguridad hídrica.
- Se recomienda realizar estudios de monitoreo hidrológico complementarios antes y después de la rehabilitación de las amunas con la finalidad de cuantificar el valor real de la infiltración y recopilar información que pueda ser utilizada para futuras investigaciones.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alencastre, A. (2012). Las amunas. Siembra y cosecha del agua. *LEISA*. <https://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol28n1.pdf>
- Antiporta, J., Arapa, E., & Bonnesoeur, V. (2020). *Construcción, Reparación y Mejoramiento de Amunas*. <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2021/02/CUBHIC-Amunas.pdf>
- AQUAFONDO. (2015). *Las cuencas de Lurín, Rímac y Chillón, fuentes de agua para Lima y Callao*. https://aquafondo.org.pe/wpcontent/uploads/2015/11/2._Las_Cuencas_de_Lima_-_Chillon_Rimac_y_Lurin.pdf
- Banco Mundial. (2008). *Biodiversity, Climate Change, and Adaptation: Nature-based Solutions from the World Bank Portfolio*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/6216>
- Calvo, E. (2010). *Perú: El Problema Agrario en Debate. SEPIA XIII*. <https://sepia.org.pe/wp-content/uploads/2018/07/SEPIA-XIII-Cusco-2009.pdf>
- CBD. (2009). *Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change*. Montreal. Montreal, Canada: Convention of Biological Diversity - CBD Technical Series No. 41. <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-41-en.pdf>
- Cobo, E., & Piñeiros, L. (2020). *Infraestructura Natural: Oportunidades para optimizar la gestión de sistemas hídricos*. UICN. Quito – Ecuador.

- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (Eds.). (2016). *Nature-based solutions to address global societal challenges*. IUCN International Union for Conservation of Nature.
- Comisión Europea. (2012). *Green infrastructure (GI)—enhancing Europe’s Natural Capital*. <https://www.eea.europa.eu/policy-documents/green-infrastructure-gi-2014-enhancing>
- GIZ. (2012). *Adaptación basada en los ecosistemas (AbE) : Un nuevo enfoque para promover soluciones naturales para la adaptación al cambio climático en diferentes sectores. Hoja informativa; Medio ambiente y cambio climático. Eschborn/Alemania*.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*. <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf>
- Jaimés, F. (2018). *Eco-Hospedaje en circuito turístico de San Pedro de Casta*. Universidad Peruana Unión.
- Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., Haase, D., Knapp, S., Korn, H., & Stadler, J. (2016). “Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action”. *Ecology and Society*, 21(2). <https://www.jstor.org/stable/26270403>
- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú. (2016). *Rumbo a un Programa Nacional de Siembra y Cosecha de Agua: Aportes y reflexiones desde la práctica*. Viceministerio de Políticas Agrarias.

Ochoa, B., Bardales, J., Antiporta, J., Pérez, K., Acosta, L., & Angulo, O. (2019). *Contribuciones potenciales de la infraestructura preincaica de infiltración de agua para la seguridad hídrica en los Andes*. https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2020/02/Resumen-Amunas_ES.pdf

Organización Meteorológica Mundial. (2021). *Estado del Clima en América Latina y El Caribe 2020 (OMM-Nº 1272)*.

Peña Laureano, F., Condori Quispe, E., & Charca Huaricallo, M. (2016). *Recarga artificial de acuíferos en alta montaña. Las Amunas de Santa Eulalia*. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1605>

Quijandría, G. (2015). *Balance de la gestión del cambio climático en el Perú: Avances, desafíos y prioridades*. <https://interclima.minam.gob.pe/Presentaciones/2015/Dia1/Exposicion-Gabriel-Quijandria.pdf>

UNESCO. (2009). *Integrated Water Resources Management in Action*. DHI Water Policy and UNEP-DHI Centre for Water and Environment.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2009). No time to lose – make full use of nature-based solutions in the post-2012 climate change regime. Decimoquinta sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP15). Copenhague (Dinamarca), del 7 al 18 de diciembre. https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/iucn_position_paper_unfccc_cop_15_1.pdf.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2020). *Orientación para usar el Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza: Un marco fácil de usar para la verificación, diseño y ampliación de las soluciones basadas en la naturaleza*. Primera edición.
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-021-Es.pdf>

Vargas, P. (2009). *El Cambio Climático y sus efectos en el Perú*. BCRP - Documento de Trabajo N° 2009-14. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2009/Documento-de-Trabajo-14-2009.pdf>

Vásquez, A., Vásquez, I., Vásquez, C., & Castro, A. (2016). *Cosecha del agua de lluvia y captación de nieblas en zona áridas y semiáridas y su impacto en el proceso de desertificación y cambio climático*. p.177.

Vivas, D. (2021). *Amunas. Infraestructuras de retención hídrica frente a la escasez. Caso de la microcuenca del Jochanca-San Mateo de Huanchor en el Valle del Rímac*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Mapas de ubicación

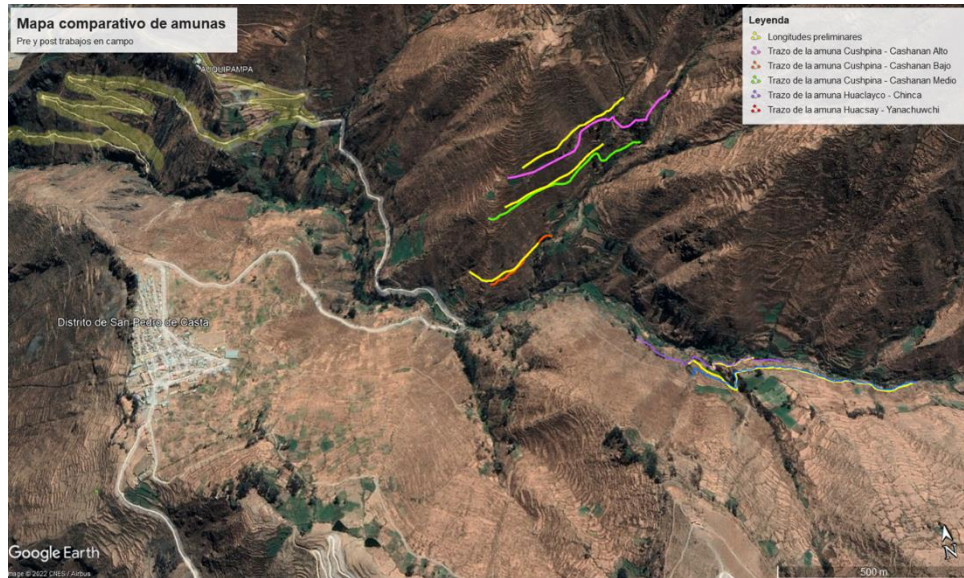


Figura 51: Comparación de amunas

Fuente: Google Earth (2022)

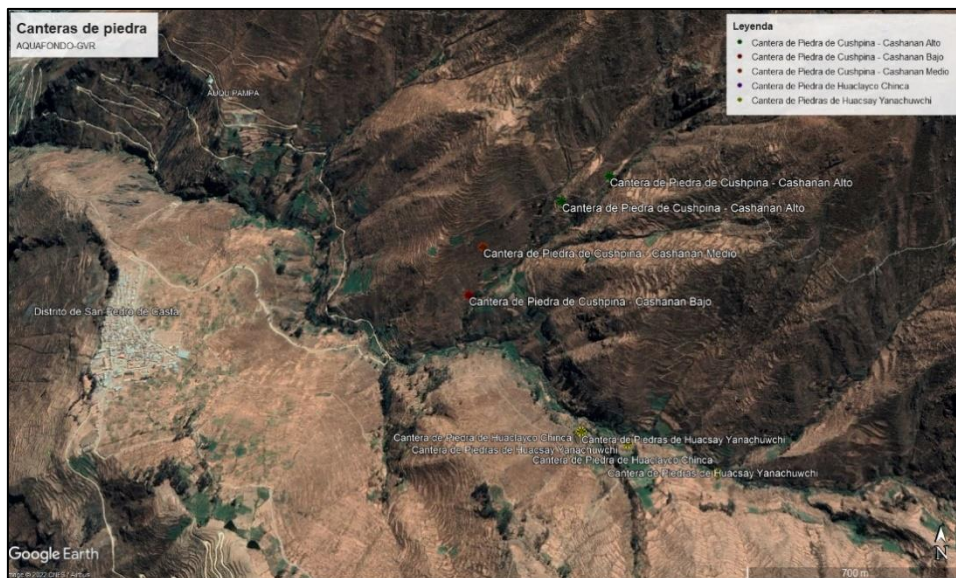


Figura 52: Ubicación de canteras

Fuente: Google Earth (2022)

Anexo 2: Tabla resumen de materiales, equipos y herramientas utilizados

N	Descripción	Equipos y materiales
1	Recopilación y análisis de información	Laptop, informes y memoria USB
2	Proceso de sensibilización	Laptop, presentación, papelografos, plumones y lapiceros
3	Trabajo de reconocimiento en campo	EPPs, libreta de apuntesny lapiceros
3.1	Cushpina - Cashanan	GPS, doble anillo portátil, balde y cronometro
3.2	Cushpina - Cashanan medio	GPS, doble anillo portátil, balde y cronometro
3.3	Cushpina - Cashanan bajo	GPS, doble anillo portátil, balde y cronómetro
3.4	Huaclayco – Chinca	GPS, infiltrómetro portátil, cinta métrica, botella y cronómetro
3.4	Huacsay – Yanachiwchi	GPS, infiltrómetro portátil, cinta métrica, botella y cronómetro
4	Análisis y elaboración de diagnóstico	Laptop, memoria USB

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Tabla resumen de amunas previamente identificadas en San Pedro de Casta.

N	Nombre	Longitud (m)	COORDENADAS UTM DE INICIO			COORDENADAS UTM FINAL			Pendiente
			Norte	Este	Altura	Norte	Este	Altura	
1	Kayrachin	1276	8700055	334436	4285	8699477	333473	4248	2,90
2	Laguna Pestancia	1418	8697996	334394	4490	8698055	333301	4406	5,92
3	Saywapata	1939	8698582	334969	4355	8698288	333161	4265	4,64
4	Senega - Tambo	8367	8698757	331935	3932	8701222	326743	3375	6,66
5	Huacsay - Yanachiwchi	865	8699202	328221	3239	8699560	327128	3175	7,40
6	Huaclayco - Chinca	191	8699081	328675	3160	8699063	328409	3158	1,05
7	Punabanca - Cacala	3045	8698929	329299	3445	8699453	327169	3275	5,58
8	Huaclayco - Achin	2022	8699086	329078	3287	8699363	328314	3176	5,49
9	Cushpina - Cashanan	466	8699441	328653	3329	8699470	328367	3279	10,73
10	Cushpina - Cashanan medio	440	8699339	328565	3256	8699438	328268	3221	7,95
11	Cushpina - Cashanan bajo	324	8699266	328377	3138	8699359	328204	3093	13,89
12	Cayula alto	567	8699166	327084	3234	8699538	327293	3171	11,11
13	Cayula bajo	315	8699295	327067	3209	8699635	327363	3140	21,90
14	Cascara Amarilla	717	8699692	327234	3041	8699765	326717	3003	5,30
15	Shucuni – Lag Cercano	4967	8700443	331490	4169	8701130	327974	3803	7,37

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Resumen de puntos medidos en campo

Tabla 42: Puntos tomados en campo de la Amuna Cushpina Cashanan Alto

Descripción del recorrido		Amuna Cushpina Cashanan Alto			
Ítem	Progresiva	Coordenada WGS 84 - Zona 18 L		Altitud (m.s.n.m.)	Observaciones /Actividad / Planteamientos
		Este	Norte		
1	0+000	327196	8700292	3324	Captación, construir.
2	0+020	327905	8700280	3318	Prueba de infiltración 1 con anillos
3	0+055	327872	8700264	3318	Muro 1, L=7m
4	0+120	327823	8700218	3313	Inicio de rápida, L=16m
5	0+136	327816	8700208	3311	Fin de rápida
6	0+140	327812	8700200	3309	Laguna
7	0+156	327800	8700203	3305	Inicio de rápida 2, L=24m
8	0+180	327777	8700227	3301	Fin de rápida 2
9	0+240	327721	8700245	3285	Pase de animales, construir L=2m)
10	0+269	327707	8700253	3284	Muro 2, L= 5m
11	0+280	327704	8700237	3284	Prueba de infiltración 2 con anillos
12	0+298	327700	8700253	3283	Dique 1, L=5m
13	0+320	327687	8700237	3283	Punto de canal
14	0+734	327315	8700074	3263	Prueba de infiltración 3 con anillos
15	0+767	327315	9700074	3262	Final del canal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Puntos tomados en campo de la Amuna Cushpina Cashanan Medio

Ítem	Descripción del recorrido			Amuna Cushpina Cashanan Medio	
	Progresiva	Coordenada WGS 84 - Zona 18 L		Altitud (m.s.n.m.)	Observaciones /Actividad / Planteamientos
		Este	Norte		
1	0+000	327784	8700141	3258	Captación
2	0+000	327773	8700144	3258	Inicio de canal
3	0+025	327763	8700151	3247	Muro 1, L=7m
4	0+038	327734	8700141	3246	Prueba de infiltracion1 con anillos
5	0+060	327711	8700135	3242	Muro 2, L=4m
6	0+100	327674	8700125	3236	canal amunero
7	0+140	327639	8700112	3225	canal amunero
8	0+180	327626	8700145	3222	Dique 1, L=3m
9	0+220	327595	8700125	3221	canal amunero
10	0+280	327550	8700092	3216	canal amunero
11	0+320	327518	8700064	3216	canal amunero
12	0+331	327514	8700047	3216	Prueba de infiltración 2 con anillos
13	0+360	327493	8700069	3213	canal amunero
14	0+400	327456	8700050	3206	canal amunero
15	0+440	327420	8700041	3205	canal amunero
16	0+480	327382	8700029	3204	canal amunero
17	0+500	327364	8700021	3204	canal amunero
18	0+560	327314	8699994	3204	canal amunero
19	0+600	327281	8699976	3204	canal amunero
20	0+651	327236	8699959	3200	Prueba de infiltración 3 con anillos
21	0+680	327212	8699950	3200	Final del canal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Puntos tomados en campo de la Amuna Cushpina Cashanan Bajo

Ítem	Descripción del recorrido			Amuna Cushpina Cashanan Bajo	
	Progresiva	Coordenada WGS 84 - Zona 18 L		Altitud (m.s.n.m.)	Observaciones /Actividad / Planteamientos
		Este	Norte		
1	0+000	327418	8699892	3123	captación
2	0+020	327401	8699900	3122	prueba infiltración 01, con anillos
3	0+031	327387	8699897	3120	dique
4	0+044	327376	8699890	3118	muro contención 01, 7m
5	0+060	327365	8699881	3116	pase de animales
6	0+080	327352	8699869	3113	canal amunero
7	0+100	327336	8699856	3113	canal amunero
8	0+109	327327	8699851	3113	muro contención 02, construir l 10m
9	0+140	327303	8699832	3113	canal amunero
10	0+150	327300	8699820	3113	prueba infiltración 02, con anillos
11	0+154	327296	8699816	3113	laguna 1 mejoramiento
12	0+160	327273	8699801	3112	canal amunero
13	0+200	327258	8699789	3110	canal amunero
14	0+220	327239	8699783	3110	canal amunero
15	0+260	327202	8699771	3107	canal amunero
16	0+280	327187	8699760	3106	canal amunero
17	0+283	327184	8699758	3105	muro contención 03, 5m
18	0+298	327169	8699758	3104	prueba infiltración 03,con anillos
19	0+304	327163	8699761	3103	laguna 2 y final de canal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Puntos tomados en campo de la Amuna Huaclayco - Chinca

Descripción del recorrido					Amuna Huaclayco - Chinca				
Ítem	Punto GPS	Coordenada WGS 84 - Zona 18 L		Altitud (m.s.n.m.)	Observaciones /Actividad / Planteamientos				
		Este	Norte						
1	4241	328070	8699285	3160	Prueba de Aforo 01, mediante método del flotador				
2	4242	328067	8699296	3164	Inicio de amuna				
3	4243	328062	8699297	3164					
4	4244	328059	8699302	3165	Se plantea un muro de refuerzo de piedra emboquillada, para un tramo de 9 m.				
5	4245	328055	8699303	3165					
6	4246	328046	8699297	3164					
7	4247	328036	8699309	3165	Inicio de canal de concreto existente				
8	4248	328023	8699310	3165	Fin de canal de concreto existente (13 m.)				
9	4249	328021	8699310	3163					
10	4250	328015	8699310	3165					
11	4251	328010	8699310	3164					
12	4252	328006	8699309	3164					
13	4253	328003	8699311	3163					
14	4254	328001	8699308	3163					
15	4255	327996	8699312	3163					
16	4256	327991	8699314	3163					
17	4257	327978	8699326	3164					
18	4258	327972	8699327	3162	Toma lateral 01 (A= 0.25 m. ; H= 0.40 m.)				
19	4259	327969	8699327	3164					
20	4260	327961	8699325	3164					
21	4261	327952	8699324	3164					

22	4262	327947	8699323	3163
23	4263	327940	8699324	3164
24	4264	327935	8699323	3163
25	4265	327931	8699320	3163
26	4266	327922	8699315	3161
27	4267	327916	8699313	3162
28	4268	327908	8699312	3163
29	4269	327905	8699312	3162
30	4270	327890	8699318	3159
31	4271	327896	8699329	3163
32	4272	327888	8699328	3164
33	4273	327880	8699328	3164
34	4274	327876	8699330	3164
35	4275	327870	8699331	3163
36	4276	327864	8699332	3161
37	4277	327858	8699333	3160
38	4278	327854	8699334	3160
39	4279	327852	8699333	3160
40	4280	327851	8699326	3163
41	4281	327850	8699325	3163
42	4282	327853	8699322	3162
43	4283	327848	8699310	3163
44	4284	327844	8699311	3162
45	4285	327842	8699313	3162
46	4286	327839	8699318	3161
47	4287	327832	8699324	3161

Prueba de infiltración 01

Quebrada de 3 m. de ancho / Se plantea la ejecución de un dique

48	4288	327826	8699328	3160	
49	4289	327822	8699331	3160	
50	4290	327821	8699339	3159	
51	4291	327819	8699344	3158	
52	4292	327817	8699346	3159	
53	4293	327810	8699353	3158	
54	4294	327799	8699365	3158	Se plantea la ejecución de un muro de refuerzo, para un tramo de 6 m.
55	4295	327793	8699367	3157	
56	4296	327790	8699362	3156	
57	4297	327789	8699359	3156	
58	4298	327786	8699356	3155	
59	4299	327781	8699355	3155	
60	4300	327777	8699352	3155	
61	4301	327769	8699350	3153	
62	4302	327766	8699351	3153	
63	4303	327758	8699347	3153	
64	4304	327752	8699342	3153	Quebrada de 5 m. de ancho / Se plantea la ejecución de un dique
65	4305	327752	8699355	3148	
66	4306	327750	8699361	3146	
67	4307	327738	8699362	3144	Se plantea la ejecución de un pase de animales de 2 m.
68	4308	327738	8699367	3144	
69	4309	327732	8699370	3145	Toma lateral 02 (A= 0.25 m. ; H= 0.40 m.)
70	4310	327729	8699372	3145	Toma lateral 03 (A= 0.25 m. ; H= 0.40 m.)
71	4311	327722	8699374	3144	
72	4312	327717	8699375	3145	
73	4313	327705	8699377	3143	Toma lateral 04 (A= 0.25 m. ; H= 0.40 m.)

74	4314	327703	8699380	3144
75	4315	327701	8699384	3144
76	4316	327699	8699388	3143
77	4317	327699	8699389	3143
78	4318	327698	8699392	3141
79	4319	327691	8699394	3140
80	4320	327685	8699400	3140
81	4321	327680	8699402	3140
82	4322	327677	8699405	3140
83	4323	327674	8699411	3141
84	4324	327672	8699416	3139
85	4325	327666	8699414	3137
86	4326	327670	8699427	3138
87	4327	327667	8699436	3136
88	4328	327658	8699443	3138
89	4329	327650	8699450	3138
90	4330	327644	8699453	3138
91	4331	327640	8699454	3139
92	4332	327634	8699464	3138
93	4333	327632	8699467	3139
94	4334	327630	8699471	3139
95	4335	327648	8699450	3139
96	4336	337899	8700007	4259
97	4337	337893	8700001	4294
98	4338	337874	8699990	4296
99	4339	337854	8699976	4295

Poza disipadora / Toma lateral 05 (A= 0.25 m. ; H= 0.40 m.)

Toma lateral 06 (A= 0.25 m. ; H= 0.40 m.)

100	4340	337842	8699960	4301
101	4341	337826	8699944	4302
102	4342	337802	8699928	4309
103	4343	337787	8699915	4311
104	4344	337775	8699906	4311
105	4345	337765	8699897	4318
106	4346	337744	8699885	4318
107	4347	337716	8699870	4323
108	4348	337698	8699857	4324
109	4349	337668	8699844	4330
110	4350	337648	8699835	4330
111	4351	337632	8699826	4327
112	4352	337620	8699821	4337
113	4353	337594	8699809	4337
114	4354	337578	8699801	4342
115	4355	337553	8699784	4344
116	4356	337533	8699780	4348
117	4357	337521	8699773	4347
118	4358	337507	8699765	4349
119	4359	337496	8699760	4350
120	4360	337459	8699747	4354
121	4361	337451	8699740	4354
122	4362	337436	8699736	4356
123	4363	337412	8699732	4356
124	4364	337385	8699722	4357
125	4365	337369	8699716	4357

126	4366	337358	8699705	4358	
127	4367	337340	8699704	4366	
128	4368	337327	8699700	4367	
129	4369	337305	8699691	4366	
130	4370	337286	8699685	4367	
131	4371	337266	8699679	4364	
132	4372	337251	8699677	4364	
133	4373	337243	8699671	4366	Prueba de infiltración 02
134	4374	337236	8699667	4367	Fin de amuna.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Puntos tomados en campo de la Amuna Huacsay - Yanachuwchi

Descripción del recorrido						Amuna Huacsay - Yanachuwchi					
Ítem	Punto GPS	Coordenada WGS 84 - Zona 18 L		Altitud (m.s.n.m.)	Observaciones /Actividad / Planteamientos						
		Este	Norte								
1	4115	328465	8699150	3216	Prueba de aforo 01, mediante el método volumétrico						
2	4116	328453	8699144	3213	Inicio de amuna						
3	4117	328441	8699152	3214	Se plantea un muro de refuerzo con piedra emboquillada, para un tramo de 6 m.						
4	4118	328440	8699146	3215	Se plantea un muro de refuerzo con piedra emboquillada, para un tramo de 3 m.						
5	4119	328439	8699145	3215							
6	4120	328434	8699140	3214							
7	4121	328427	8699137	3213							
8	4122	328422	8699137	3215	Inicio de canal de concreto existente						

9	4123	328416	8699139	3215	
10	4124	328406	8699135	3213	Fin de canal de concreto existente (16 m.)
11	4125	328400	8699136	3212	
12	4126	328391	8699133	3214	
13	4127	328383	8699130	3212	
14	4128	328377	8699129	3213	
15	4129	328370	8699129	3212	
16	4130	328359	8699131	3212	
17	4131	328350	8699132	3213	
18	4132	328338	8699135	3213	
19	4133	328329	8699138	3213	Toma lateral 01 (A= 0.25 m. ; H= 0.40 m.)
20	4134	328328	8699139	3214	
21	4135	328323	8699145	3211	Toma lateral 02 (A= 0.25 m. ; H= 0.40 m.)
22	4136	328319	8699156	3214	
23	4137	328315	8699161	3213	
24	4138	328307	8699162	3213	
25	4139	328293	8699163	3214	
26	4140	328293	8699166	3211	Se plantea la ejecución de una poza disipadora
27	4141	328291	8699168	3212	
28	4142	328285	8699171	3210	
29	4143	328280	8699173	3209	Se plantea la ejecución de un muro de refuerzo para un tramo de 4 m.
30	4144	328264	8699175	3209	Se plantea muro de refuerzo para un tramo de 10 m.
31	4145	328257	8699180	3208	
32	4146	328257	8699183	3207	
33	4147	328248	8699187	3208	
34	4148	328238	8699189	3208	

35	4149	328232	8699186	3207	
36	4150	328227	8699184	3207	
37	4151	328221	8699186	3205	
38	4152	328219	8699188	3205	
39	4153	328211	8699189	3206	
40	4154	328207	8699189	3202	
41	4155	328203	8699189	3202	
42	4156	328200	8699194	3204	
43	4157	328193	8699197	3204	
44	4158	328190	8699200	3203	
45	4159	328183	8699203	3203	Se plantea un muro de refuerzo de piedra, para un tramo de 5 m.
46	4160	328185	8699207	3203	
47	4161	328184	8699210	3203	
48	4162	328179	8699211	3202	
49	4163	328169	8699212	3200	
50	4164	328164	8699215	3202	
51	4165	328159	8699219	3201	
52	4166	328155	8699224	3201	Toma lateral 03 (A= 0.25 m. ; H= 0.40 m.)
53	4167	328153	8699225	3201	
54	4168	328148	8699226	3200	
55	4169	328140	8699230	3200	
56	4170	328136	8699232	3199	Se plantea un muro de refuerzo, para un tramo de 3 m.
57	4171	328133	8699233	3200	
58	4172	328132	8699236	3199	
59	4173	328127	8699238	3200	
60	4174	328121	8699240	3198	Se plantea un muro de refuerzo, para un tramo de 4.50 m.

61	4175	328111	8699244	3199	
62	4176	328106	8699247	3199	Muro (L= 4 m.) / Se plantea un pase de 2.5 m.
63	4177	328102	8699252	3198	
64	4178	328097	8699255	3197	
65	4179	328091	8699256	3197	
66	4180	328080	8699261	3198	
67	4181	328075	8699262	3196	
68	4182	328068	8699262	3196	
69	4183	328060	8699264	3194	Se plantea un muro de refuerzo, para un tramo de 10 m.
70	4184	328057	8699268	3195	
71	4185	328055	8699273	3194	Se plantea un muro de refuerzo de piedra, para un tramo de 4 m.
72	4186	328051	8699274	3195	
73	4187	328047	8699271	3195	
74	4188	328042	8699271	3193	
75	4189	328037	8699273	3194	
76	4190	328034	8699276	3194	Se plantea un muro de refuerzo, para un tramo de 8.50 m.
77	4191	328030	8699279	3192	Prueba de infiltración 01
78	4192	328030	8699281	3192	
79	4193	328023	8699279	3192	
80	4194	328011	8699280	3191	Se plantea un muro de refuerzo, para un tramo de 4 m.
81	4195	328004	8699280	3192	Se plantea un muro de refuerzo, para un tramo de 4 m.
82	4196	327997	8699281	3190	
83	4197	327993	8699283	3190	
84	4198	327984	8699285	3190	
85	4199	327977	8699285	3190	
86	4200	327963	8699282	3190	Reconocimiento de cárcava / Se plantea un muro de contención para un tramo de 3 m.

87	4201	327961	8699280	3191	
88	4202	327953	8699279	3191	Se plantea un muro de refuerzo, para un tramo de 6 m.
89	4203	327943	8699279	3191	
90	4204	327932	8699285	3189	
91	4205	327926	8699284	3188	
92	4206	327921	8699278	3188	
93	4207	327916	8699279	3186	
94	4208	327909	8699281	3186	
95	4209	327901	8699279	3186	
96	4210	327896	8699277	3185	
97	4211	327896	8699274	3185	
98	4212	327897	8699264	3186	
99	4213	327897	8699257	3186	
100	4214	327893	8699250	3187	
101	4215	327889	8699237	3186	
102	4216	327888	8699234	3187	
103	4217	327891	8699227	3186	Quebrada de 6 m. de ancho (sin presencia de agua) / Se plantea un dique.
104	4218	327887	8699229	3187	
105	4219	327879	8699232	3186	
106	4220	327874	8699236	3185	
107	4221	327871	8699244	3186	Toma lateral 04 (A= 0.25 m. ; H= 0.40 m.)
108	4222	327865	8699248	3184	
109	4223	327857	8699252	3184	
110	4224	327853	8699257	3184	
111	4225	327847	8699261	3183	
112	4226	327836	8699267	3182	

113	4227	327830	8699272	3182	
114	4228	327822	8699278	3181	
115	4229	327816	8699282	3181	
116	4230	327810	8699284	3180	
117	4231	327803	8699290	3180	
118	4232	327798	8699294	3180	
119	4233	327793	8699300	3179	
120	4234	327790	8699304	3179	
121	4235	327789	8699313	3178	
122	4236	327785	8699318	3178	
123	4237	327773	8699313	3178	
124	4238	327771	8699306	3180	Fin de amuna / Prueba de infiltración 02
125	4239	327770	8699305	3180	

Fuente: Elaboración propia