



“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

CUT: 224191-2024

Huaral, 21 de abril de 2025

OFICIO MULTIPLE N° 0016-2025-ANA-AAA.CF

Señores

Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Jr. Zorritos n.º 1203

Lima

Señores

Gobierno Regional de Lima

Agua Dulce - Av. Circunvalación S/N, distrito de Huacho

Huaura

Señores

Municipalidad Distrital de Lunahuaná

Plaza de armas S/N, distrito de Lunahuaná

Lima

Señores

Municipalidad Provincial de Cañete

Jr. Bolognesi N° 250 (Plaza de Armas), distrito de San Vicente de Cañete

Cañete

Señores

Organismo de Formalización de la Propiedad Informal

Av. Paseo de la República N° 3135 – 313, distrito de San Isidro

Lima

Señores

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres

Av. Del Parque Norte 829 – 833, distrito de San Isidro

Lima

Señores

Oficina Registral de Lima -SUNARP

Av. Primavera N.º 1878, distrito de Santiago de Surco

Lima

Señores

Instituto Nacional de Defensa Civil

C. Ricardo Angulo 694, distrito de San Isidro

Lima



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Firmado digitalmente por ZAVALA
ZAVALA Abner FAU 20520711865
hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 22/04/2025 09:05:38

“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”
“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

Señores

Superintendencia Nacionales de Bienes Estatales

Calle Chinchón 890, distrito de San Isidro

Lima

Asunto : Notificación de la Resolución Directoral N° 0396-2025-ANA-AAA.CF

Tengo el agrado de dirigirme a ustedes para notificarles la Resolución Directoral N°396-2025-ANA-AAA.CF de fecha 15 de abril del 2025 para conocimiento.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

FIRMADO DIGITALMENTE

ABNER ZAVALA ZAVALA

DIRECTOR (E)

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA CAÑETE – FORTALEZA

AZZ/cke/Magaly A.





CUT: 224191-2024

RESOLUCION DIRECTORAL N° 0396-2025-ANA-AAA.CF

Huaral, 15 de abril de 2025

VISTO:

El Informe Técnico 004-2024-JJPC de 2024-10-31, que contiene los estudios básicos para la delimitación de faja marginal de la quebrada Jacayita ubicado en el distrito de Lunahuana, provincia de Cañete, departamento del Lima, y;

CONSIDERANDO:

Que, literal i) del numeral 1, del artículo 6° de la Ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, señala que la faja marginal constituye un bien natural asociado al agua. En ese sentido, el artículo 7° del mismo cuerpo legal establece que los bienes naturales asociados al agua constituyen bienes de dominio público hidráulico, por lo que toda intervención de los particulares que afecte o altere las características de estos bienes debe ser previamente autorizado por la Autoridad Administrativa del Agua;

Que, el artículo 74° de la Ley de Recursos Hídricos 29338, señala que, en los terrenos aledaños a los cauces naturales o artificiales, se mantiene una faja marginal de terreno necesaria para la protección, el uso primario de agua, el libre tránsito, la pesca, caminos de vigilancia u otros servicios. El Reglamento determina su extensión;

Que, el artículo 114° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, determina los criterios para la delimitación de las fajas marginales;

Que, el numeral 113.1 del Artículo 113° del Reglamento de la Ley 29338, determina que: Las fajas marginales son bienes de dominio público hidráulico. Están conformadas por las áreas inmediatas superiores a las riberas de las fuentes de agua, naturales o artificiales.

Asimismo, el numeral 113.2 señala: Las dimensiones en una o ambas márgenes de un cuerpo de agua son fijadas por la Autoridad Administrativa del Agua, de acuerdo con los criterios establecidos en el Reglamento, respetando los usos y costumbres establecidos;

Que el numeral 115.1 del artículo 115° de la norma antes citada señala: Está prohibido el uso de las fajas marginales para fines de asentamiento humano, agrícola u otra actividad que las afecte. La autoridad Nacional del Agua en coordinación con los gobiernos locales y

defensa Civil promoverán mecanismos de reubicación de poblaciones asentadas en fajas marginales. Además, el numeral 115.2 señala: La Autoridad Administrativa del Agua autoriza la ejecución de obras de defensa ribereña y la utilización de materiales ubicados en las fajas marginales necesarios para tal fin;

Que, el artículo 120° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, menciona en el numeral 120.1 que: En las propiedades adyacentes a las riberas, se mantendrá libre una faja marginal de terreno necesaria para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, la pesca, camino de vigilancia u otros servicios públicos, según corresponda. En el numeral 120.2 se regula que: En todos estos casos no habrá lugar e indemnización por la servidumbre, pero quienes usaren de ellas, quedan obligados, conforme con el derecho común, a indemnizar los daños que causen, tanto en las propiedades sirvientes como en los cauces públicos o en las obras hidráulicas.

Que, mediante Resolución Jefatural 332-2016-ANA de fecha 06.06.2016, se aprobó el Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales que establece las metodologías y criterios aplicables para la delimitación de las fajas marginales de los cauces naturales o artificiales;

Que, el Texto Único Ordenado de la Ley 30556 de Reconstrucción con Cambios, aprobado por Decreto Supremo 094-2018-PCM, en la Quinta Disposición Complementaria Final, analiza con respecto a la posesión en zonas de riesgo no mitigable y zonas intangibles. Así se establece que, *la posesión debe ejercerse sobre zonas consideradas habitables. Es ilegal el ejercicio del derecho de posesión en zonas declaradas de riesgo no mitigable. Para estos fines, se considera zona de riesgo no mitigable a aquella zona donde la implementación de medidas de mitigación resulta de mayor costo y complejidad que llevar a cabo la reubicación de las viviendas y equipamiento urbano respectivo. Se comprende dentro de esta categoría la zona de muy alto riesgo no mitigable y la zona de alto riesgo no mitigable. Las zonas de riesgo no mitigable son declaradas intangibles por la autoridad competente, para lo cual se identifica el polígono respectivo y se inscribe como carga en el Catastro Urbano y Rural y en el Registro de Predios de la Superintendencia Nacional de Registros Públicos – Sunarp, de ser el caso. Las zonas de riesgo no mitigable tienen los siguientes efectos:*

1. *La posesión en zonas declaradas de riesgo no mitigable no configura un derecho susceptible de acciones judiciales en el fuero constitucional, civil o cualquier otra. No resulta procedente demanda judicial sobre dichos predios, bajo responsabilidad.*

2. *Son nulos de pleno derecho los contratos que se celebren respecto de predios ubicados en zonas declaradas de riesgo no mitigable, a partir de que dichos predios sean declarados como tales.*

3. *Adolecen de nulidad los actos administrativos emitidos sobre otorgamiento de derechos en zonas declaradas de riesgo no mitigable.*

Las zonas declaradas de riesgo no mitigable quedan bajo administración y custodia del Gobierno Regional de la jurisdicción, el que preserva su intangibilidad, bajo responsabilidad del titular del Gobierno Regional y de aquella autoridad que se designe. El Gobierno Regional, con opinión del Gobierno Local correspondiente, se encuentra facultado a disponer la desocupación y/o demolición de toda edificación, pudiendo inclusive utilizar el mecanismo de la recuperación extrajudicial prevista en los artículos 65° al 67° de la Ley 30230; Ley que establece medidas tributarias, simplificación de procedimientos y permisos para la promoción y dinamización de la inversión en el país.

Declárase como zonas intangibles los cauces de las riberas, las fajas marginales y las fajas de terreno que conforman el derecho de vía de la red vial del Sistema Nacional de Carreteras; y prohíbese expresamente la transferencia o cesión para fines de vivienda, comercio, agrícolas y otros, sean estas para posesiones informales, habilitaciones urbanas, programas de vivienda o cualquier otra modalidad de ocupación poblacional;

Que, los estudios con modelamiento hidráulico para la delimitación de faja marginal de la quebrada Jacayita, se encuentran desarrollados en el Informe Técnico 004-2024-JJPC de 2024-10-31, describiendo la ubicación, topografía, análisis de máximas avenidas, simulación hidráulica, índice y nivel de peligrosidad extrema, alternativa de solución, factor sociocultural, ubicación de hitos, así como la recomendación para la aprobación de la citada delimitación;

Que, con Memorando 3744-2024-ANA-AAA-CF de 2024-11-04 se hizo de conocimiento a la Administración Local de Agua Mala Omas Cañete, la conclusión de los estudios básicos para la delimitación de la faja marginal de la quebrada Jacayita, tributario del río Cañete, requiriéndole la realización de una diligencia de verificación técnica de campo con participación del gobierno local y otras entidades administrativas; para luego emitir finalmente su opinión con arreglo a lo establecido en la Resolución Jefatural 332-2016-ANA;

Que, la Administración Local de Agua Mala Omas Cañete, en función a la diligencia de verificación técnica de campo programada realizada el 2024-12-02, emitió el Informe Técnico 0004-2025-ANA-AAA.CF-ALA.MOC/MJRM de 2025-01-22 precisando lo siguiente: *El estudio de delimitación de la faja marginal de la quebrada Jacayita guarda relación con el cauce que se encuentra en campo y con el ancho mínimo establecido en el artículo 120 de la Resolución Jefatural 332-2016-ANA; cabe indicar, que no se observó ningún inconveniente en la posible ubicación en campo;*

Que, el Área Técnica de la Autoridad Administrativa del Agua Cañete Fortaleza luego de analizar y evaluar técnicamente los actuados, emitió el Informe Técnico 003-2025-VOOA de 2025-02-13, que se anexa a la presente resolución¹, estableciendo la delimitación de la faja marginal en ambas márgenes en el cauce principal contando con un total de 43 hitos georreferenciados y validados en coordenadas UTM WGS 84, de los cuales 21 hitos corresponden a la margen derecha y 22 hitos a la margen izquierda; así mismo para la quebrada aportante 1 cuenta con un total de 19 hitos georreferenciados y validados en coordenadas UTM WGS 84, de los cuales 10 hitos corresponden a la margen derecha y 09 hitos a la margen izquierda.

Que, al respecto, estando al mérito de las consideraciones técnicas anteriormente expuestas y en cuyos documentos se concluye determinar su viabilidad para sustentar el espacio que ocupará la faja marginal para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, caminos de vigilancia u otros servicios públicos con arreglo a lo establecido en la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, como en la Resolución Jefatural 332-2016-ANA que aprobó el Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales; se debe aprobar la delimitación de faja marginal de la quebrada Jacayita ubicada en el distrito de Lunahuaná, provincia de Cañete y departamento de Lima de acuerdo con las especificaciones desarrolladas en el Informe Técnico 003-2025-VOOA de 2025-02-13.

Que, es pertinente señalar que el Informe Legal 014-2025-LACL presenta un error en su conclusión, lo que genera una inconsistencia respecto al análisis desarrollado. En ese sentido, y con el fin de preservar la coherencia y exactitud del presente acto administrativo, se considera adecuado omitir dicho informe legal.

Firmado digitalmente por
PAYANO VERGEL
Christian Jorge
FAU 20520711865
hard
Motivo: V'B
Fecha: 21/04/2025
14:38:59

Firmado digitalmente por
PÉREZ ANDERSON
Javier Alfredo
FAU 20520711865
hard
Motivo: V'B
Fecha: 21/04/2025
11:25:30

Decreto Supremo 004-2019-JUS que aprueba el TUO de la Ley 27444 "Ley General del Procedimiento Administrativo General"

Artículo 6. Motivación del acto administrativo

6.2 Puede motivarse mediante la declaración de conformidad con los fundamentos y conclusiones de anteriores dictámenes, decisiones o informes obrantes en el expediente, a condición de que se les identifique de modo certero, y que por esta situación constituyan parte integrante del respectivo acto. Los informes, dictámenes o similares que sirvan de fundamento a la decisión, deben ser notificados al administrado juntamente con el acto administrativo.

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado de ANA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de: <https://sisged.ana.gob.pe/consultas> e ingresando la siguiente clave : 2E6C7899

Que, estando al mérito del Informe Legal N°0123-2025-LACL de 2025-09-04 e Informe Técnico 003-2025-VOOA de 2025-02-13, en aplicación a lo dispuesto por el Reglamento de Organización y Funciones, aprobado por Decreto Supremo N°018-2017-MINAGRI;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°. – **Aprobar**, la delimitación de la faja marginal de la quebrada Jacayita, ubicada en el distrito de Lunahuaná, provincia de Cañete y departamento de Lima, en ambos márgenes en el cauce principal contando con un total de 43 hitos georreferenciadas y validados en coordenadas UTM WGS 84, de los cuales 21 hitos corresponden a la margen derecha y 22 hitos a la margen izquierda; así mismo para la quebrada aportante 1 cuenta con un total de 19 hitos georreferenciadas y validados en coordenadas UTM WGS 84, de los cuales 10 hitos corresponden a la margen derecha y 09 hitos a la margen izquierda, de acuerdo con las características técnicas detalladas en los cuadros siguientes, como anexos 1 y 2:

Ubicación del tramo de estudio - Quebrada Jacayita (Cauce principal) - Longitud 2.33 km						
Cuerpo de Agua	Sector	Inicio		Final		Longitud (km)
		Este	Norte	Este	Norte	
Quebrada Jacayita	Jacayita	380 087	8 571 362	381 000	8 569 693	2,33
N. ° HITOS		43		Hitos Margen Derecha		Hitos Margen Izquierda
				21		22

Ubicación del tramo de estudio - Quebrada Jacayita (Aportante 1) - Longitud 1.45 km						
Cuerpo de Agua	Sector	Inicio		Final		Longitud (km)
		Este	Norte	Este	Norte	
Aportante 1	Jacayita	380 484	8 570 797	381 720	8 570 474	1,45
N. ° HITOS		19		Hitos Margen Derecha		Hitos Margen Izquierda
				10		09

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD 01	380 096	8 571 365	HD 12	380 453	8 570 571
HD 02	380 114	8 571 332	HD 13	380 444	8 570 539
HD 03	380 144	8 571 215	HD 14	380 504	8 570 383
HD 04	380 143	8 571 139	HD 15	380 503	8 570 144
HD 05	380 122	8 571 059	HD 16	380 551	8 570 086
HD 06	380 130	8 571 035	HD 17	380 692	8 569 978
HD 07	380 194	8 570 980	HD 18	380 765	8 569 872
HD 08	380 262	8 570 904	HD 19	380 797	8 569 845
HD 09	380 472	8 570 814	HD 20	380 839	8 569 848
HD 10	380 508	8 570 764	HD 21	381 006	8 569 709
HD 11	380 503	8 570 609			

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI 01	380 078	8 571 359	HI 12	380 473	8 570 635
HI 02	380 098	8 571 328	HI 13	380 409	8 570 581
HI 03	380 127	8 571 214	HI 14	380 404	8 570 551
HI 04	380 125	8 571 146	HI 15	380 448	8 570 391
HI 05	380 104	8 571 058	HI 16	380 416	8 570 114
HI 06	380 115	8 571 025	HI 17	380 481	8 570 034
HI 07	380 160	8 570 978	HI 18	380 690	8 569 918
HI 08	380 197	8 570 920	HI 19	380 737	8 569 824
HI 09	380 227	8 570 887	HI 20	380 763	8 569 806
HI 10	380 449	8 570 792	HI 21	380 815	8 569 812
HI 11	380 477	8 570 756	HI 22	380 989	8 569 684

FAJA MARGINAL - QUEBRADA 01- MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD-AP-01	380 463	8 570 818	HD-AP-06	381 338	8 570 701
HD-AP-02	380 609	8 570 833	HD-AP-07	381 504	8 570 648
HD-AP-03	380 735	8 570 790	HD-AP-08	381 565	8 570 603
HD-AP-04	380 963	8 570 809	HD-AP-09	381 610	8 570 527
HD-AP-05	381 191	8 570 789	HD-AP-10	381 728	8 570 487

FAJA MARGINAL - QUEBRADA 01- MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI-AP-01	380 508	8 570 764	HI-AP-06	381 481	8 570 602
HI-AP-02	380 697	8 570 712	HI-AP-07	381 542	8 570 568
HI-AP-03	380 923	8 570 753	HI-AP-08	381 577	8 570 508
HI-AP-04	381 128	8 570 718	HI-AP-09	381 716	8 570 463
HI-AP-05	381 320	8 570 645			

ARTÍCULO 2°. - Se anexa el Informe Técnico 003-2025-VOOA de 2025-02-13, emitido por Área Técnica de la Autoridad Administrativa del Agua Cañete Fortaleza, así como la memoria y mapas ubicación de los hitos de fajas debidamente visados como parte integrante del presente acto administrativo.

ARTÍCULO 3°. -Exhortar a la Municipalidad Distrital de Lunahuaná a cumplir con lo establecido en el numeral 120.1 del artículo 120° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, el cual dispone que en los terrenos colindantes con las riberas debe mantenerse una franja marginal libre. Esta franja es indispensable para garantizar la protección del recurso hídrico, el uso primario del agua, el libre tránsito, la actividad pesquera, la habilitación de caminos de vigilancia y otros servicios públicos, según corresponda.

ARTÍCULO 4°. - Notificar la presente Resolución Directoral al Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Gobierno Regional de Lima, Municipalidad Distrital de Lunahuaná, Municipalidad Provincial de Cañete, Organismo de Formalización de la Propiedad Informal – COFOPRI, al Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres – CENEPRED, la Oficina Registral de Lima -SUNARP, Instituto Nacional de Defensa Civil, Superintendencia de Bienes Nacionales, a fin de realizar las acciones pertinentes para su conocimiento en el desarrollo del ámbito y su preservación como dominio público hidráulico de la faja marginal delimitada; y remitir copia a la Administración Local de Agua Mala Omas Cañete, conforme a Ley.

Regístrese y comuníquese,

FIRMADO DIGITALMENTE

ABNER ZAVALA ZAVALA

DIRECTOR (E)

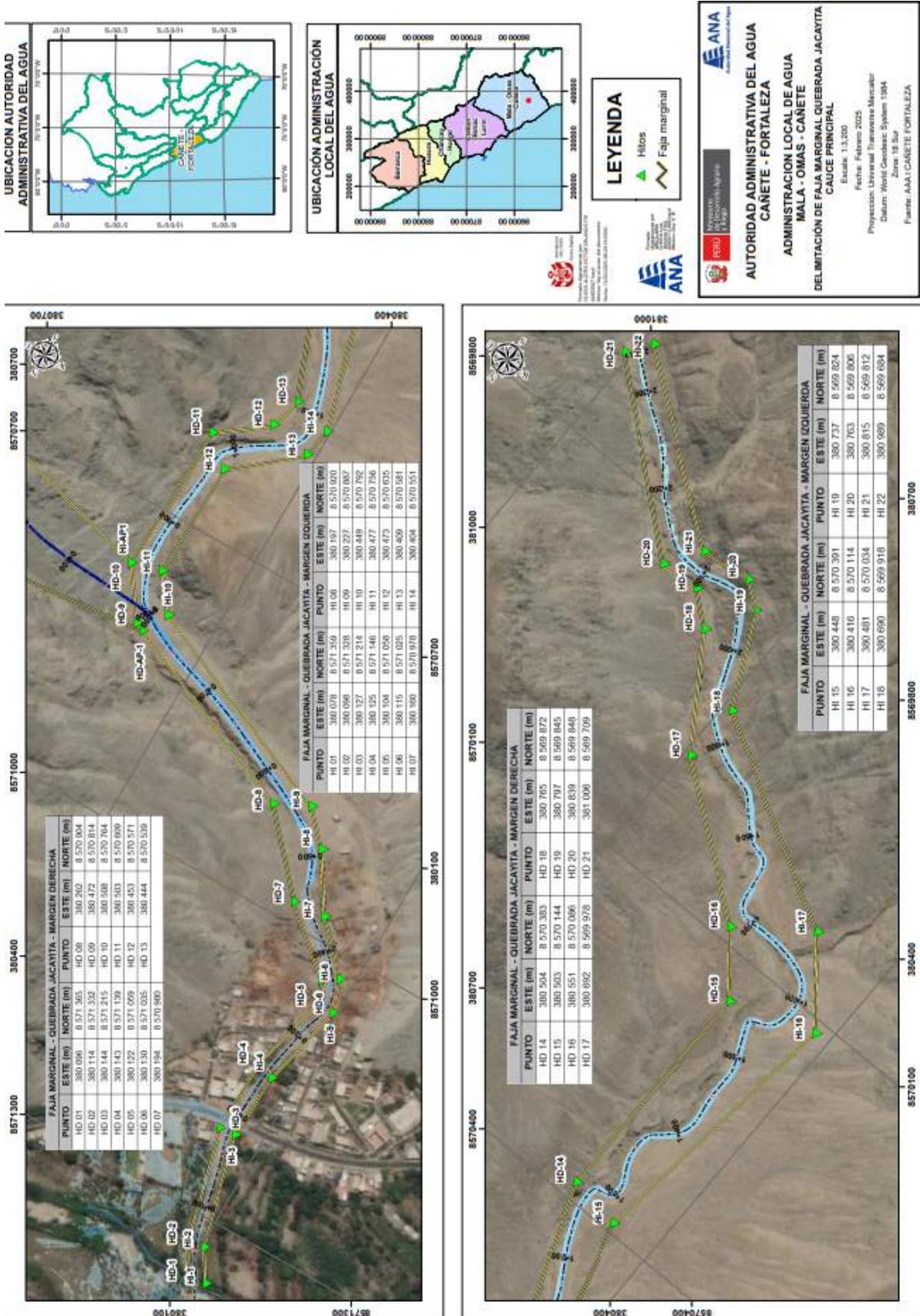
AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA - CAÑETE FORTALEZA

Firmado digitalmente por
PAYANO VERGEL
Christian Jorge
FAU 20520711865
hard
Motivo: V'B
Fecha: 21/04/2025
14:38:59

AZZ/japa/Araceli CL.

Firmado digitalmente por
PÉREZ ANDERSON
Javier Alfredo
FAU 20520711865
hard
Motivo: V'B
Fecha: 21/04/2025
11:25:30

ANEXO 1

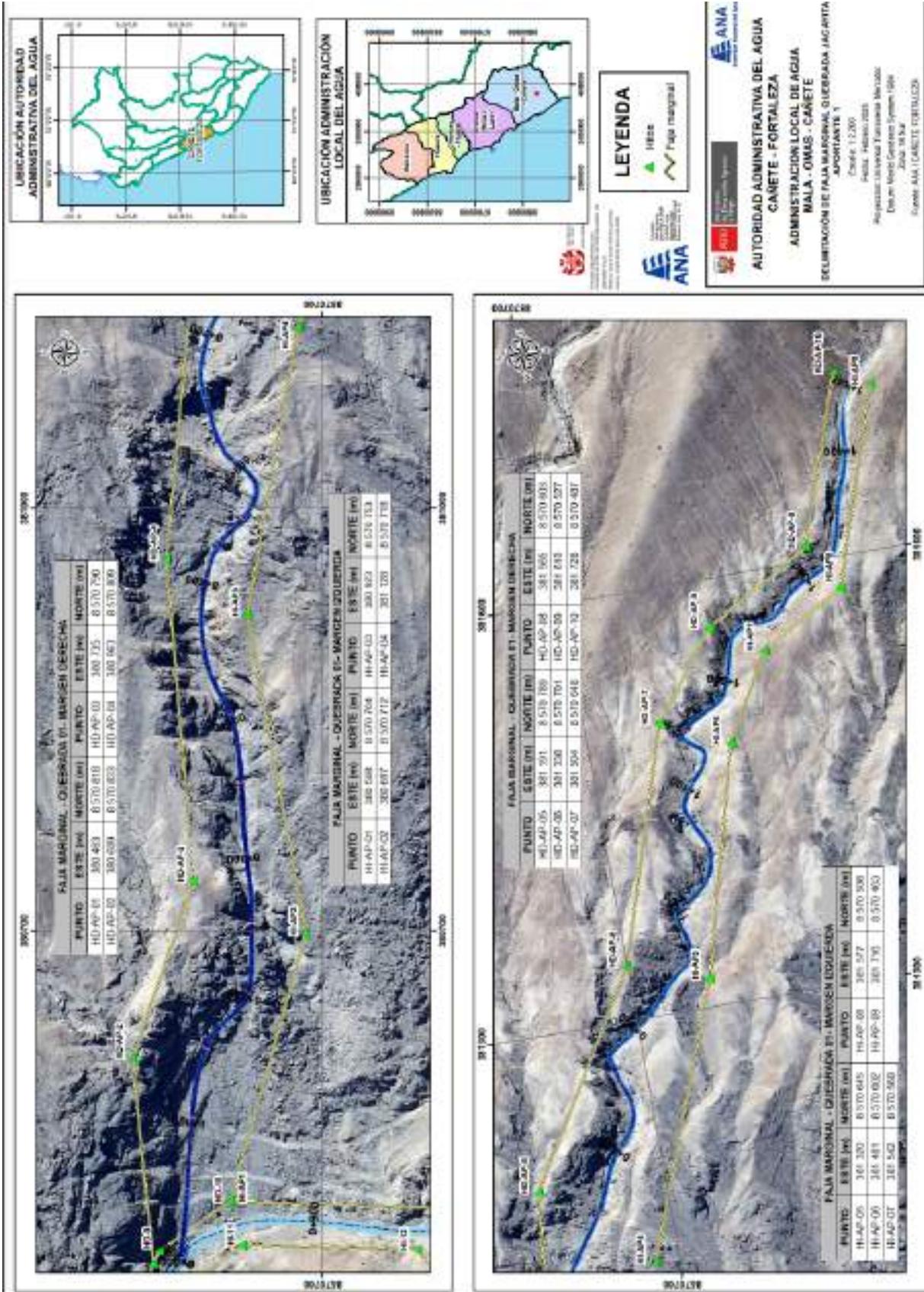


Firmado digitalmente por PAYANO VERGEL Christian Jorge FAU 20520711865 hard
Motivo: V B
Fecha: 21/04/2025 14:38:59

Firmado digitalmente por PEREZ ANDERSON Javier Alfredo FAU 20520711865 hard
Motivo: V B
Fecha: 21/04/2025 11:25:30

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado de ANA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de: <https://sisged.ana.gob.pe/consultas> e ingresando la siguiente clave : 2E6C7899

ANEXO 2



Firmado digitalmente por
PAYANO VERGEL
Christian Jorge
FAU 20520711865
hard
Motivo: V'B
Fecha: 21/04/2025
14:38:59

Firmado digitalmente por
PÉREZ ANDERSON
Javier Alfredo
FAU 20520711865
hard
Motivo: V'B
Fecha: 21/04/2025
11:25:30

INFORME TÉCNICO N° 003-2025-VOOA

A : Abner Zavala Zavala
 : Director Autoridad Administrativa del Agua - Cañete Fortaleza

ASUNTO : Delimitación de la faja marginal de la quebrada Jacayita.

REFERENCIA : a) Estudios básicos para la delimitación de faja marginal de la quebrada Jacayita.
 b) Informe Técnico N° 004-2024-JJPC
 c) Informe Técnico N° 0004-2025-ANA-AAA.CF-ALA.MOC/MJRM

FECHA : Huaral, 13 de febrero 2025

Por medio del presente me dirijo a usted, en relación con el documento de la referencia, sobre la conclusión de los estudios básico para la delimitación de la faja marginal de la quebrada Jacayita, al respecto informo lo siguiente:

I. Antecedentes.

1.1. En el año 2023, la presencia del Ciclón Yaku genero fuertes precipitaciones en la costa del Perú, generando caudales máximos instantáneos que provocaron la activación de la quebrada, produciendo inundaciones en zonas vulnerables, los cuales afectaron zonas poblacionales y agrícolas.

1.2. Mediante referencia a), la Autoridad administrativa del Agua Cañete – Fortaleza, ha determinado la necesidad de desarrollar la «*Delimitación de Faja Marginal de la Quebrada Jacayita*», con la finalidad de contar con un documento técnico que sustenté el espacio que ocupará la faja marginal para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, caminos de vigilancia u otro servicio.

1.3. Mediante la referencia b), la Autoridad Administrativa del Agua Cañete Fortaleza solicita a la Administración Local del Agua (ALA) Mala Omas Cañete (MOC) realice la verificación técnica de campo con participación de los gobiernos locales o regionales, principalmente del área de Defensa Civil, así mismo, para el caso de infraestructura hidráulica considerar la participación del operador hidráulico.

1.4. Mediante la referencia c), la Administración Local del Agua Mala Omas Cañete desarrolló el informe técnico relacionado a la verificación técnica de campo.

II. Análisis.**Respecto al Informe Técnico realizado por Autoridad Administrativa del Agua Cañete Fortaleza****2.1. Ubicación**

La cuenca de la quebrada Jacayita se encuentra ubicada en el departamento de Lima en la provincia Cañete, comprende el distrito de Lunahuaná, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Ubicación política de la cuenca de la quebrada Jacayita

Cuenca	Departamento	Provincia	Distrito
Quebrada Jacayita	Lima	Cañete	Lunahuaná



Firmado digitalmente por:
 OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO
 46853567 hard
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 13/02/2025 08:23:06-0500

2.2. Descripción del tramo de estudio

La quebrada Jacayita es una quebrada con presencia de asentamiento poblacional, en la parte baja de su cauce principal, tiene una salida definida, con una altitud mínima de 567 msnm y máxima de 2 598 msnm, que bordean las partes altas de esta cuenca hidrográfica, teniendo un área total de 9,20 km².

2.3. Factor Sociocultural.

Según el Sistema de Información Geográfica de Arqueología (SIGDA) el área por donde se propone la faja marginal, se encuentra cerca de dos sitios arqueológicos denominados «Jacayita Sector 1 Sitio Arqueológico y Jacayita Sector 2 Sitio Arqueológico», esta información viene siendo necesaria para los fines necesarios y tener en cuenta la parte histórica de la zona.

Figura 1: Vista de zonas arqueológicas



2.4. Topografía



Firmado digitalmente por:
OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO PI
46853567 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2025 08:23:40-0500

De acuerdo con el estudio de topografía del proyecto «Creación del servicio de protección contra inundaciones y movimiento de masas en las quebradas San Jerónimo, Condoray, Jacayita y Picamaran en los distritos de Lunahuaná, Pacarán y Zuñiga de la Provincia de Cañete – Departamento de Lima» se ha identificado la red geodésica del Plan Integral (Red Terciaria) cuyo objetivo es llevar a cabo los levantamientos de detalle de las estas obras, así como futuros replanteos, dichos puntos fueron materializados en el terreno con monumento de concreto de dimensiones de 30 x 30 cm, con varilla de acero, pintados e identificados adecuadamente.

La técnica de medición utilizada para el posicionamiento de los puntos de la red Terciaria es el levantamiento estático de acuerdo a la norma técnica geodésica del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de las especificaciones técnicas para el posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global (GNSS)



Firmado digitalmente por ANCAJIMA
QJEDA Luis Antonio FAU
20520711865
hard
Motivo: Doy V° B°

Figura N° 1. Punto de red terciaria

GSI-07



Tabla N° 1. Coordenadas obtenidas red Terciaria

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION
GSI-07	380 157,970	8 571 194,415	578,495

2.5. Análisis de Máximas Avenidas

De acuerdo con el modelo hidrológico, análisis de lluvias y cálculo de los parámetros de los modelos para la quebrada Jacayita, se procede a la estimación de los caudales máximos o hidrogramas de salida en cada uno de los puntos de interés para periodos de retorno de 100 años. El caudal se dividió entre en el eje principal y el aportante. A continuación, mostramos el modelo hidrológico con caudal líquido en el entorno del HEC-HMS:

Tabla 2: Caudales máximos quebrada Jacayita

Quebrada	Caudales máximos para periodo de retorno de 100 años
Jacayita	1,42 m ³ /s

Figura 2: Esquema del modelo hidrológico – Quebrada Jacayita



2.6. Simulación Hidráulica

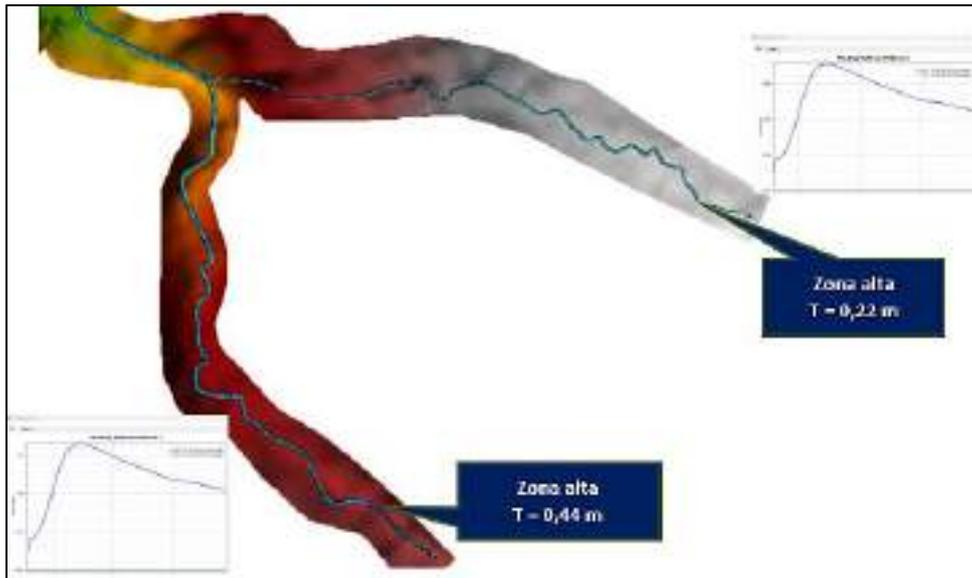
En la parte alta de la Quebrada Jacayita se observa que el caudal de entrada para el eje principal es de 1,65 m³/s, con tirantes de hasta 0,44 m, respecto al caudal del eje aportante para el periodo de retorno de 100 años, se tienen tirantes máximos de hasta 0,22 m, con un caudal de entrada de 0,71 m³/s, así mismo en la zona aluvial se muestra



Firmado digitalmente por:
OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
46853567 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2025 08:24:13-0500

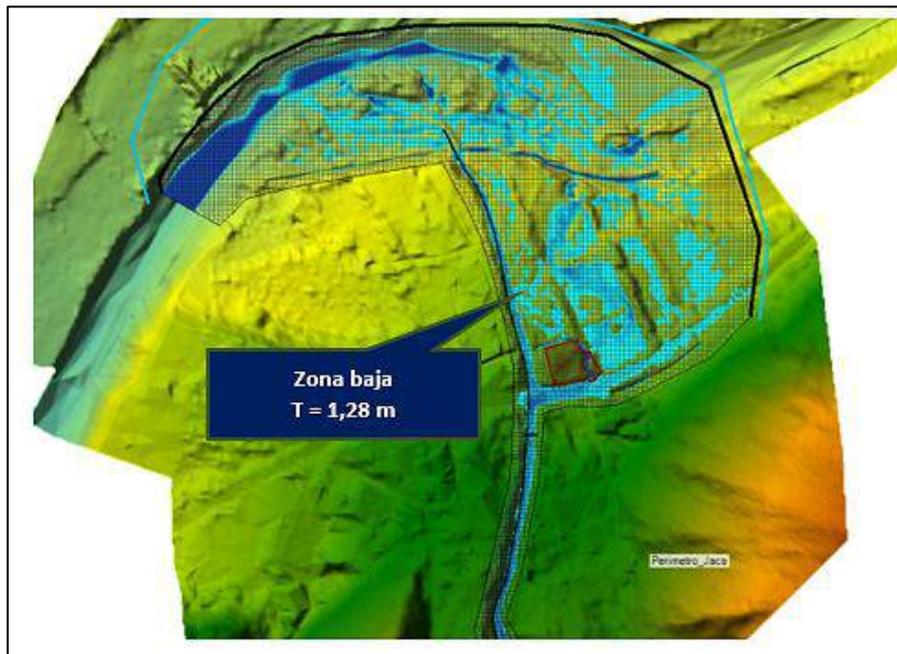
que no tiene un cauce definido que desemboque hasta el río Cañete.

Figura 3: Hidrograma de entrada y salida y tirantes máximos: TR 100 – Parte alta



En la parte baja de la Quebrada Jacayita se observa que el caudal que recorre el cauce principal es de $2,43 \text{ m}^3/\text{s}$, con tirantes de hasta $1,28 \text{ m}$, así mismo en la zona aluvial se muestra que no tiene un cauce definido que desemboque hasta el río Cañete.

Figura 4: Tirantes para el TR 100 – Parte baja



En la zona alta de la Quebrada Jacayita, se muestran velocidades en el eje principal del cauce de hasta $2,21 \text{ m/s}$, respecto a las velocidades en el eje aportante es de $1,87 \text{ m/s}$ debido a las altas pendientes que se originan.

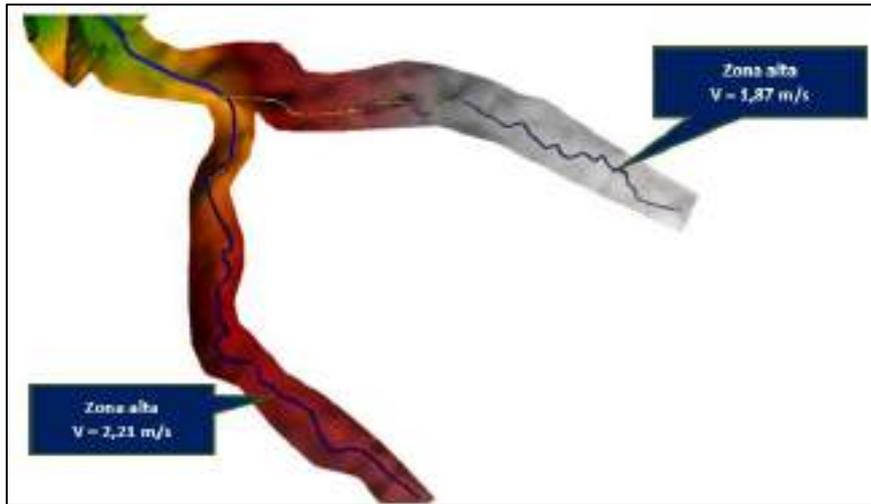


Firmado digitalmente por:
OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
46853567 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2025 08:25:00-0500



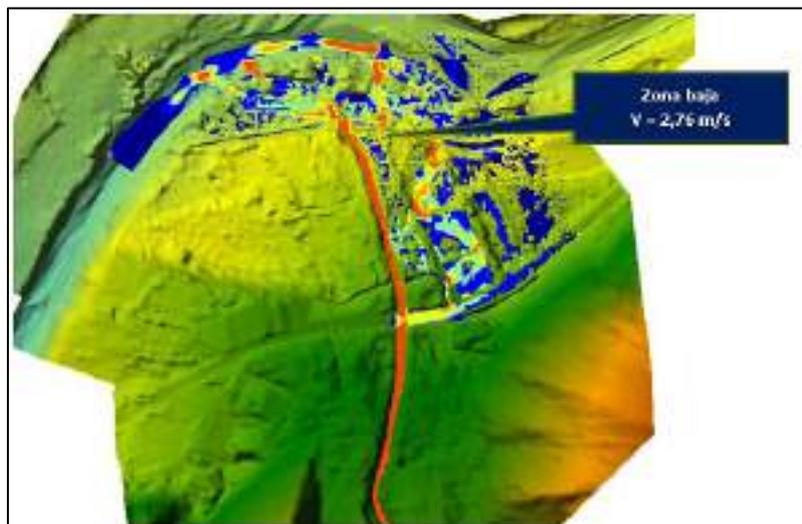
Firmado digitalmente por ANCAJIMA
OJEDA Luis Antonio FAU
20520711865
hard
Motivo: Doy V° B°

Figura 5: Velocidades para el TR 100 – Parte alta



En la zona baja de la Quebrada Jacayita, se muestran velocidades de hasta 2,76 m/s, debido a las altas pendientes que se originan, respecto a la zona baja se muestra ante una posible activación de la quebrada para el periodo de retorno de 100 años.

Figura 6: Velocidades para el TR 100 parte baja



2.7. Índice y nivel de peligrosidad extrema

De la simulación para el escenario del periodo de retorno de 100 años se obtuvo los índices de peligrosidad de Hazard Rating.

Con respecto a las áreas afectadas aguas abajo, el cauce muestra un índice de peligrosidad bajo a significativo. Mientras que la zona inundable muestra un índice de peligrosidad baja. Si bien no es peligroso para la mayoría de personas de la zona se debería considerar como punto crítico ya que no cuenta con defensas ribereñas que pueda proteger en caso de que suceda un evento extremo.



Firmado digitalmente por:
OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
46853567 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2025 08:25:27-0500



Firmado digitalmente por ANCAJIMA
QJEDA Luis Antonio FAU
20520711865
hard
Motivo: Doy V° B°

Figura 7: Índice de peligrosidad aguas debajo de la quebrada Jacayita



Fuente: Elaboración propia

2.8. Alternativa de solución.

La quebrada Jacayita se caracteriza por ser un área sujeta a flujos de lodo, de detritos y erosión fluvial, pudiendo afectar puentes y viviendas en los poblados, por tanto, se detalla algunas alternativas de solución que a continuación se dará a conocer:

El estudio denominado «Complementación de identificación de poblaciones vulnerables por activación de quebradas 2016 – 2017» realizado por la Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

(https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/ANA/Complementacion%20de%20Identificacion%20de%20poblaciones%20vulnerables%20por%20activacion%20de%20quebradas%202016-2017_Nacional.pdf), ha realizado una tipificación de estructuras según su ubicación y características fisiográficas en el departamento de Lima

Tabla N°2. Tipificación de estructuras en el departamento Lima

N°	Tipo de estructuras	Denominación	Condiciones para implementación
1	Dique longitudinal de enrocado	Tipo Ia	Taludes inestables, pendiente baja (0-15%) y media (15-30%), material rocoso.
2	Dique longitudinal de gaviones	Tipo Ib	Taludes inestables, pendiente baja (0-15%) y media (15-30%), material de bolonería (12 a 15 Pulg.).
3	Dique longitudinal de mampostería	Tipo Ic	Taludes inestables, pendiente baja (0-15%) y media (15-30%), material rocoso.
4	Dique longitudinal de concreto	Tipo Id	Taludes inestables, pendiente baja (0-15%) y media (15-30%).
5	Dique transversal de gaviones	Tipo IIb	Taludes inestables, pendiente baja (0-15%) y media (15-30%), material de bolonería (12 a 15 Pulg.).
6	Dique transversal con rollizos	Tipo IIc	Taludes inestables, pendiente baja (0-15%) y media (15-30%), material de rocas medianas y presencia de rollizos (maderas de diámetro > 4 pulg.).
7	Dique transversal de mampostería	Tipo II d	Taludes inestables, pendiente media (15-30%) y alta (>30%), material rocoso.



Firmado digitalmente por:
OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
46853567 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2025 08:25:58-0500

N°	Tipo de estructuras	Denominación	Condicioanes para implementación
8	Barreras dinámicas	Tipo IIIa	Alta densidad poblacional, pendiente alta (>30%), material de arrastre (detritos), precipitación intensa y de corta duración (30 mm/h).

El estudio denominado «Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Región Lima» realizado por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) menciona que, como recomendación, no se debe permitir la construcción de viviendas cerca al cauce de las quebradas, así mismo, se debe construir defensas ribereñas para proteger los puentes, canalizar las quebradas, limpiar el cauce.

Respecto a la verificación técnica de campo

2.9. Mediante Memorando N° 3744-2024-ANA-AAA.CF de fecha 2024.11.04, se solicita a la Administración Local del Agua (ALA) Mala Omas Cañete que realice la verificación técnica de campo. Mediante Notificación N°0333-2024-ANA-AAA.CF-ALA.MOC la ALA Mala Omas Cañete notifica a la Municipalidad Distrital de Lunahuaná, a fin de que opinen sobre la delimitación de faja marginal en la quebrada Jacayita, realizado el día 2024.12.02 a las 10:30 am.

Mediante Informe Técnico N°0004-2025-ANA-AAA.CF-ALA.MOC/MJRM, la ALA Mala Omas Cañete realizó el informe respecto a la verificación técnica de campo en la que se constata lo siguiente:

- Se hizo la verificación de campo con participación con el representante de la municipalidad distrital de Lunahuaná el Sr. Núñez Sarmiento.
- En el inicio de la faja marginal, ubicado en las coordenadas UTM WGS 84: 380 102 m E; 8 571 335 m N, se verificó que la quebrada se encuentra limpia, sin maleza, ni árboles.
- Cerca a los hitos 4 y 5 se observan construcciones de vivienda de material noble y rústico.
- Los hitos 6, 7, 8, 9 y 10 no se evidenció ningún tipo de problema en su ubicación.
- El representante de la municipalidad distrital de Lunahuaná manifiesta que la quebrada mencionada pertenece geográfica al distrito de Pacarán, sin embargo, al observar en la imagen satelital de Google Earth, y superponer la información de distritos descargados en el GEOIDEP (https://www.idep.gob.pe/geoportal/services/DATOS_GEOESPACIALES/LIMITES/MapServer/WMSServer) respecto a la quebrada Jacayita, se muestra que la quebrada en mención se encuentra dentro del distrito de Lunahuaná y no en el distrito de Pacarán (Figura 2)

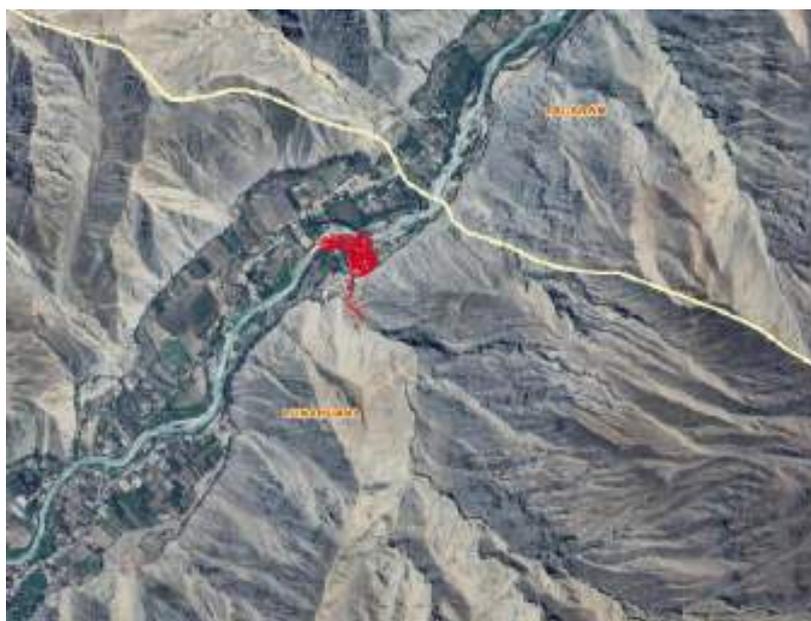


Firmado digitalmente por:
OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
46853567 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2025 08:26:28-0500



Firmado digitalmente por ANCAJIMA QJEDA Luis Antonio FAU 20520711865 hard
Motivo: Doy V° B°

Figura N° 2. Ubicación distrital de la quebrada Jacayita



Fuente: Elaboración propia

El informe concluye que la propuesta de delimitación de faja marginal en la quebrada Jacayita guarda relación con el cauce que se encuentra actualmente en campo; indicando que no se observó ningún inconveniente en la posible ubicación en campo.

Respecto a la delimitación de faja marginal

2.10. Tal como indica el Informe Técnico N° 0004-2025-ANA-AAA.CF-ALA.MOC/MJRM realizada por la ALA Mala Omas Cañete, no se observó ningún inconveniente en la posible ubicación en campo, por lo tanto, los hitos finales se detallan en la siguiente tabla:



Firmado digitalmente por:
OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
46853567 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2025 08:26:53-0500

Tabla 3: Propuesta de Hitos de la faja marginal – Quebrada principal Jacayita

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD 01	380 096	8 571 365	HD 12	380 453	8 570 571
HD 02	380 114	8 571 332	HD 13	380 444	8 570 539
HD 03	380 144	8 571 215	HD 14	380 504	8 570 383
HD 04	380 143	8 571 139	HD 15	380 503	8 570 144
HD 05	380 122	8 571 059	HD 16	380 551	8 570 086
HD 06	380 130	8 571 035	HD 17	380 692	8 569 978
HD 07	380 194	8 570 980	HD 18	380 765	8 569 872
HD 08	380 262	8 570 904	HD 19	380 797	8 569 845
HD 09	380 472	8 570 814	HD 20	380 839	8 569 848
HD 10	380 508	8 570 764	HD 21	381 006	8 569 709
HD 11	380 503	8 570 609			

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI 01	380 078	8 571 359	HI 12	380 473	8 570 635
HI 02	380 098	8 571 328	HI 13	380 409	8 570 581
HI 03	380 127	8 571 214	HI 14	380 404	8 570 551
HI 04	380 125	8 571 146	HI 15	380 448	8 570 391



Firmado digitalmente por ANCAJIMA QJEDA Luis Antonio FAU 20520711865 hard Motivo: Doy V° B°

HI 05	380 104	8 571 058	HI 16	380 416	8 570 114
HI 06	380 115	8 571 025	HI 17	380 481	8 570 034
HI 07	380 160	8 570 978	HI 18	380 690	8 569 918
HI 08	380 197	8 570 920	HI 19	380 737	8 569 824
HI 09	380 227	8 570 887	HI 20	380 763	8 569 806
HI 10	380 449	8 570 792	HI 21	380 815	8 569 812
HI 11	380 477	8 570 756	HI 22	380 989	8 569 684

Tabla 4: Propuesta de Hitos de la faja marginal – Aportante 01

FAJA MARGINAL - QUEBRADA 01- MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD-AP-01	380 463	8 570 818	HD-AP-06	381 338	8 570 701
HD-AP-02	380 609	8 570 833	HD-AP-07	381 504	8 570 648
HD-AP-03	380 735	8 570 790	HD-AP-08	381 565	8 570 603
HD-AP-04	380 963	8 570 809	HD-AP-09	381 610	8 570 527
HD-AP-05	381 191	8 570 789	HD-AP-10	381 728	8 570 487

FAJA MARGINAL - QUEBRADA 01- MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI-AP-01	380 508	8 570 764	HI-AP-06	381 481	8 570 602
HI-AP-02	380 697	8 570 712	HI-AP-07	381 542	8 570 568
HI-AP-03	380 923	8 570 753	HI-AP-08	381 577	8 570 508
HI-AP-04	381 128	8 570 718	HI-AP-09	381 716	8 570 463
HI-AP-05	381 320	8 570 645			

III. Conclusiones

Del análisis, se concluye que:

3.1. Se ha identificado un punto de la red geodésica del Plan Integral (Red Terciaria) cuyo objetivo es llevar a cabo los levantamientos de detalle de las estas obras, así como futuros replanteos, dichos puntos fueron materializados en el terreno con monumento de concreto de dimensiones de 30 x 30 cm, con varilla de acero, pintados e identificados adecuadamente.



Firmado digitalmente por:
OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
46853567 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2025 08:27:20-0500

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION
GSI-07	380 157,970	8 571 194,415	578,495

3.2. Bajo las disposiciones establecidas en la normativa vigente en materia de delimitación de fajas marginales y efectuado el estudio hidrológico de máximas avenidas se recomienda considerar los caudales determinados para un periodo de retorno de 100 años, porque existen viviendas y/o poblaciones asentadas próximas y en los mismos cauces de las quebradas en estudio

Quebrada	Caudales máximos para periodo de retorno de 100 años
Jacayita	1,42 m³/s

3.3. Se ha realizado numéricamente el paso del flujo de lodo y detritos en la quebrada Jacayita utilizando el módulo de flujos hiperconcentrados con la fórmula de O'Brien teniendo en cuenta los parámetros reológicos recomendados en el manual de flujo de detritos de HEC-RAS

Periodo de Retorno	Zona		Caudal (m3/s)		Velocidades (m/s)	Tirante (m)
			Entrada	Salida		
TR 100	Cauce Principal	Alta	1,66	1,65	2,21	0,44
		Baja	2,69	2,70	2,76	1,28
	Aportante 01		0,71	0,71	1,87	0,22

3.4. De acuerdo con el informe realizado por la ALA Mala Omas Cañete para la verificación



Firmado digitalmente por ANCAJIMA QJEDA Luis Antonio FAU 20520711865 hard Motivo: Doy V° B°

técnica de campo y en coordinación con la Municipalidad Distrital de Lunahuaná, concluye que la propuesta de delimitación de faja marginal en la quebrada Jacayita guarda relación con el cauce que se encuentra actualmente en campo; indicando que no se observó ningún inconveniente en la posible ubicación en campo (Informe Técnico N°0004-2025-ANA-AAA.CF-ALA.MOC/MJRM)

- 3.5.** Establecer la delimitación de la faja marginal en ambas márgenes en el cauce principal contando con un total de 43 hitos georreferenciados y validados en coordenadas UTM WGS 84, de los cuales 21 hitos corresponden a la margen derecha y 22 hitos a la margen izquierda; así mismo para la quebrada aportante 1 cuenta con un total de 19 hitos georreferenciados y validados en coordenadas UTM WGS 84, de los cuales 10 hitos corresponden a la margen derecha y 09 hitos a la margen izquierda.

Ubicación del tramo de estudio - Quebrada Jacayita (Cauce principal) - Longitud 2.33 km						
Cuerpo de Agua	Sector	Inicio		Final		Longitud (km)
		Este	Norte	Este	Norte	
Quebrada Jacayita	Jacayita	380 087	8 571 362	381 000	8 569 693	2,33
N° HITOS		43	Hitos Margen Derecha		Hitos Margen Izquierda	
			21		22	

Ubicación del tramo de estudio - Quebrada Jacayita (Aportante 1) - Longitud 1.45 km						
Cuerpo de Agua	Sector	Inicio		Final		Longitud (km)
		Este	Norte	Este	Norte	
Aportante 1	Jacayita	380 484	8 570 797	381 720	8 570 474	1,45
N° HITOS		19	Hitos Margen Derecha		Hitos Margen Izquierda	
			10		09	



Firmado digitalmente por:
OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
46853567 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2025 08:27:47-0500

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD 01	380 096	8 571 365	HD 12	380 453	8 570 571
HD 02	380 114	8 571 332	HD 13	380 444	8 570 539
HD 03	380 144	8 571 215	HD 14	380 504	8 570 383
HD 04	380 143	8 571 139	HD 15	380 503	8 570 144
HD 05	380 122	8 571 059	HD 16	380 551	8 570 086
HD 06	380 130	8 571 035	HD 17	380 692	8 569 978
HD 07	380 194	8 570 980	HD 18	380 765	8 569 872
HD 08	380 262	8 570 904	HD 19	380 797	8 569 845
HD 09	380 472	8 570 814	HD 20	380 839	8 569 848
HD 10	380 508	8 570 764	HD 21	381 006	8 569 709
HD 11	380 503	8 570 609			

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI 01	380 078	8 571 359	HI 12	380 473	8 570 635
HI 02	380 098	8 571 328	HI 13	380 409	8 570 581
HI 03	380 127	8 571 214	HI 14	380 404	8 570 551
HI 04	380 125	8 571 146	HI 15	380 448	8 570 391
HI 05	380 104	8 571 058	HI 16	380 416	8 570 114
HI 06	380 115	8 571 025	HI 17	380 481	8 570 034
HI 07	380 160	8 570 978	HI 18	380 690	8 569 918
HI 08	380 197	8 570 920	HI 19	380 737	8 569 824
HI 09	380 227	8 570 887	HI 20	380 763	8 569 806
HI 10	380 449	8 570 792	HI 21	380 815	8 569 812
HI 11	380 477	8 570 756	HI 22	380 989	8 569 684



Firmado digitalmente por ANCAJIMA QJEDA Luis Antonio FAU 20520711865 hard Motivo: Doy V° B°

FAJA MARGINAL - QUEBRADA 01- MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD-AP-01	380 463	8 570 818	HD-AP-06	381 338	8 570 701
HD-AP-02	380 609	8 570 833	HD-AP-07	381 504	8 570 648
HD-AP-03	380 735	8 570 790	HD-AP-08	381 565	8 570 603
HD-AP-04	380 963	8 570 809	HD-AP-09	381 610	8 570 527
HD-AP-05	381 191	8 570 789	HD-AP-10	381 728	8 570 487

FAJA MARGINAL - QUEBRADA 01- MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI-AP-01	380 508	8 570 764	HI-AP-06	381 481	8 570 602
HI-AP-02	380 697	8 570 712	HI-AP-07	381 542	8 570 568
HI-AP-03	380 923	8 570 753	HI-AP-08	381 577	8 570 508
HI-AP-04	381 128	8 570 718	HI-AP-09	381 716	8 570 463
HI-AP-05	381 320	8 570 645			

IV. RECOMENDACIÓN

- 4.1. Realizar actividades de mantenimiento del cauce, antes y después de la ocurrencia de eventos por inundación generados por la presencia del fenómeno El Niño.
- 4.2. Se debe realizar planes a mediano y largo plazo para el ordenamiento territorial, que conlleva a desarrollar actividades de reubicación de la población ubicada en zonas de riesgo, dado que los proyectos estructurales tienen un tiempo de vida útil determinado.
- 4.3. El gobierno local debe tomar en consideración las recomendaciones y/o alternativas mostradas en el presente informe con el objetivo de defender las unidades productoras como los centros poblados, así mismo la posible afectación de áreas agrícolas aledañas, carreteras, etc.
- 4.4. La delimitación de faja marginal de la quebrada Jacayita fue realizado tomando los estudios de topografía (considerando las condiciones actuales de la zona), hidrología y modelación hidráulica para el periodo de retorno de 100 años, sin embargo, si se plantea la modificación de los hitos, las condiciones de la zona en estudio deben mejorarse, mostrándose obras de protección y/o canalización que permita que las condiciones sean favorables y siendo demostrado técnicamente con la metodología realizada en el presente estudio.
- 4.5. Comunicar al Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Municipalidad Distrital de Lunahuaná, Municipalidad Provincial de Cañete, Gobierno Regional de Lima, Organismos de Formalización de la Propiedad Informal – COFOPRI, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres – CENEPRED, Superintendencia Nacional de los Registros Públicos - SUNARP, Instituto Nacional de Defensa Civil, Superintendencia de Bienes Nacionales, a fin de realizar las acciones pertinentes para su conocimiento en el desarrollo del ámbito y su preservación como dominio público hidráulico de la faja marginal delimitada, y remitir copia a la Administración Local de Agua Mala Omas Cañete, conforme a Ley.
- 4.6. Derivar a área legal para continuar con el trámite correspondiente.

Es cuanto tengo que informar.

Atentamente;



Firmado digitalmente por:
OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
46853567 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2025 08:28:15-0500

VICTOR ORLANDO OLIVOS ALVITES

Profesional
CIP N° 246087



Firmado digitalmente por ANCAJIMA QJEDA Luis Antonio FAU 20520711865 hard Motivo: Doy V° B°



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

«Delimitación de faja marginal de la quebrada Jacayita tributario del río Cañete - margen izquierda»



METODOLOGÍA : Modelamiento Hidráulico

UBICACIÓN : Distrito : Lunahuaná
Provincia : Cañete
Región : Lima

Página 1 | 45



Firmado digitalmente por:
OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
46853567 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2025 08:34:09-0500



Firmado
digitalmente por
ANCA JIMA QJEDA
Luis Antonio FAU
20520711865 hrgd
Motivo: Day V B

CONTENIDO

1. GENERALIDADES	5
1.1. Introducción	5
1.2. Antecedentes	5
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivo específico	6
1.4. Metas	6
2. ANÁLISIS	6
2.1. Ubicación: Política, Geográfica e hidrográfica	6
2.1.1. Ubicación Hidrográfica	7
2.2. Descripción del tramo de estudio	7
2.3. Factor Sociocultural	7
2.4. Hidrología	8
2.4.1. Parámetros geomorfológicos	8
2.4.2. Precipitación máxima 24 horas	8
2.4.3. Modelos de distribución para análisis Estadísticos	10
2.4.4. Curva Intensidad Duración Frecuencia	14
2.4.5. Caudales máximos	16
2.4.6. Selección y sustento de periodo de retorno y caudal de diseño	18
2.5. Topografía	18
2.5.1. Poligonal GPS amarrado a la Red Geodésica Nacional	18
2.5.2. Modelo Digital de Terreno	19
2.5.3. Eje del cauce	20
2.5.4. Pendiente del cauce	21
1.1.1. Zonas críticas	21
2.6. Simulación Hidráulica 2D	23
2.6.1. Descripción del modelo	23
2.6.2. Configuración del modelo	23
2.6.3. Coeficiente de rugosidad	24
2.6.4. Condiciones de frontera (Aguas arriba y abajo)	25
2.6.5. Módulo Reológico	27
2.6.6. Resultados Generales	33
2.6.7. Índice y nivel de peligrosidad extrema	35
2.6.8. Alternativas de solución	37
3. DELIMITACIÓN DE LA FAJA MARGINAL	38
3.1. Dimensionamiento de la faja marginal	38
3.2. Verificación técnica de campo	39
3.3. Límites de la faja marginal de la quebrada Jacayita	41
4. CONCLUSIONES. Y RECOMENDACIONES	42
4.1. Conclusiones	42
4.2. Recomendaciones	44

TABLA

Tabla N° 1. Ubicación política de la cuenca de la quebrada Jacayita.....	6
Tabla N°2. Codificación Pfafstetter en la que se encuentra la quebrada Jacayita	7
Tabla N°3. Parámetros principales en las subunidades – Cuenca quebrada Jacayita	8
Tabla N°4. Precipitación máxima de 24 horas de la cuenca del río Cañete (SENAMHI- ANA)	9
Tabla N° 5. Precipitación máxima de 24 hr para diferentes periodos de retorno	13
Tabla N° 6. Caudales máximos S129 (quebrada Jacayita)	17
Tabla N° 7. Caudales máximos recomendados para delimitación de fajas marginales.....	18
Tabla N° 8. Coordenadas obtenidas red Terciaria	19
Tabla N° 9. Eje y longitudes.	20
Tabla N° 10. Pendiente cauce principal.	21
Tabla N° 11. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo del SIOSE y CLC2000	24
Tabla N° 12. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning para colchones Reno, Gaviones y Geomantas	25
Tabla N° 13. Clasificación de flujos hiperconcentrados.	29
Tabla N° 14. Concentración Volumétrica - Quebrada Jacayita	31
Tabla N° 15. Asignación del coeficiente del flujo de escombros	36
Tabla N° 16. Valor de HR con la descripción correspondiente y el tipo de peligrosidad.....	36
Tabla N°17. Tipificación de estructuras en el departamento Lima	38
Tabla N°18. Ancho mínimo de la faja marginal en cuerpo de agua.....	39
Tabla N°19. Hitos de la faja marginal – Quebrada principal Jacayita.....	41
Tabla N°20. Propuesta de Hitos de la faja marginal – Aportante 01	41

FIGURAS

Figura N° 1. Vista de zonas arqueológicas	7
Figura N° 2. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación Carania	10
Figura N° 3. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación Pacarán	11
Figura N° 4. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación San Pedro de Pilas.....	11
Figura N° 5. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación Vilcas 12	
Figura N° 6. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación Yauricocha	12
Figura N° 7. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación Yauyos	13
Figura N° 8. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación Huangascar.....	13
Figura N° 9. Regiones de precipitaciones máxima	14
Figura N° 10. Mapa de regiones de precipitación máxima – duraciones de tormenta	15
Figura N° 11. Regionalización de precipitación máxima de la cuenca del rio Cañete	15
Figura N° 12. Esquema del modelo hidrológico de la cuenca del Rio Cañete	17
Figura N° 13. Punto de red terciaria	19
Figura N° 14. Modelo Digital de Elevación de la quebrada Jacayita	20
Figura N° 15. Modelo Digital de Elevación de la quebrada Jacayita	20
Figura N° 16. Pendiente cauce principal – quebrada Jacayita	21
Figura N° 17. Zona vulnerable – Quebrada Jacayita	22
Figura N° 18. Zona vulnerable – Quebrada Jacayita	23
Figura N° 19. Tamaño de malla Quebrada Jacayita: HEC RAS 6.3.1	23
Figura N° 20. Tamaño de malla refinada.....	24
Figura N° 21. Rugosidades en el modelo hidráulico	25
Figura N° 22. Condiciones de frontera	26
Figura N° 23. Ingreso del flujo no permanente.....	26
Figura N° 24. Hidrogramas de entrada ingresados en el software HEC-RAS – TR 100 años	27
Figura N° 25. Parámetros definidos por el usuario de la ecuación cuadrática de O'Brien y su ubicación en la interfaz no newtoniana.	28
Figura N° 26. Concentración volumétrica de sólidos definida por el usuario.	29
Figura N° 27. Flujo de la quebrada Condoray	30
Figura N° 28. Opción de volumen: De fluido a granel.....	31
Figura N° 29. Definición del esfuerzo cortante.....	32
Figura N° 30. Definición del esfuerzo cortante.....	32
Figura N° 31. Definición del tamaño de partícula representativo.....	33
Figura N° 32. Tirantes máximos para el TR 100 años	33
Figura N° 33. Tirantes máximos para el TR 100 parte baja.....	34
Figura N° 34. Velocidades Máximas para el TR 100	34
Figura N° 35. Velocidades Máximas para el TR 100 parte baja	35
Figura N° 36. Descripción del proceso de cálculo de heridos y muertos según la DEFRA ..	35
Figura N° 37. Índice de peligrosidad aguas debajo de la quebrada Jacayita.....	37
Figura N° 38. Ubicación distrital de la quebrada Jacayita.....	40

1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

La informalidad presentada en la ocupación de los espacios en márgenes del cauce de ríos y cuencas (activas) por diferentes motivos es una preocupación latente para las autoridades, ya que generan barreras artificiales sin ningún criterio técnico que no permite el continuo desarrollo de los cauces naturales hasta lograr su equilibrio por lo contrario son las causas de la exposición del alto riesgo. Siendo hidráulicamente cauces denominados «Cuencas secas» las que también generaron grandes inundaciones por desborde. Esta situación ocasiona pérdidas materiales e incluso humanas.

De acuerdo con lo establecido por el artículo N°74 de la Ley de Recursos Hídricos, en los terrenos aledaños a los cauces naturales o artificiales, se mantiene una faja marginal de terreno necesario para la protección, el uso primario de agua, el libre tránsito, la pesca, camino de vigilancia u otros servicios.

Artículo N°112 del reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, determina que las fajas marginales son bienes de dominio público hidráulico, están conformados por las áreas inmediatas superiores a las riberas de las fuentes de agua, naturales o artificiales, las dimensiones en una o ambas márgenes de un cuerpo de agua son fijados por la Autoridad Administrativa de Agua; de acuerdo con los criterios establecidos por el reglamento, respetando los usos y costumbres.

Artículo N°114 del reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, se determinan los criterios para la delimitación de las riberas y faja marginal respectivamente, b) Espacio necesario para la construcción, conservación y protección de las defensas ribereñas de los cauces y c) El espacio necesario para los usos públicos que se requieran.

1.2. Antecedentes

Ley de Recursos Hídricos N°29338 y su reglamento, establece que el estado dentro de la gestión prospectiva de riesgos delega a la Autoridad Nacional del Agua (ANA), fomentar programas integrales de control de avenidas, desastres naturales o artificiales y prevención de daños por inundaciones o por otros impactos de agua y sus bienes asociados, promoviendo la coordinación de acciones estructurales, institucionales y operativas necesarias.

Mediante Resolución Jefatural N°332-2016-ANA, de fecha 28 de diciembre del 2016, La Autoridad Nacional del Agua, aprueba el reglamento de la delimitación y mantenimiento de fajas marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua naturales y artificiales.

Decreto legislativo N°1354, modifica la ley N°30556, «Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del gobierno nacional frente a desastres y que dispone la creación de la autoridad para la reconstrucción con cambios» donde se incorpora el enfoque de desarrollo urbano sostenible y saludable,

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

donde se considera el uso del criterio de la gestión de riesgos frente al cambio climático.

En el año 2023, la presencia del Ciclón Yaku generó fuertes precipitaciones en la costa del Perú, generando caudales máximos instantáneos que provocaron la activación de la quebrada, produciendo inundaciones en zonas vulnerables, los cuales afectaron zonas poblacionales y agrícolas.

Por ello, a través de la Autoridad Administrativa del Agua Cañete – Fortaleza en coordinación con la Autoridad Nacional de Infraestructura, se ha previsto realizar un estudio denominado «Delimitación de faja marginal de la quebrada Jacayita tributario del río Cañete – margen izquierda» en una longitud de 3,78 Km, con la finalidad de contar con un documento técnico que sustenté el espacio que ocupará la faja marginal para la protección, el uso primario del agua, el libre tránsito, caminos de vigilancia u otro servicio.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Delimitación de la faja marginal de la quebrada Jacayita tributario del río Cañete – margen izquierda.

1.3.2. Objetivo específico.

- Determinar el eje de cauce, desde la parte alta hasta la desembocadura.
- Evaluar y emitir informe técnico respecto a la delimitación de la faja marginal de la quebrada Jacayita realizada mediante el modelamiento hidráulico.
- Evaluar las características hidrológicas de la quebrada Jacayita.

1.4. Metas

Se establece las coordenadas UTM WGS 84, que conformarán los hitos de la poligonal que define la faja marginal determinada para el estudio, en su cauce principal y aportantes.

2. ANÁLISIS

2.1. Ubicación: Política, Geográfica e hidrográfica.

La cuenca de la quebrada Jacayita se encuentra ubicada en el departamento de Lima, en la provincia de Cañete, comprende el distrito de Lunahuaná, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla N° 1. Ubicación política de la cuenca de la quebrada Jacayita

Cuenca	Departamento	Provincia	Distrito
Quebrada Jacayita	Lima	Cañete	Lunahuaná

Fuente: Elaboración propia

2.1.1. Ubicación Hidrográfica.

La quebrada Jacayita se encuentra dentro de la cuenca Cañete; identificado con código Pfafstetter (nivel 5): UH 13754 (Tabla 2). La cuenca Cañete se encuentra en la vertiente del Pacífico y limita por el Norte con la Unidad Hidrográfica Mantaro, por el Este con la Unidad Hidrográfica Mantaro y San Juan, por el Sur con la Unidad Hidrográfica Topará y por el oeste con la Unidad Hidrográfica Omas y Mala.

Tabla N°2. Codificación Pfafstetter en la que se encuentra la quebrada Jacayita

Unidad Hidrográfica Lurín		
Área		1 633.81 km ²
Nivel	Codificación	Nombre
1	1	Región Hidrográfica del Pacífico
2	13	Unidad Hidrográfica 13
3	137	Unidad Hidrográfica 137
4	1375	Unidad Hidrográfica 1375
4	13754	Cañete

Fuente: Elaboración propia

2.2. Descripción del tramo de estudio

La quebrada Jacayita es una quebrada con presencia de asentamiento poblacional, en la parte baja de su cauce principal, tiene una salida definida, con una altitud mínima de 567 msnm y máxima de 2 598 msnm, que bordean las partes altas de esta cuenca hidrográfica, poseyendo un área total de 9,20 km².

2.3. Factor Sociocultural.

Según el Sistema de Información Geográfica de Arqueología (SIGDA) el área por donde se propone la faja marginal, se encuentra cerca de dos sitios arqueológicos denominados Jacayita Sector 1 Sitio Arqueológico y Jacayita Sector 2 Sitio Arqueológico, esta información viene siendo necesaria para los fines necesarios y tener en cuenta la parte histórica de la zona.

Figura N° 1. Vista de zonas arqueológicas



Fuente: SIGDA

2.4. Hidrología

A continuación, se describe brevemente el estudio hidrológico desarrollado por la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios para la cuenca del río Cañete para el paquete 5: «Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete». Posteriormente, se selecciona el caudal de máxima avenida correspondiente, según los lineamientos del «Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos de Agua Naturales y Artificiales» vigente.

2.4.1. Parámetros geomorfológicos.

Se ha determinado las características morfométricas de la quebrada Jacayita mostrada en la siguiente tabla.

Tabla N°3. Parámetros principales en las subunidades – Cuenca quebrada Jacayita

N°	Quebrada	Parámetros de forma de la cuenca					
		Área (km ²)	Perímetro (km)	Long. corriente máxima (km)	Long. corriente máxima desde el centroide (km)	Coficiente de compacidad	Factor de Forma
1	Jacayita	9,20	17,1	5,90	3,04	1,59	0,26

N°	Quebrada	Parámetros de relieve de la cuenca						
		Elevación máxima de la cuenca (msnm)	Elevación media de la cuenca (msnm)	Elevación mínima de la cuenca (msnm)	Pendiente corriente máxima (m/m)	Pendiente media de la subcuenca (m/m)	Elevación mínima Long Corriente (msnm)	Elevación máxima Long Corriente (msnm)
1	Jacayita	2598	1582,5	567	0,183	0,61	567	1647

N°	Quebrada	Parámetros de la red hidrográfica de la cuenca										
		Kirpich (hr)	Kerby (hr)	Kerby - Kirpich (Hr)	California Culverts Practice (hr)	Ven te Chow (hr)	Temez (Hr)	Tournon (Hr)	Passini (Hr)	Rango Tc (hr)	Tc (hr)	Tc (minutos)
1	Jacayita			1,47			1,60	1,36		[1,36 – 1,6]	1,48	88,55

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2. Precipitación máxima 24 horas

Las estaciones meteorológicas se encuentran ubicadas en el ámbito de la cuenca de Cañete, sin embargo, para este caso de análisis de máximas avenidas, también se ha considerado la estación de San Pedro de Pilas, una estación pluviométrica vecina ubicada en la cuenca de Omas.

Se reportan 09 estaciones meteorológicas que cuentan con información de Precipitación máxima en 24 horas y presentan periodos de registro variables. La mayoría posee información desde el año 1964, con excepción de la estación de Cañete que posee data desde el año 1926, existiendo en varias estaciones algunos registros discontinuos, con datos faltantes.



“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Tabla N°4. Precipitación máxima de 24 horas de la cuenca del río Cañete (SENAMHI- ANA)

Año	Cañete	Carania	Huangascar	Pacaran	San Pedro de Pillas	Tanta	Vilca	Yauricocha	Yauyos
1964	0,0			0,6		25,4	17,6		15,5
1965	0,0	44,3		2,1		34,5	19,6		27,3
1966	0,0	25,0		2,5		26,6	33,5		17,9
1967	0,0	18,6		8,8		28,0	44,8		19,1
1968	0,0	14,1		1,8		23,7	29,0		14,3
1969	0,0	29,3		11,0		33,0	15,3		16,3
1970	6,0	16,6		20,3		37,9	20,0		20,4
1971	12,3	18,0		6,3		24,5	23,0		28,4
1972	0,0	20,1		4,8		26,1	19,8		18,2
1973	1,3	22,6		6,0		18,2	22,9		19,4
1974	4,1	16,8		2,4		19,3	25,1		19,5
1975	5,0	16,0		3,3		15,1	24,8		19
1976	3,2	19,3		0,4		17,5	23,6		20
1977	3,0	17,4		0,8		16,4	21,7		12
1978	3,5	16,1		0,2		16,3	18,5		20,1
1979	1,4	15,1		0,0		11,7	24,1		8,9
1980	0,4	16,0	8,5	0,0	10,0	14,4	22,9		10
1981	1,6	14,1	21,0		29,4	13,1	28,3		16,2
1982	0,0		17,2			13,3	30,5		
1983	0,0		9,7			6,7	20,0		
1984	0,0		14,9			11,3	32,8		10
1985	3,5		13,8	4,0		12,4	27,7		10
1986	5,0		19,0	3,5	16,0	18,0			
1987	7,0		13,1	4,8	21,9	16,8		37,6	
1988	2,0		20,4	3,3	17,7	13,8		28,8	
1989	2,6		20,0	6,0	15,5	13,9		26,1	
1990	4,1		20,0	1,2	12,4	15,8		30,8	
1991	0,0		19,0	1,5	18,5	11,5		24,0	
1992	1,8		5,0	1,2	10,5	16,0		21,5	
1993	2,1	16,0	20,0	3,0	44,0	41,6		40,5	17,3
1994	2,2	14,1	24,0	9,0	19,0	26,4		21,8	31,5
1995	3,7	13,5	30,0	6,2	23,4	27,0		20,2	12,2
1996	5,4	16,1	23,0		12,8	31,7	17,5	16,6	15
1997	3,6	14,6	25,3	3,6	15,2	27,4	34,0	28,2	18,8
1998	9,7	14,1	33,8	5,5	30,1	41,8	20,3	27,6	14,7
1999	5,2	15,6	24,3	11,2	24,7	24,5	18,2	24,4	19,9
2000	4,4	27,0	30,6	3,8	11,2	28,9	20,1	58,6	12,9
2001	5,7	14,9	12,8	5,6	15,3	22,7	16,2	20,6	13,3
2002	7,4	17,7	24,8	5,9	23,5	28,2	20,8	25,8	11,6
2003	2,6	18,9	15,0	4,4	13,1	28,0		60,4	14,4
2004	6,3	21,4	17,7		8,7	32,9	31,2	41,3	14,2
2005	11,4	20,5	13,0		9,7	22,0	17,0	30,4	13,6
2006	23,5	30,1	24,4	3,5	32,1	29,5	25,5	26,2	20,6
2007	6,1	23,4	14,6	2,3	15,7	33,6	30,0	29,0	19,8
2008	5,9	21,9	24,0	2,6	27,7	27,8	22,7	15,4	19,9

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

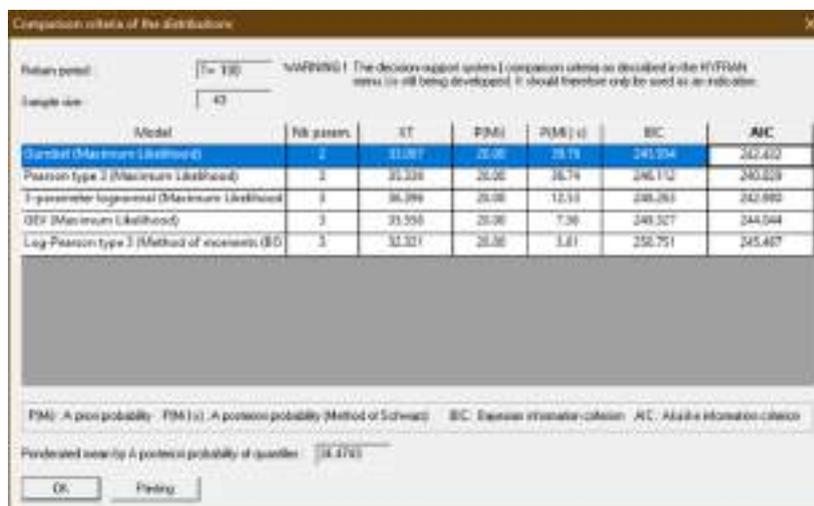
Año	Cañete	Carania	Huangascar	Pacaran	San Pedro de Pillas	Tanta	Vilca	Yauricocha	Yauyos
2009	4,4	20,5	14,8	6,0	26,1	33,0	40,0	26,9	15,1
2010	1,6	20,3	22,6	3,5	42,2	32,5	23,4	27,6	18
2011		24,8	15,2	3,9	10,0	23,3	26,8	14,2	23,2
2012		22,5	31,6	13,5	40,5	28,7	26,5	35,3	33
2013		18,1	21,0	2,0	23,5	38,6	21,5	16,1	21,7
2014		20,3	18,5	5,7	22,3	25,3	23,8	14,1	28
2015		18,7	16,2	9,9	23,9	33,2	29,4	36,1	13,2
2016		16,8	16,6	1,6	14,4	31,0	32,0	32,5	17,7
2017		38,5	62,1	12,1	25,4	38,6	30,8	32,5	25
2018		23,8	43,3	2,6	13,2	17,3	28,6	23,8	13
2019		19,2	43,9	3,0	45,2	15,6	23,0	27,2	21,3
2020		21,2	20,2	2,5	38,5	14,4	19,0	20,3	11,6

Fuente: «Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete» (Paquete 5).

2.4.3. Modelos de distribución para análisis Estadísticos.

El análisis de frecuencia tiene finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes periodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos.

Figura N° 2. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación Carania



Model	No. param.	RT	PMI	PMI (c)	BIC	AIC
Gamma (Maximum Likelihood)	2	11,967	25,06	28,78	241,594	242,432
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	31,338	26,06	36,79	246,172	249,829
3-parameter lognormal (Maximum Likelihood)	3	36,399	26,06	12,53	246,263	247,992
GEV (Maximum Likelihood)	3	33,558	26,06	7,36	249,527	248,044
Log Pearson type 3 (Method of moments (B))	3	31,321	26,32	1,81	250,751	245,467

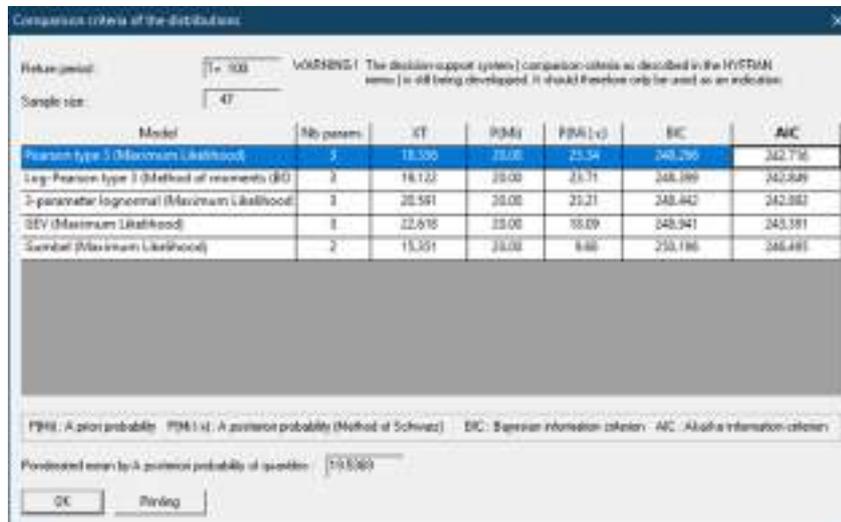
PMI: A priori probability; PMI (c): A posteriori probability (Method of Schwarz); BIC: Bayesian information criterion; AIC: Akaike information criterion

Parameterized sample by A posteriori probability of quantiles: (4, 57%)

Fuente: “Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete” (Paquete 5).

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Figura N° 3. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación Pacarán

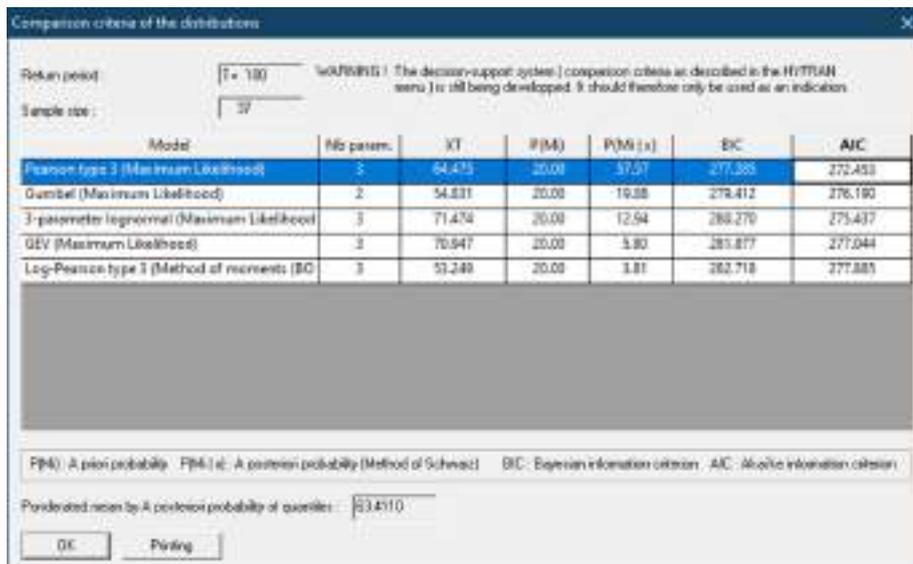


Model	No param.	XT	P(M)	P(M)(x)	BIC	AIC
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	18.336	20.00	25.54	348.290	342.796
Log-Pearson type 3 (Method of moments (BO))	3	16.122	20.00	23.71	348.080	342.589
3-parameter lognormal (Maximum Likelihood)	3	20.561	20.00	23.21	348.442	342.882
GEV (Maximum Likelihood)	3	22.676	20.00	18.09	348.341	343.381
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	15.351	20.00	6.88	250.186	248.481

P(M): A prior probability P(M)(x): A posterior probability (Method of Schwarz) BIC: Bayesian information criterion AIC: Akaike information criterion
 Postulated mean by A posterior probability of quantile: 193.040

Fuente: “Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete” (Paquete 5).

Figura N° 4. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación San Pedro de Pilas



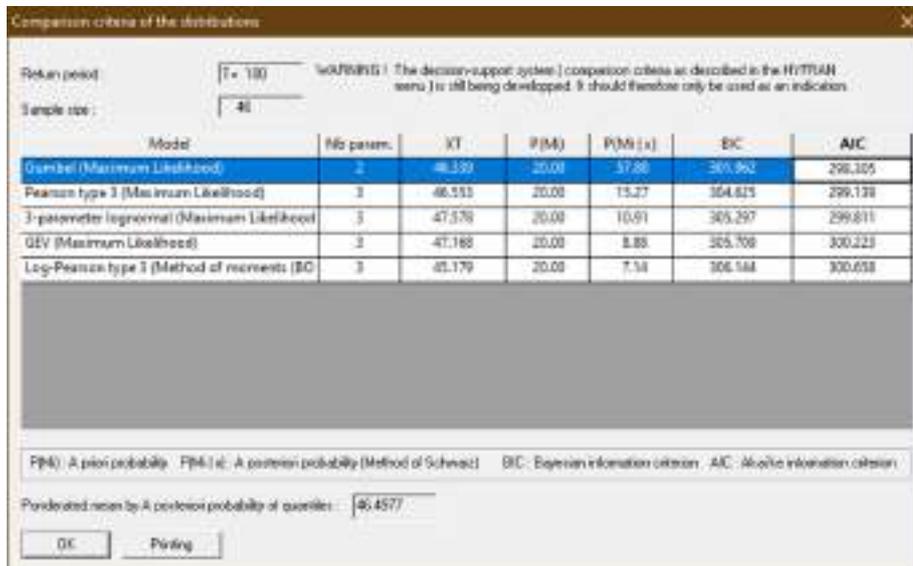
Model	No param.	XT	P(M)	P(M)(x)	BIC	AIC
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	64.475	20.00	37.37	277.385	272.453
Gumbel (Maximum Likelihood)	2	54.831	20.00	19.88	276.412	276.190
3-parameter lognormal (Maximum Likelihood)	3	71.474	20.00	12.94	288.270	275.437
GEV (Maximum Likelihood)	3	70.947	20.00	3.90	281.877	277.044
Log-Pearson type 3 (Method of moments (BO))	3	51.240	20.00	3.81	282.718	277.883

P(M): A prior probability P(M)(x): A posterior probability (Method of Schwarz) BIC: Bayesian information criterion AIC: Akaike information criterion
 Postulated mean by A posterior probability of quantile: 33.410

Fuente: “Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete” (Paquete 5).

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Figura N° 5. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación Vilcas



Model	Nº param.	XT	P(M)	P(M)(x)	BIC	AIC
Gamma (Maximum Likelihood)	2	46.330	20.00	57.96	305.962	298.305
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	46.553	20.00	15.27	304.623	299.139
3-parameter lognormal (Maximum Likelihood)	3	47.576	20.00	10.91	305.297	299.611
GEV (Maximum Likelihood)	3	47.188	20.00	8.88	305.708	300.223
Log-Pearson type 3 (Method of moments (BO	3	45.179	20.00	7.54	306.584	300.658

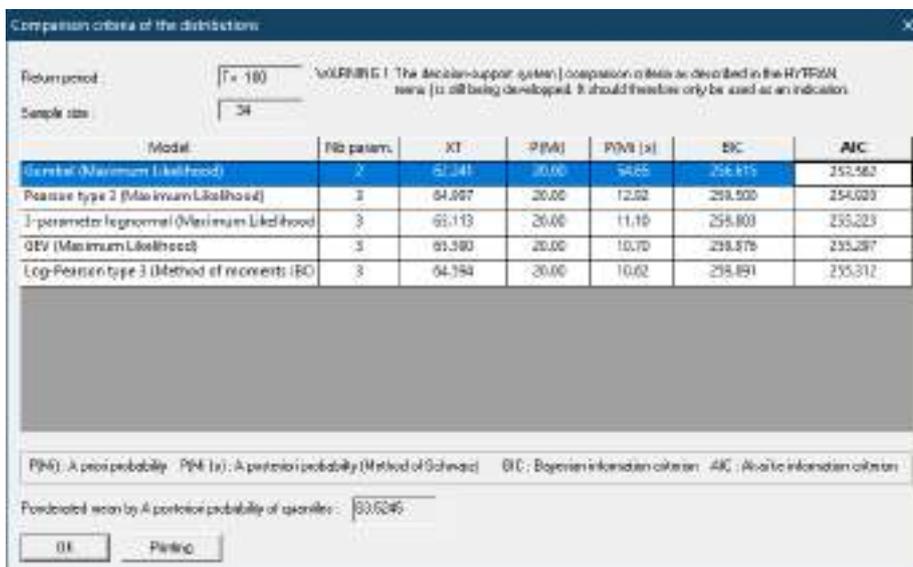
Return period: WARNING: The decision-support system comparison criteria as described in the HYTRAN menu is still being developed. It should therefore only be used as an indication.
Sample size:

PN0: A priori probability; PNM(x): A posteriori probability (Method of Schevitz); BIC: Bayesian information criterion; AIC: Akaike information criterion.
Prioritized mean by A posteriori probability of quantiles:

OK Cancel

Fuente: “Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete” (Paquete 5).

Figura N° 6. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación Yauricocha



Model	Nº param.	XT	P(M)	P(M)(x)	BIC	AIC
Gamma (Maximum Likelihood)	2	61.241	20.00	94.65	256.815	252.582
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	64.897	20.00	12.02	259.500	254.029
3-parameter lognormal (Maximum Likelihood)	3	65.113	20.00	11.19	259.800	255.223
GEV (Maximum Likelihood)	3	61.590	20.00	10.70	259.576	255.297
Log-Pearson type 3 (Method of moments (BO	3	64.194	20.00	10.62	259.891	255.312

Return period: WARNING: The decision-support system comparison criteria as described in the HYTRAN menu is still being developed. It should therefore only be used as an indication.
Sample size:

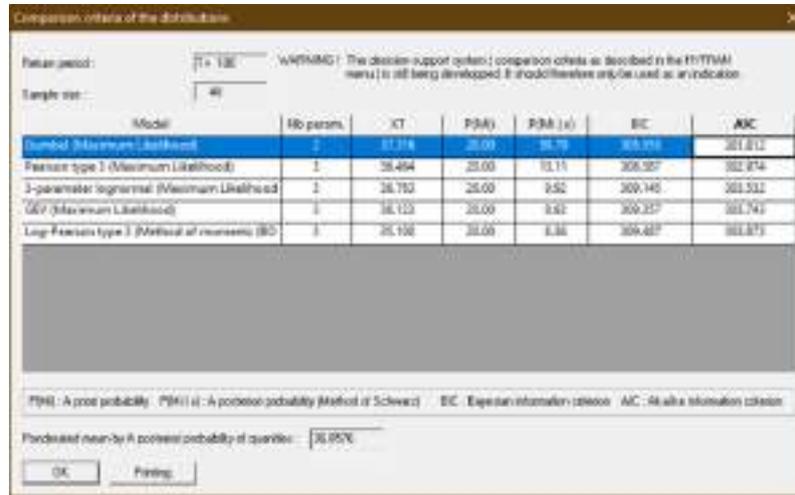
PN0: A priori probability; PNM(x): A posteriori probability (Method of Schevitz); BIC: Bayesian information criterion; AIC: Akaike information criterion.
Prioritized mean by A posteriori probability of quantiles:

OK Cancel

Fuente: “Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete” (Paquete 5).

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

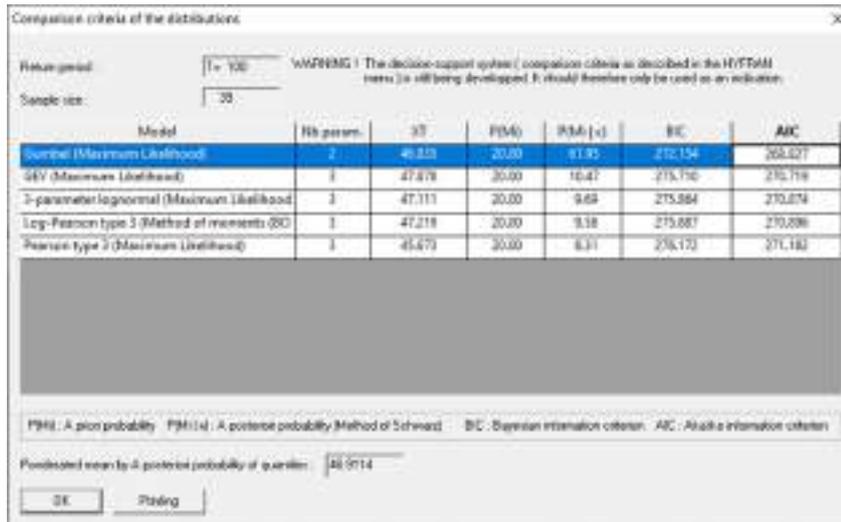
Figura N° 7. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación Yauyos



Model	No. param.	XT	PMA	PMA(x)	BC	AIC
Gamma (Maximum Likelihood)	2	87.716	25.00	95.79	309.918	302.812
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	38.494	25.00	12.15	309.927	302.874
3-parameter lognormal (Maximum Likelihood)	3	28.793	25.00	9.52	309.145	302.532
GEV (Maximum Likelihood)	3	38.123	25.00	9.42	309.357	302.741
Log-Pearson type 3 (Method of moments (BC))	3	28.192	25.00	8.38	309.427	302.875

Fuente: “Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete” (Paquete 5).

Figura N° 8. Ajuste de distribución de probabilidades de la Precipitación – Estación Huangascar



Model	No. param.	XT	PMA	PMA(x)	BC	AIC
Gamma (Maximum Likelihood)	2	46.825	20.00	87.95	270.154	269.027
GEV (Maximum Likelihood)	3	47.878	20.00	10.47	275.710	270.718
3-parameter lognormal (Maximum Likelihood)	3	47.111	20.00	9.68	275.884	270.874
Log-Pearson type 3 (Method of moments (BC))	3	47.218	20.00	9.18	275.887	270.896
Pearson type 3 (Maximum Likelihood)	3	45.673	20.00	8.31	276.173	271.182

Fuente: “Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete” (Paquete 5).

Para la distribución de probabilidad determino realizando el procedimiento de series de tiempo, tales como la agregación y regulación de intervalos de tiempo, interpolación, análisis de regresión y llenado de valores faltantes, prueba de consistencia, filtrado de datos, visualización gráfica y tabular de series de tiempo.

Tabla N° 5. Precipitación máxima de 24 hr para diferentes periodos de retorno

Subcuenca	Carania	Yauyos	Pacarán	San Pedro Pílas	Vilca	Yauricocha	Huangascar
2	19,1	17,5	4,06	19,2	24,7	27,6	20,5
10	25,3	26,3	10,2	38,5	34,4	43	32,2

Subcuenca	Carania	Yauyos	Pacarán	San Pedro Pillas	Vilca	Yauricocha	Huangascar
25	28,4	30,8	13,5	48,9	39,2	50,8	38,1
50	30,8	34,1	16	56,7	42,8	56,5	42,5
100	33,1	37,3	18,4	64,5	46,3	62,2	46,8
200	35,4	40,6	20,7	72,2	49,9	67,9	51,2

Fuente: “Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete” (Paquete 5).

2.4.4. Curva Intensidad Duración Frecuencia

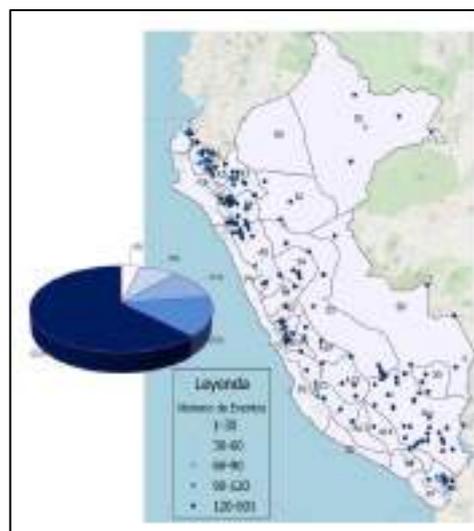
Para elaboración de los histogramas se decidió analizar la información base utilizada en el desarrollo de las curvas IDF desarrolladas por el SENAMHI (Modulo para la estimación de curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)).

Las curvas IDF desarrolladas por el SENAMHI usan como referencia los estudios de «Caracterización de eventos de tormenta pluviométricas de utilidad para el diseño hidráulico en el Perú» y «Regionalización de las precipitaciones máximas en el Perú». De estos estudios se extrajo la información de duración de las tormentas y el perfil de lluvia.

El estudio «Caracterización de eventos de tormenta pluviométricas de utilidad para el diseño hidráulico en el Perú» analizo la información estadística de los eventos de tormenta pluviométrica (TP) a nivel nacional de cada estación, considerando la: estacionalidad, duración, total de lluvia, intensidad y el ciclo diurno de eventos de TP basados en cuartiles así como en el patrón del evento de TP utilizando la metodología de las «Curvas Huff» considerando las regiones de precipitaciones máximas en 24 horas previamente determinadas por SENAMHI (Tupac, 2017). Ver Figura N°9.

El estudio de caracterización de eventos de tormentas nos muestra una figura con duraciones de TP en estaciones, en base a eso se pudo estimar las duraciones de lluvia. Ver Figura N° 10.

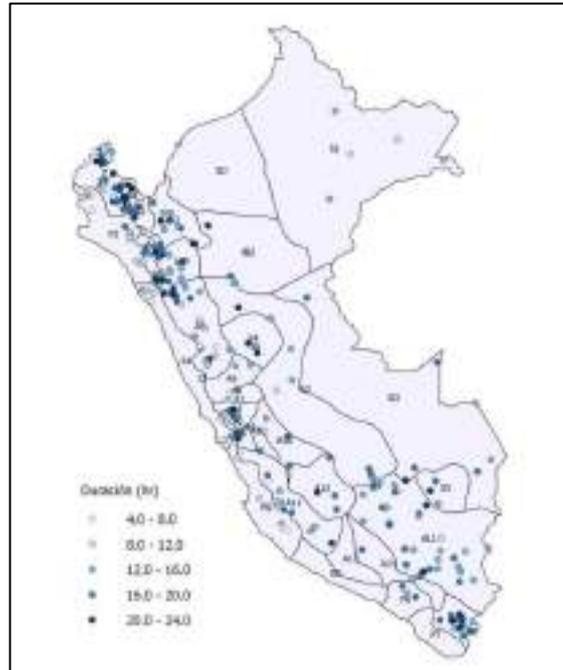
Figura N° 9. Regiones de precipitaciones máxima



Fuente: Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete (Paquete 5).

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

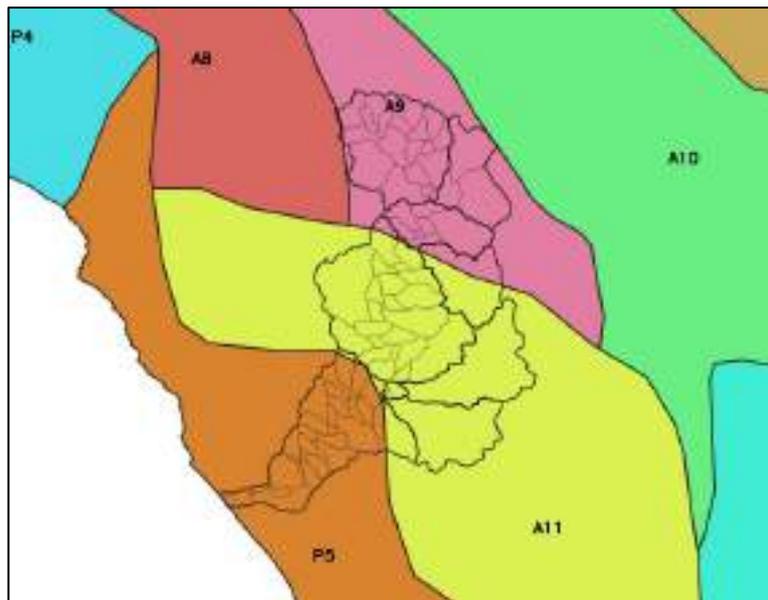
Figura N° 10. Mapa de regiones de precipitación máxima – duraciones de tormenta



Fuente: Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete (Paquete 5).

En el presente informe se observó que la cuenca del río Cañete está comprendida entre las regiones P5, A11 y A9. Ver Figura N°11.

Figura N° 11. Regionalización de precipitación máxima de la cuenca del río Cañete



Fuente: Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete (Paquete 5).

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

En el presente estudio se identificó para la cuenca baja del río Cañete (Región P5) una duración de 6 horas, para la cuenca media (A11) una duración de 18 horas y para la cuenca alta (A9) una duración de 16 horas.

El estudio de «Caracterización de eventos de tormenta pluviométricas de utilidad para el diseño hidráulico en el Perú» nos muestra patrones de lluvia para las diferentes regiones de precipitación máxima. Además, nos recomienda el uso del patrón de lluvia el cuartil Tipo II con una curva del 50 % de probabilidad. Los coeficientes utilizados se muestran en las siguientes tablas.

2.4.5. Caudales máximos

Para el desarrollo del Modelo de Precipitación – Escorrentía, se ha utilizado el Software HEC-HMS que se calibró mediante la utilización de los registros históricos de caudales máximos diarios anuales de la estación Socsi. Además de forma referencial se tomó en cuenta la información de campo como niveles y testimonios de los pobladores de la zona.

La generación de los caudales de avenida en el denominado Punto Base (estación Socsi) y en secciones de subcuencas de interés, se han obtenido para diferentes periodos de retorno: 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años.

El área total de la cuenca es subdividida en subcuencas desde la parte superior hasta la desembocadura con el Océano Pacífico, como se muestra en la Figura N°11.

El área de proyecto completo y la red de ríos asociados fueron configuradas en 89 unidades hidrográficas o subcuencas y 71 tramos de cauce. A cada tramo se le proporcionó números topológicos acompañado por la letra R y a las subcuencas un nombre compuesto por números y letras asociadas a la cuenca (S) en forma secuencial.

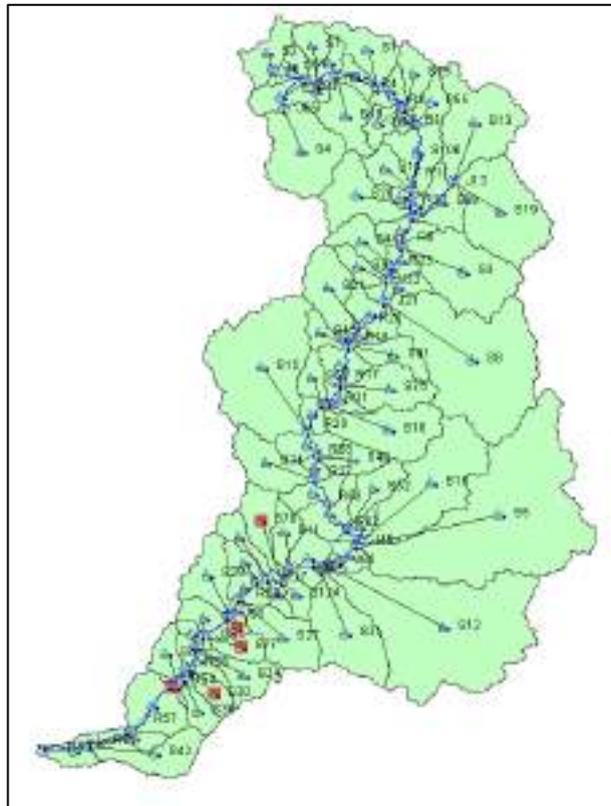
Los parámetros de ingreso se encuentran detallados en las siguientes tablas, para las subcuencas y la interconexión de cauces.

Para el cálculo del caudal base se aplicó el método de «constant monthly» o «constante mensual», el modelo de pérdidas aplicado es el del SCS (Soil Conservation Service), el modelo de tránsito utilizado fue el de Muskingum y para el modelo de transformación se usó el método de Snyder.



“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Figura N° 12. Esquema del modelo hidrológico de la cuenca del Río Cañete



Fuente: Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete (Paquete 5).

El módulo Runoff transformation convierte el exceso de precipitación en la cuenca y subcuenca a escorrentía directa en la salida. HEC-HMS permite determinar la transformación de la escorrentía usando métodos agregados o distribuidos.

En el método agregado, la cantidad de escorrentía es determinada usando hidrogramas unitarios – como son Clark, Snyder o SCS – o métodos de onda cinemática. En un método distribuido (como el Modified Clark) las subcuencas son divididas en mallas o celdas y los excesos de lluvia de cada celda se transitan hasta la salida de la subcuenca.

Los caudales máximos, correspondiente a un periodo de retorno de 2, 10, 25, 50, 100 y 200 del sistema de drenaje de la cuenca evaluada se aprecia en la Tabla N°6.

Tabla N° 6. Caudales máximos S129 (quebrada Jacayita)

TR	Caudal (m ³ /s)
2	0,34
10	0,51
25	0,76
50	1,06
100	1,42

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

TR	Caudal (m ³ /s)
200	1,81

Fuente: Entrega de las defensas Ribereñas del río Cañete (Paquete 5).

2.4.6. Selección y sustento de periodo de retorno y caudal de diseño

De la evaluación hidrológica realizada en la quebrada Picamaran, se han obtenido caudales para distintos periodos de retorno (2; 10, 25, 50, 100, y 200 años). Para el propósito final del presente estudio, que es la delimitación de fajas marginales. Consultada la normativa vigente, como es la Resolución Jefatural N° 332-2016-ANA, que aprueba el Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales. Se tiene que: «La determinación de los caudales máximos se establece de acuerdo con los siguientes criterios:

En cauces naturales de agua colindantes a terrenos agrícolas: periodo de retorno de 50 años.

En cauces naturales de agua colindantes a asentamientos poblacionales: periodo de retorno de 100 años.»

Bajo las disposiciones establecidas en la normativa vigente en materia de delimitación de fajas marginales y efectuado el estudio hidrológico de máximas avenidas se recomienda considerar los caudales determinados para un periodo de retorno de 100 años.

Tabla N° 7. Caudales máximos recomendados para delimitación de fajas marginales

Quebrada	Caudales máximos para periodo de retorno de 100 años
Jacayita	1,42 m ³ /s

Fuente: Elaboración propia

2.5. Topografía.

2.5.1. Poligonal GPS amarrado a la Red Geodésica Nacional

De acuerdo con el estudio de topografía del proyecto «Creación del servicio de protección contra inundaciones y movimiento de masas en las quebradas San Jerónimo, Condoray, Jacayita y Picamaran en los distritos de Lunahuaná, Pacarán y Zuñiga de la Provincia de Cañete – Departamento de Lima» se ha identificado la red geodésica del Plan Integral (Red Terciaria) cuyo objetivo es llevar a cabo los levantamientos de detalle de las estas obras, así como futuros replanteos, dichos puntos fueron materializados en el terreno con monumento de concreto de dimensiones de 30 x 30 cm, con varilla de acero, pintados e identificados adecuadamente.

La técnica de medición utilizada para el posicionamiento de los puntos de la red Terciaria es el levantamiento estático de acuerdo a la norma técnica geodésica del Instituto Geográfico Nacional (IGN) de las especificaciones técnicas para el

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

posicionamiento geodésico estático relativo con receptores del sistema satelital de navegación global (GNSS)

Figura N° 13. Punto de red terciaria

GSI-07



Fuente: Creación del servicio de protección contra inundaciones y movimiento de masas en las quebradas San Jerónimo, Condoray, Jacayita y Picamaran en los distritos de Lunahuaná, Pacarán y Zuñiga de la Provincia de Cañete – Departamento de Lima

Tabla N° 8. Coordenadas obtenidas red Terciaria

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN
GSI-07	380 157,970	8 571 194,415	578,495

Fuente: Creación del servicio de protección contra inundaciones y movimiento de masas en las quebradas San Jerónimo, Condoray, Jacayita y Picamaran en los distritos de Lunahuaná, Pacarán y Zuñiga de la Provincia de Cañete – Departamento de Lima

2.5.2. Modelo Digital de Terreno

De acuerdo con el estudio de topografía del proyecto: «Creación del servicio de protección contra inundaciones y movimiento de masas en las quebradas San Jerónimo, Condoray, Jacayita y Picamaran en los distritos de Lunahuaná, Pacarán y Zuñiga de la Provincia de Cañete – Departamento de Lima» proporcionado por la Autoridad Nacional de Infraestructura.

Esta topografía fue generada en formato ráster en del tipo TIF para luego ser cargado al programa HEC-RAS a una resolución de píxel de 0,5 m x 0,5 m.

Para el presente estudio tomaremos solamente el tramo correspondiente a la quebrada Jacayita y aportante para realizar la modelación hidráulica respectiva, que servirá para la delimitación de la faja marginal.

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Figura N° 14. Modelo Digital de Elevación de la quebrada Jacayita



Fuente: Elaboración propia

2.5.3. Eje del cauce

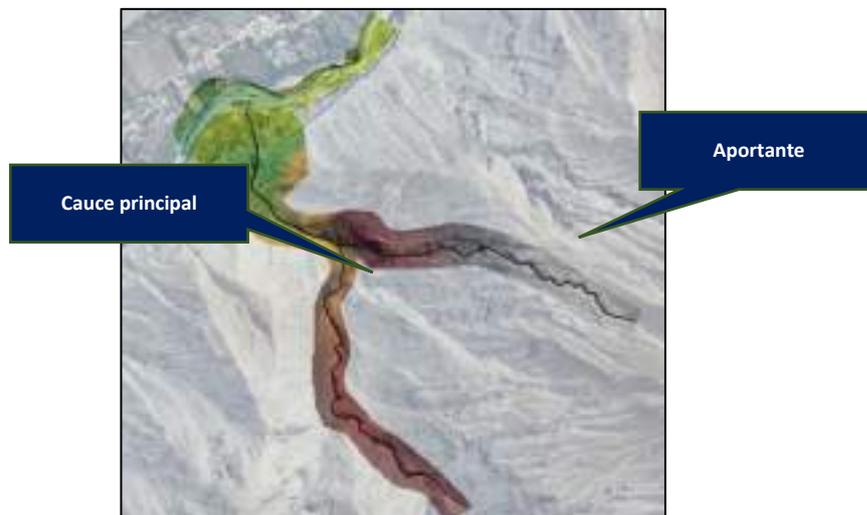
La conformación del eje de la quebrada Jacayita se ha determinado a partir de la red topografía de curvas de nivel, convertida en modelo digital de elevación. El tramo trazado principal comprende la siguiente longitud:

Tabla N° 9. Eje y longitudes.

Eje	Longitud (Km)
Cauce principal	2,33
Aportante 1	1,44

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 15. Modelo Digital de Elevación de la quebrada Jacayita



Fuente: Elaboración propia

2.5.4. Pendiente del cauce

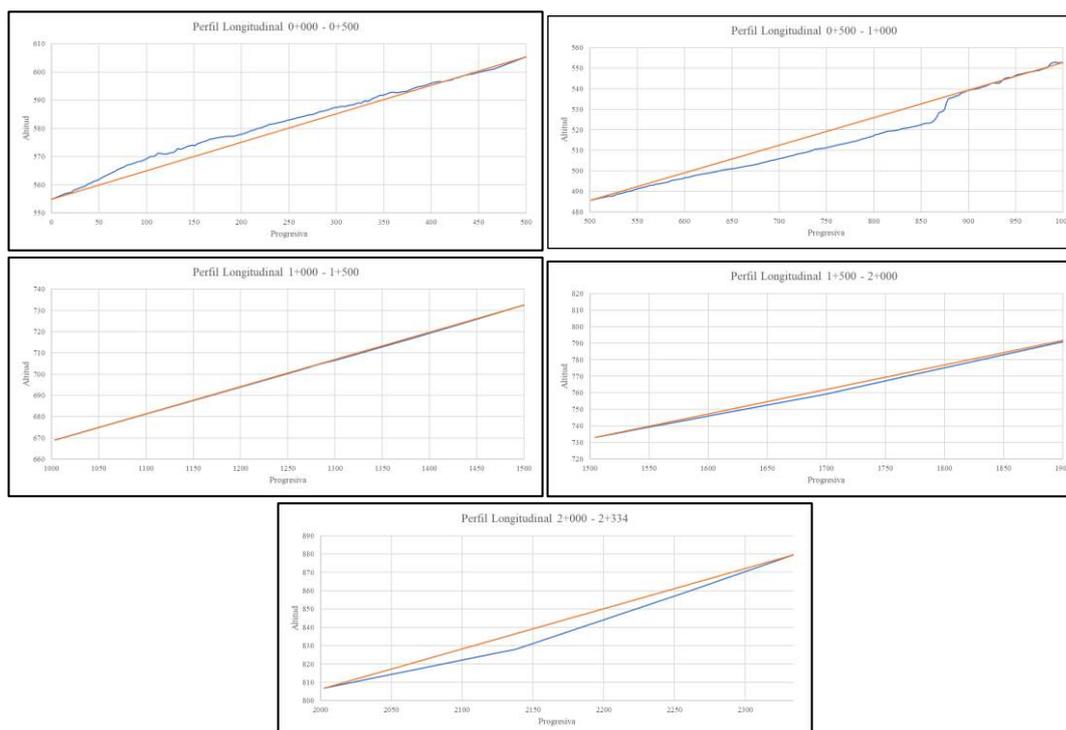
Es una de las variables principales que determina la respuesta morfológica del cauce que actúa directamente en la dinámica propia del lecho del torrente. La forma del perfil longitudinal del cauce es el resultado de un número de factores actuantes e independientes, los cuales representan un balance entre la capacidad de transporte del cauce y el tamaño y cantidad de sedimentos disponibles y existentes para finalmente ser transportados a diferentes localizaciones que por esta condición el lecho está en constante cambio.

Tabla N° 10. Pendiente cauce principal.

Quebrada Jacayita				
TRAMO 1	DIST.	ELEV. DIFF	SLOPE	
0+000 – 0+500	500	50.581	5.77°	10.10%
0+500 – 1+000	500	62.855	7.21°	12.65%
1+000 – 1+500	500	63.563	7.29°	12.80%
1+500 – 2+000	500	73.279	8.41°	14.79%
2+000 – 2+334	334	72.769	12.36°	21.92%

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 16. Pendiente cauce principal – quebrada Jacayita



Fuente: Elaboración propia

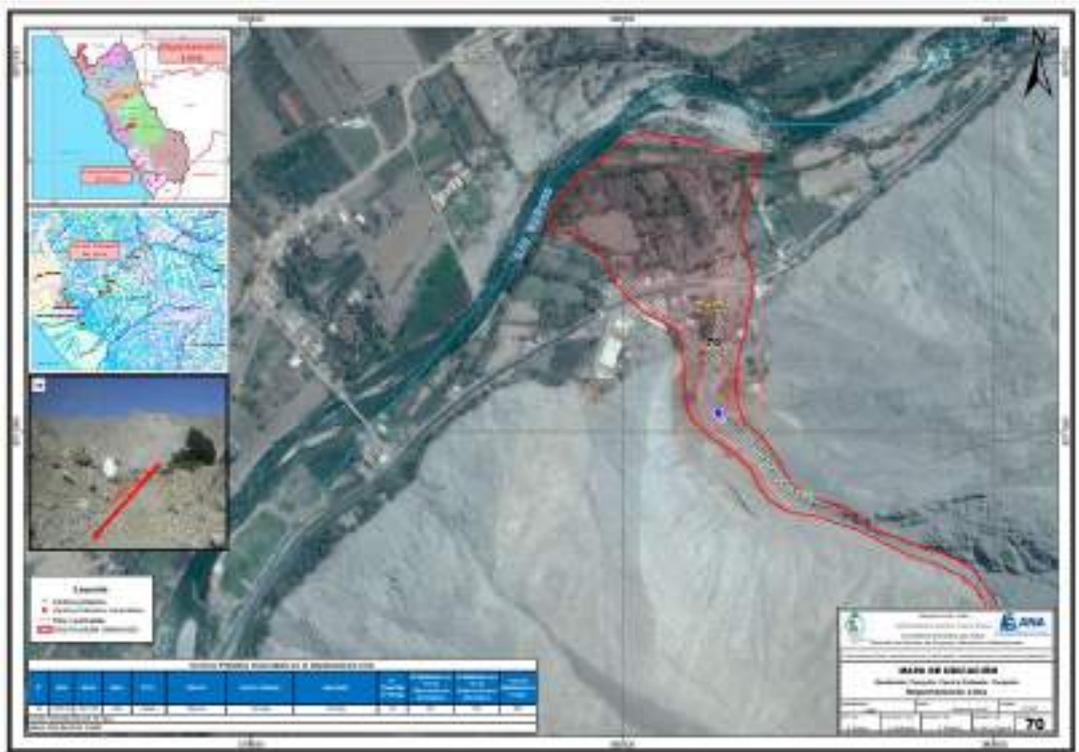
1.1.1. Zonas críticas

De acuerdo con la página de SIGRID de CENEPRED existe un estudio denominado «Complementación de identificación de poblaciones vulnerables por activación de quebradas 2016 – 2017» realizado por la Dirección de Estudios

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales (https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/ANA/Complementacion%20de%20Identificacion%20de%20poblaciones%20vulnerables%20por%20activacion%20de%20quebradas%202016-2017_Nacional.pdf), en la que identifica al centro poblado Tacayita como una zona vulnerable por activación de quebradas.

Figura N° 17. Zona vulnerable – Quebrada Jacayita



Fuente: SIGRID – CENEPRED

De acuerdo con el estudio «Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Región Lima» realizado por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), menciona que el área está sujeta a flujos de lodo, de detritos y erosión fluvial. Cortan la carretera Cañete-Yauyos, aproximadamente en 17 km por sectores. Puede afectar puentes y viviendas en los poblados Jita, Lunahuaná, Condoray y restos arqueológicos de Incahuasi, pudiendo activarse con lluvias extraordinarias.

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Figura N° 18. Zona vulnerable – Quebrada Jacayita



Fuente: Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Región Lima» realizado por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)

2.6. Simulación Hidráulica 2D.

2.6.1. Descripción del modelo.

El modelo hidráulico fue realizado con el programa HEC-RAS versión 6.3.1, que consta de un módulo hidrodinámico que permite la simulación bidimensional del cauce, asignando las condiciones de contorno, frontera, propiedades como el coeficiente de rugosidad y la malla no estructurada en la zona del cauce del río, siendo esta discretización del modelo generado a partir de la geometría.

2.6.2. Configuración del modelo.

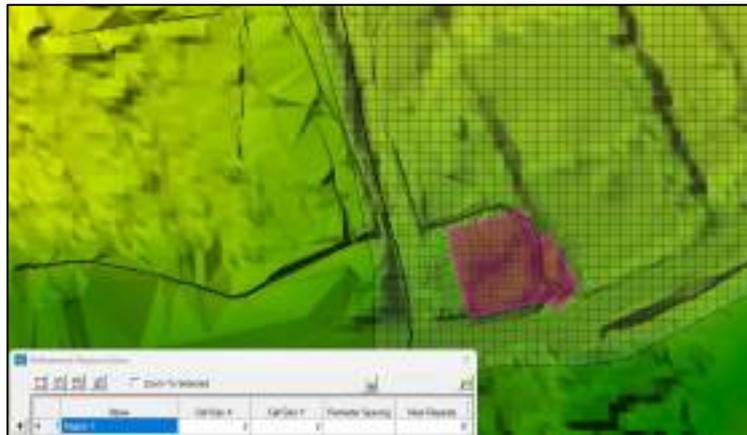
Se realizó el preprocesamiento de datos con la creación, asignando las condiciones de contorno, propiedades y la malla no estructurada de 3 m en las zonas de inundación y 2 m en la zona urbana, siendo esta discretización del modelo generado a partir de la geometría.

Figura N° 19. Tamaño de malla Quebrada Jacayita: HEC RAS 6.3.1



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 20. Tamaño de malla refinada



Fuente: Elaboración propia

2.6.3. Coeficiente de rugosidad.

La resistencia al flujo de agua en cauces y llanuras de inundación habitualmente se encuentra modelizado mediante un coeficiente de rugosidad, siendo en hidráulica fluvial generalmente utilizado el coeficiente «n» de Manning.

La definición de la rugosidad del cauce y áreas de flujo se ha realizado en base a buenas prácticas de modelización fluvial aplicando metodologías y estándares nacionales e internacionales, donde usualmente los valores de rugosidad hidráulica se encuentran asociados al tipo de material del lecho del cauce del río, a los diferentes tipos de uso y cobertura vegetal por donde discurre el agua, y la morfología del cauce.

Para determinar el coeficiente de rugosidad de Manning del cauce principal y las áreas aledañas, utilizaremos las tablas de suelo de acuerdo a la guía metodología para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, del Gobierno de España según SIOSE y CLC2000, así como las tablas de rugosidad de Manning para colchones Reno, Gaviones y Geomantas del Manual Técnico de Revestimiento de canales y cursos de agua de MACCAFERRI.

Respecto a la quebrada Jacayita utilizaremos las tablas de suelo de acuerdo a la guía metodología para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, del Gobierno de España según SIOSE y CLC2000, así como las tablas de rugosidad de Manning para colchones Reno, Gaviones y Geomantas del Manual Técnico de Revestimiento de canales y cursos de agua de MACCAFERRI.

Tabla N° 11. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning asignados a los usos del suelo del SIOSE y CLC2000

Clasificación de usos de suelos del suelo del SOISE		n
Cobertura artificial	Edificación	0,1

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Clasificación de usos de suelos del suelo del SOISE		n
	Otras construcciones	
Cultivos	Cultivos herbáceos	0,04
	Eriazo	0,03

Fuente: Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables

Tabla N° 12. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning para colchones Reno, Gaviones y Geomantas

Tipo	NATURALEZA DEL CANAL	n
16	Curso de agua naturales con cauce de cantos rodados y movimiento del material del fondo	0,048

Fuente: Manual Técnico - Revestimiento de canales y cursos de agua

Figura N° 21. Rugosidades en el modelo hidráulico



Fuente: Elaboración propia

2.6.4. Condiciones de frontera (Aguas arriba y abajo)

Condiciones de contorno

Se entiende por condiciones de contorno aquellas que definen el comportamiento de un modelo en sus límites.

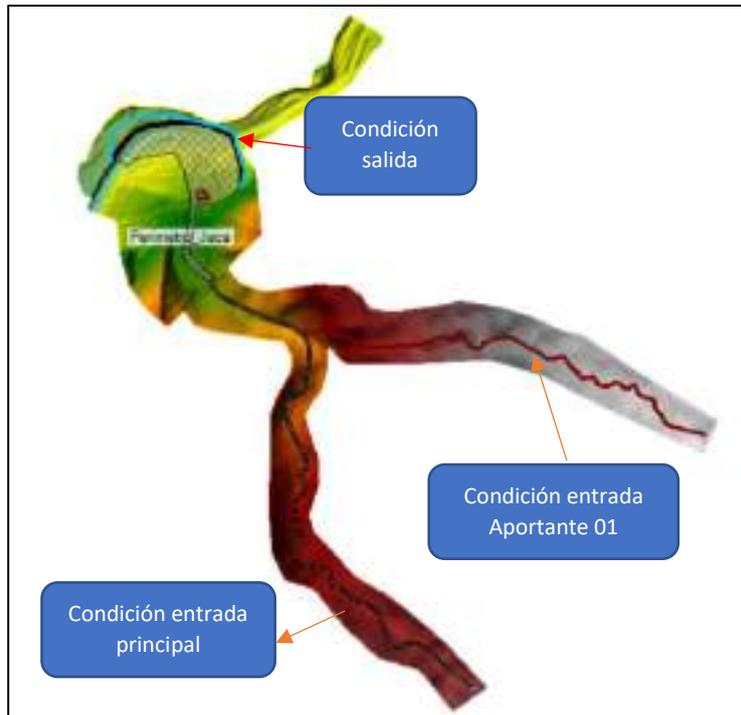
Con la definición ya queda claro que en una simulación o modelización hidráulica de un tramo de río existirán dos condiciones de contorno: los límites superior e inferior del modelo, esos límites son más comúnmente conocidos como condiciones de contorno aguas abajo y aguas arriba.

Teniendo en cuenta que en modelamientos en 2D se deben tener en consideración las condiciones de flujo para caudales variables y no permanentes, lo cual se representa en hidrogramas.

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

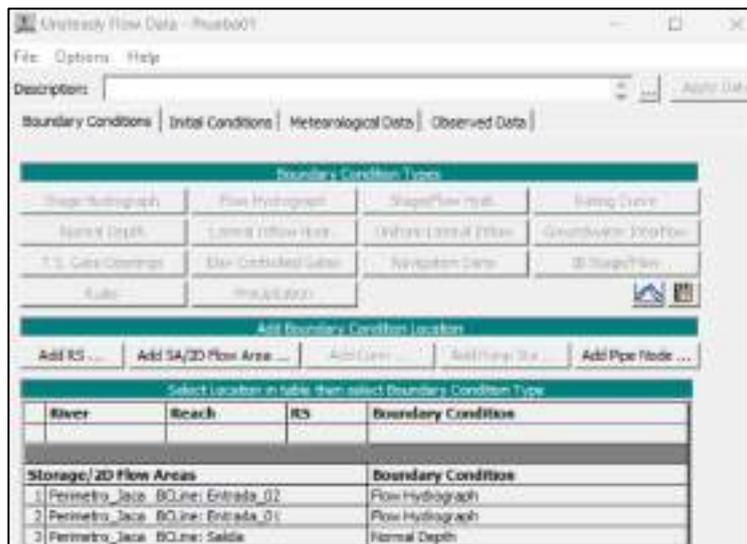
En el caso de TR 100 años, presentamos tres condiciones de contorno, en la que tenemos 2 condiciones de entrada para el ingreso de hidrogramas y 1 condiciones de salida ubicada aguas abajo del río Cañete, así como en las posibles llanuras de inundación.

Figura N° 22. Condiciones de frontera



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 23. Ingreso del flujo no permanente

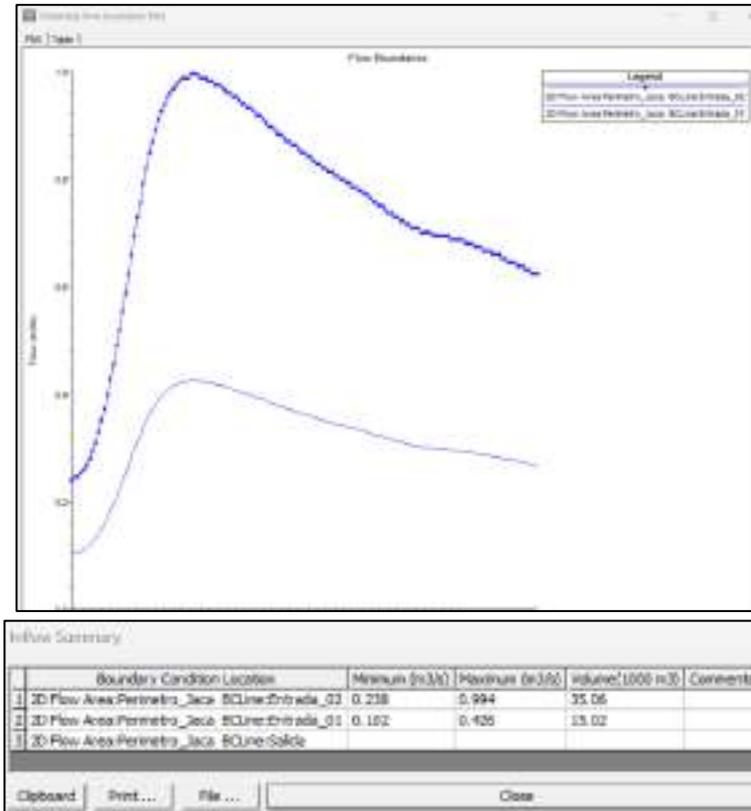


Fuente: Elaboración propia.

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Presentamos un hidrograma que es un parámetro necesario para las condiciones de contorno de ingreso en el modelo HEC-RAS:

Figura N° 24. Hidrogramas de entrada ingresados en el software HEC-RAS – TR 100 años



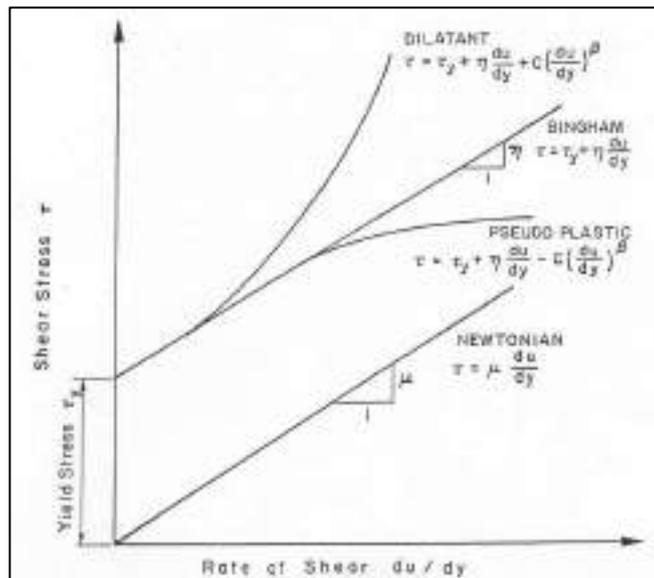
Fuente: Elaboración propia.

2.6.5. Módulo Reológico

La versión actual de HEC-RAS incluye cuatro modelos reológicos: (1) Bingham, (2) Cuadrático de O'Brien, (3) Herschel-Bulkley y (4) Voellmy. El flujo hiperconcentrado, el flujo de barro y el alud torrencial se analizan mediante un modelo reológico cuadrático (O'Brien, J.S. & Julien, P.Y., 1985), debido a software como FLO-2D trabajan con dicha ecuación.

De acuerdo con el manual de Flujo de lodos y escombros de HEC-RAS la ecuación de O'Brien utiliza valores físicos para desarrollar efectos cuadráticos teóricos. La responsabilidad de este enfoque es que, si la formulación teórica no refleja los procesos en el flujo geofísico, introducirá errores. Pero el beneficio de este enfoque físico-teórico es que todas las entradas en los términos no lineales son parámetros físicos que son predeterminados o relativamente intuitivos para que el usuario los especifique.

Figura N° 25. Parámetros definidos por el usuario de la ecuación cuadrática de O'Brien y su ubicación en la interfaz no newtoniana.



Fuente: Manual de Flujo de lodo y escombros – HEC-RAS 6.3.1

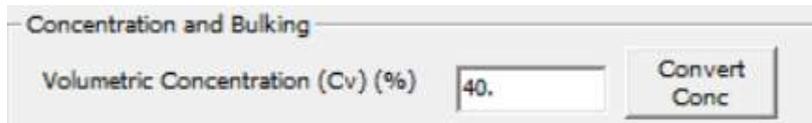
Además, el Flujo de lodos y escombros de HEC-RAS menciona que Gibson et al. (2020 en revisión) demostró que los valores más bajos de rendimiento y viscosidad a menudo son apropiados para el enfoque de O'Brien en comparación con Bingham porque la ecuación de O'Brien explica explícitamente los procesos en el término cuadrático que Bingham está agrupando en los parámetros lineales y la viscosidad cargada de sedimentos que se requieren para el modelo de Bingham, el modelo de O'Brien solo requiere la concentración volumétrica (que ya se requiere para aumentar el volumen y para algunas estimaciones de rendimiento y viscosidad) y un tamaño de grano representativo. HEC-RAS también ha expuesto la concentración volumétrica máxima predeterminada en el término Bagnold de O'Brien (0,615 o 61,5%). Este término está bien para flujos de menor concentración ($C_v < 50\%$)

Parámetros de usuario de la ecuación de O'Brien (cuadrática)

De acuerdo con el manual de flujo de lodos y detritos de HEC-RAS, los parámetros que se necesitan para la ecuación cuadrática de O'Brien son los siguientes:

- a) Concentración Volumétrica: Es la primera variable que se debe estimar. La mayoría de los modelos no newtonianos son muy sensibles a la concentración volumétrica. La versión actual de HEC-RAS utiliza una concentración volumétrica para todo el tiempo y el espacio, sin embargo, de acuerdo con manual antes mencionado, están trabajando en una serie de tiempo de concentración y, eventualmente, en métodos más sofisticados para enrutar la concentración a través del modelo.

Figura N° 26. Concentración volumétrica de sólidos definida por el usuario.



Fuente: Elaboración propia (Extraído HEC-RAS 6.3.1)

El flujo de la quebrada Jacayita no es solo líquido (Como ocurre en el río), sino que también viene acompañado de barro, lodo y esto se constata en el último evento extremo ocurrido en el ciclón Yaku en el año 2023.

Es importante obtener la concentración volumétrica que posea la mezcla. En el caso de los flujos de escombros, estos poseen una distribución de Concentración Volumétrica que parten de un valor cercano a 0.2 y aumentan hasta 0.35 o 0.45 siempre dependiendo del tipo de sedimento que posea la cuenca,

Por otro lado, los flujos de lodo en la quebrada Jacayita tienen un comportamiento diferente a una avenida y a un deslizamiento, ya que inicialmente, agua limpia fluye de la cuenca hasta llegar al vértice del abanico, esto puede ser acompañado por ondas frontales de lodo y escombros (40% a 50% concentración por volumen).

$$Q_t = BF \times Q_l$$

Para la obtención de concentración volumétrica, O'Brien y Julien (O'Brien, J.L. y Julien, P.Y, 1997), introducen una clasificación para flujos hiperconcentrados de sedimentos en la que definen cuatro categorías en función de la concentración de sólidos, pero que implícitamente considera otras propiedades relacionadas con la reología y el comportamiento mecánico e hidráulico del fenómeno. En la siguiente tabla se resume las características de cada categoría propuesta por O'Brien y Julien.

Tabla N° 13. Clasificación de flujos hiperconcentrados.

Descripción del Tipo de Flujo	Concentración de sedimentos		Características del Flujo
	En Volumen	En Peso	
Deslizamientos	0.65 – 0.80	0.83 – 0.91	No hay flujo; falla por deslizamiento de bloques
	0.55 – 0.65	0.76 – 0.83	Derrumbe de bloques con deformación interna durante el deslizamiento, movimiento paulatino del terreno antes de fallar.
Flujos de lodo (Mudflow)	0.48 – 0.55	0.72 – 0.76	Flujo evidente; deslizamiento lento sostenido por el flujo de lodo; deformación plástica bajo su propio peso; cohesivo; no se expande en la superficie
	0.45 – 0.48	0.69 – 0.72	Flujo se extiende sobre la superficie; flujo cohesivo; algo de mezcla.
Avenida de lodo (Mud Flood)	0.40 – 0.45	0.65 – 0.69	El flujo se mezcla fácilmente; muestra las propiedades fluidas en la deformación; distribuido en la superficie horizontal, pero mantiene una superficie fluida inclinada; partículas grandes se depositan

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Descripción del Tipo de Flujo	Concentración de sedimentos		Características del Flujo
	En Volumen	En Peso	
			(peñones); aparecen ondas, pero se disipan rápidamente.
	0.35 – 0.40	0.59 – 0.65	Deposición marcada de gravas y cantos rodados; se expande casi completamente sobre la superficie horizontal; aparece la superficie líquida con dos fases del fluido; las olas viajan en la superficie
	0.30 – 0.35	0.54 – 0.59	Separación del agua en la superficie; las olas viajan fácilmente; la mayoría de las arenas y gravas se han sedimentado y se mueven como arrastre de fondo
	0.20 – 0.30	0.41 – 0.54	Se distinguen claramente las olas y ondas; todas las partículas descansando en el fondo en condición inmóvil.
Inundación de agua	< 0.20	< 0.41	Inundación de agua con carga suspendida convencional y arrastre de fondo.

Fuente: O'Brien y Julien (1997): *On the importance of mudflow routing.*

El flujo de la quebrada Jacayita no es solo líquido, sino que también viene acompañado de barro, lodo y esto se constata en los últimos eventos ocurridos. Si bien esta quebrada se activó en el ciclón Yaku, no se ha encontrado fotos o videos del evento ocurrido en dicho año, sin embargo, se ha tomado como evidencia el flujo de la quebrada Condoray. De acuerdo con el vídeo publicado en redes sociales en el año 2017 (<https://www.facebook.com/leonardocabrera-periodista/videos/huaico-en-lunahuan%C3%A1/192232624595534/>) y relacionando las tablas de O'Brien, la concentración volumétrica sería de aproximadamente 0.40, siendo su descripción Mud Flood

Figura N° 27. Flujo de la quebrada Condoray



Fuente: Redes sociales

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Tabla N° 14. Concentración Volumétrica - Quebrada Jacayita

Quebrada	Concentración de sedimentos
	En Volumen
Jacayita	0.40

Fuente: Elaboración propia

- b) Opciones de volumen: A altas concentraciones, el componente sólido tiene un efecto significativo sobre el volumen de la mezcla. Hay dos formas principales de incorporar el volumen sólido en los modelos de lodo y escombros: (1) Incorporar volumen de sólidos en datos de flujo (no a granel), es decir que es el flujo de la mezcla, usado en un enfoque para flujos medidos en campo y (2) Agregar volumen sólido a datos de flujo de agua (volumen de fluido a granel), es decir, solo incorporamos el flujo de agua en el archivo de flujo no estacionario y luego HEC-RAS agrega el volumen de los sólidos durante la simulación no newtoniana.

Para el presente estudio se tomaremos la segunda forma, debido a que los caudales realizados en la modelación hidrológica con HEC-HMS son líquidos e incorporaremos los datos reológicos para así obtener el volumen de sólidos.

Figura N° 28. Opción de volumen: De fluido a granel.



Fuente: Elaboración propia (Extraído HEC-RAS 6.3.1)

- c) Esfuerzo Cortante: Todos los modelos reológicos lineales y no lineales requieren un límite elástico. Matemáticamente, el límite elástico es la intersección del eje y de la relación tensión-deformación. Conceptualmente, es el rango de tensiones sobre el cual la mezcla no se mueve. HEC-RAS proporciona tres métodos para el esfuerzo cortante: (1) Exponencial, (2) Rendimiento del usuario y (3) Coulomb, para este caso usaremos el método rendimiento por el usuario, debido a que dicho método es la forma más directa de ingresar el límite elástico.

Para el presente estudio se han tomado las tablas recomendadas por HEC-RAS para la ecuación exponencial de Julián (1995) para realizar los análisis reológicos y así obtener el esfuerzo cortante.

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Figura N° 29. Definición del esfuerzo cortante.

Material	a (Pa)	b
Typical soil	0.005	7.5
Kaolinite	0.05	9
Sensitive Clays	0.03	10
Bentonite	0.002	100

Fuente: Manual de flujo de detritos - HEC-RAS 6.3

- d) Viscosidad dinámica de la mezcla: viscosidad cargada de sedimentos. De acuerdo con el manual de Flujos de Lodo y Escombros de HEC-RAS utiliza modelos de “una sola fase” para simular flujos de lodo y escombros, es decir no calcula la mecánica de fluido y sólido por separado. Los modelos monofásicos tienen en cuenta los impactos de la fracción sólida cambiando las propiedades del fluido, incluida la viscosidad. HEC-RAS incluye cuatro métodos para calcular la viscosidad dinámica de la mezcla: (1) Exponencial, (2) Viscosidad dinámica de mezcla definida por el usuario (3) Maron y Pierce y (4) Relación Viscosidad, para este caso usaremos el método definido por el usuario, debido a que dicho método es la forma más directa de ingresar la viscosidad de la mezcla.

Para el presente estudio se han tomado las tablas recomendadas por HEC-RAS para la ecuación exponencial de O'Brien y Julian (1995) para realizar los análisis reológicos y así obtener la viscosidad dinámica de la mezcla.

Figura N° 30. Definición del esfuerzo cortante.

Material	β
Typical soil	8
Kaolinite	8
Sensitive Clays	5
Bentonite	100

Fuente: Manual de flujo de detritos - HEC-RAS 6.3

- e) C_v máx: El término de Bagnold en la cuadrática de O'Brien (el mismo término que incluye el tamaño de partícula representativo) estima las pérdidas por colisiones de partículas. El término aproxima la frecuencia relativa de estas colisiones, en parte, a partir de la densidad de partículas en el fluido en relación con la máxima densidad de empaquetamiento.

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Para el presente estudio el coeficiente volumétrico de la zona de estudio es menor al Cv max predeterminado de Bagnold (61.5 %), por lo que dejaremos este valor por defecto.

Figura N° 31. Definición del tamaño de partícula representativo.

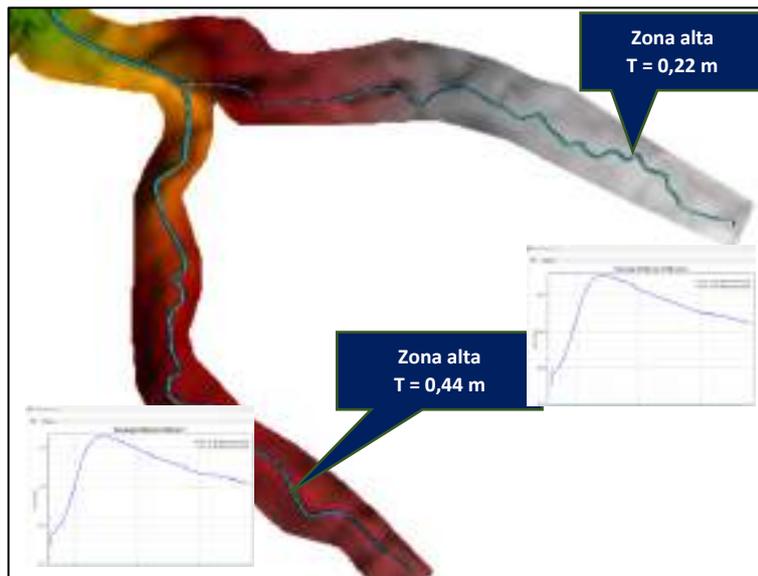
Max Cv (%) (Opt):

Fuente: Elaboración propia (Extraído HEC-RAS 6.3.1)

2.6.6. Resultados Generales.

- Identificación de tirantes: En la parte alta de la Quebrada Jacayita se observa que el caudal de entrada para el eje principal es de 1,657 m³/s, con tirantes de hasta 0,44 m, respecto al caudal del eje aportante para el periodo de retorno de 100 años, se tienen tirantes máximos de hasta 0,22 m, con un caudal de entrada de 0,711 m³/s, así mismo en la zona aluvial se muestra que no tiene un cauce definido que desemboque hasta el río Cañete.

Figura N° 32. Tirantes máximos para el TR 100 años

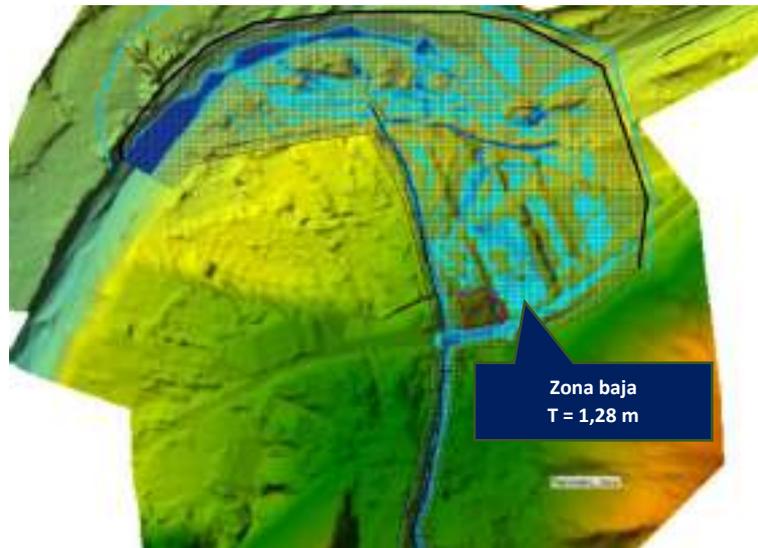


Fuente: Elaboración propia.

- Identificación de tirantes: En la parte baja de la Quebrada Jacayita se observa que el caudal que recorre el cauce principal es de 2,643 m³/s, con tirantes de hasta 1,28 m, así mismo en la zona aluvial se muestra que no tiene un cauce definido que desemboque hasta el río Cañete.

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

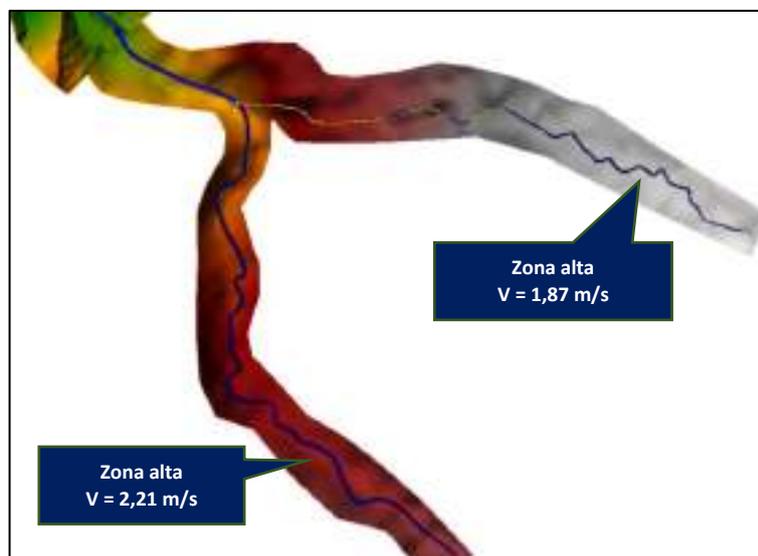
Figura N° 33. Tirantes máximos para el TR 100 parte baja



Fuente: Elaboración propia.

- Identificación de velocidades: En la zona alta de la Quebrada Jacayita, se muestran velocidades en el eje principal del cauce de hasta 2,21 m/s, respecto a las velocidades en el eje aportante es de 1,87 m/s debido a las altas pendientes que se originan.

Figura N° 34. Velocidades Máximas para el TR 100

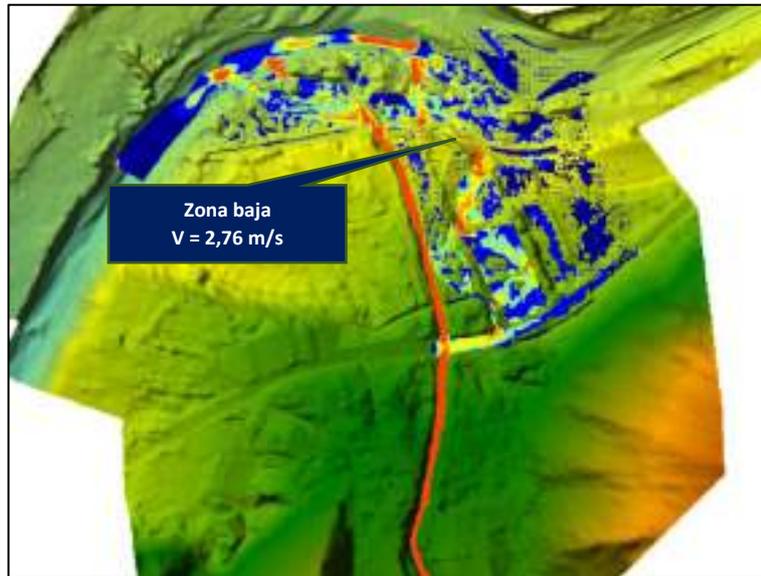


Fuente: Elaboración propia.

- Identificación de velocidades: En la zona baja de la quebrada Jacayita, se muestran velocidades de hasta 2,76 m/s, debido a las altas pendientes que se originan, respecto a la zona baja se muestra ante una posible activación de la quebrada para el periodo de retorno de 100 años.

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Figura N° 35. Velocidades Máximas para el TR 100 parte baja

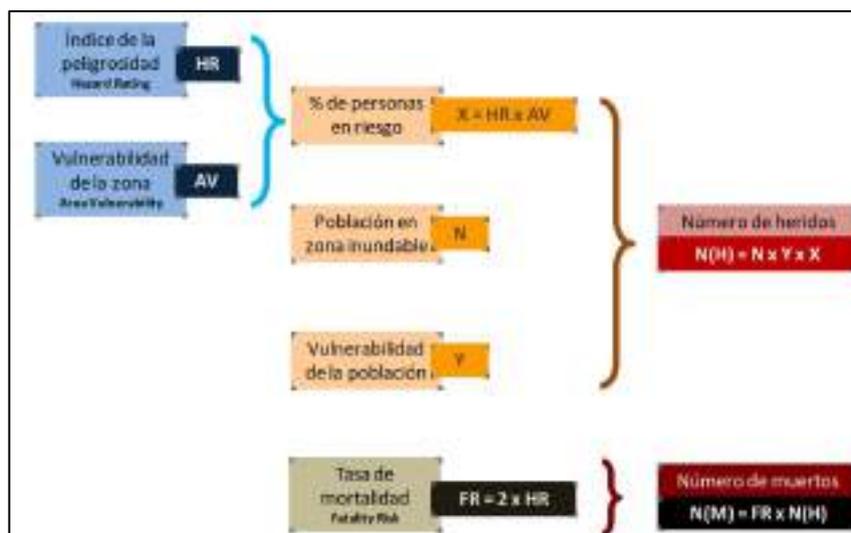


Fuente: Elaboración propia.

2.6.7. Índice y nivel de peligrosidad extrema

Uno de los criterios tomados para la delimitación de la faja marginal es el índice de Peligrosidad de Hazard Rating (HR), dicho índice es parte de los procesos de la metodología realizada por el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA) del Reino Unido, organismo dependiente del gobierno británico responsable de la política y regulaciones relacionadas con el medio ambiente, la alimentación y aspectos rurales.

Figura N° 36. Descripción del proceso de cálculo de heridos y muertos según la DEFRA



Fuente: Propuesta de Mínimos para la Metodología de realización de los Mapas de Riesgo de Inundación – Ministerio De Agricultura, Alimentación Y Medio Ambiente

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

HR, Índice de Peligrosidad

Se trata de un índice que se rige por la siguiente ecuación que depende de tres variables:

$$HR = d (v + 0.5) + DF$$

Donde:

- v: Velocidad (m/s)
- d: Calado: (m)
- DF (Debris Flow, flujo de escombros): dependiendo de la probabilidad de que su presencia suponga una amenaza importante adicional a la propia inundación. Los valores se encuentran dentro del rango 0-1

Los valores de velocidad se pueden obtener directamente de los ráster derivados de la modelización hidráulica o mediante simplificaciones a partir del raster de velocidades para T=100 años de período de retorno, que es de obligada obtención para la definición de la Zona de Flujo Preferente.

La propuesta de simplificación supondría la zonificación del ráster de velocidades en tres recintos con valor fijo de velocidad:

- Los pixeles con $v \leq 1 \text{ m/s}$ o aquellas zonas de la envolvente de T500 que quedan sin valor al extenderse fuera de la envolvente de T100, contarían con un valor fijo de $V = 1 \text{ m/s}$.
- Los pixeles con $1 \text{ m/s} < v \leq 2 \text{ m/s}$ contarían con un valor fijo de 2 m/s .
- Los pixeles con $2 \text{ m/s} \leq v$ contarían con un valor de 3 m/s .

El valor del flujo de escombros tiene como influencia en aquellos casos en que calados y velocidades sea reducidos depende del calado y el tipo de suelo según el siguiente cuadro:

Tabla N° 15. Asignación del coeficiente del flujo de escombros

Calado	Cultivos	Bosques	Urbano
0 – 0,25 m	0	0	0
0,25 – 0,75 m	0	0,5	1
d > 0,75 y/o v > 2	0,5	1	1

Fuente: Propuesta de Mínimos para la Metodología de realización de los Mapas de Riesgo de Inundación – Ministerio De Agricultura, Alimentación Y Medio Ambiente

El índice HR ya da una idea del grado de peligrosidad en la zona inundable:

Tabla N° 16. Valor de HR con la descripción correspondiente y el tipo de peligrosidad

Valor de HR	Descripción	Tipo de peligrosidad
0	Seguridad	Ninguno
0.- 0,75	Precaución	Bajo

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

Valor de HR	Descripción	Tipo de peligrosidad
0,75 – 1,5	Peligroso para algunos (niños)	Moderado
1,5 – 2,5	Peligroso para la mayoría de gente	Significativo
> 2,5	Peligroso para todos	Extremo

Fuente: Propuesta de Mínimos para la Metodología de realización de los Mapas de Riesgo de Inundación – Ministerio De Agricultura, Alimentación Y Medio Ambiente

De la simulación para el escenario del periodo de retorno de 100 años se obtuvo los índices de peligrosidad de Hazard Rating.

Con respecto a las áreas afectadas aguas abajo, el cauce muestra un índice de peligrosidad bajo a significativo. Mientras que la zona inundable muestra un índice de peligrosidad baja. Si bien no es peligroso para la mayoría de personas de la zona se debería considerar como punto crítico ya que no cuenta con defensas ribereñas que pueda proteger en caso de que suceda un evento extremo.

Figura N° 37. Índice de peligrosidad aguas debajo de la quebrada Jacayita



Fuente: Elaboración propia

2.6.8. Alternativas de solución.

La quebrada Jacayita se caracteriza por ser un área sujeta a flujos de lodo, de detritos y erosión fluvial, pudiendo afectar puentes y viviendas en los poblados, por tanto, se detalla algunas alternativas de solución que a continuación se dará a conocer:

El estudio denominado «Complementación de identificación de poblaciones vulnerables por activación de quebradas 2016 – 2017» realizado por la Dirección de Estudios de Proyectos Hidráulicos Multisectoriales (https://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/ANA/Complementacion%20de%20Identificacion%20de%20poblaciones%20vulnerables%20por%20activacion%20de%20quebradas%202016-2017_Nacional.pdf), ha realizado una tipificación

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

de estructuras según su ubicación y características fisiográficas en el departamento de Lima

Tabla N°17. Tipificación de estructuras en el departamento Lima

N°	Tipo de estructuras	Denominación	Condiciones para implementación
1	Dique longitudinal de enrocado	Tipo Ia	Taludes inestables, pendiente baja (0-15%) y media (15-30%), material rocoso.
2	Dique longitudinal de gaviones	Tipo Ib	Taludes inestables, pendiente baja (0-15%) y media (15-30%), material de bolonería (12 a 15 Pulg.).
3	Dique longitudinal de mampostería	Tipo Ic	Taludes inestables, pendiente baja (0-15%) y media (15-30%), material rocoso.
4	Dique longitudinal de concreto	Tipo Id	Taludes inestables, pendiente baja (0-15%) y media (15-30%).
5	Dique transversal de gaviones	Tipo IIb	Taludes inestables, pendiente baja (0-15%) y media (15-30%), material de bolonería (12 a 15 Pulg.).
6	Dique transversal con rollizos	Tipo IIc	Taludes inestables, pendiente baja (0-15%) y media (15-30%), material de rocas medianas y presencia de rollizos (maderas de diámetro > 4 pulg.).
7	Dique transversal de mampostería	Tipo IIId	Taludes inestables, pendiente media (15-30%) y alta (>30%), material rocoso.
8	Barreras dinámicas	Tipo IIIa	Alta densidad poblacional, pendiente alta (>30%), material de arrastre (detritos), precipitación intensa y de corta duración (30 mm/h).

Fuente: Complementación de identificación de poblaciones vulnerables por activación de quebradas 2016 – 2017 ANA

El estudio denominado «Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la Región Lima» realizado por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) detalla que como recomendación no se debe permitir la construcción de viviendas cerca al cauce de las quebradas, así mismo, se debe construir defensas ribereñas para proteger los puentes, canalizar las quebradas, limpiar el cauce.

3. DELIMITACIÓN DE LA FAJA MARGINAL

3.1. Dimensionamiento de la faja marginal.

Según el Reglamento para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua naturales y artificiales (R.J. N° 332-2016-ANA), establece que las fajas marginales son bienes de dominio público hidráulico por lo que tienen la condición de inalienables e imprescriptibles.

El ancho mínimo de la faja marginal es aprobado mediante resolución de la Autoridad Administrativa del Agua (AAA), conforme a las disposiciones establecidos en el reglamento.

Los criterios para determinar el ancho mínimo de las fajas marginales están establecidos en el Artículo 12 (R.J. N° 332-2016-ANA), donde se indica que luego de determinar el límite superior de la ribera, se establece el ancho mínimo de la faja marginal.

Tabla N°18. Ancho mínimo de la faja marginal en cuerpo de agua

TIPO DE FUENTE	ANCHO MÍNIMO (M) ¹
QUEBRADAS Y TRAMOS DE RÍOS DE ALTA PENDIENTE (MAYORES A 2%) ENCAÑONADOS DE MATERIAL ROCOSO	3
QUEBRADAS Y TRAMOS DE RÍOS DE ALTA PENDIENTE (MAYORES A 2%) MATERIAL CONGLOMERADO	4
TRAMOS DE RÍOS CON PENDIENTE MEDIA (1-2%)	5
TRAMOS DE RÍOS CON BAJA PENDIENTE (MENORES A 1%) Y PRESENCIA DE DEFENSAS VIVAS	6
TRAMOS DE RÍOS CON BAJA PENDIENTE (MENORES A 1%) Y RIBERAS DESPROTEGIDAS	10
TRAMOS DE RÍOS CON ESTRUCTURAS DE DEFENSA RIBEREÑA (GAVIONES, DIQUES, ENROCADOS, MUROS, ETC.), MEDIDOS A PARTIR DEL NIVEL DE TALUD EXTERNO.	4
TRAMOS DE RÍOS DE SELVA CON BAJA PENDIENTE (MENORES A 1%)	25
LAGOS Y LAGUNAS	10
RESERVIORIOS O EMBALSES (COTA DE VERTEDERO DE DEMASÍAS)	10

1 medidos a partir del límite superior de la ribera

Fuente: R.J. N° 332-2016-ANA

Para el caso de la quebrada Jacayita, se trata de un tramo de quebrada y tramos de ríos de alta pendiente (Mayores a 2%) de material conglomerado. De acuerdo con lo establecido en la normativa vigente, correspondería un ancho mínimo de faja marginal de 4,0 m. Se entiende que esto es tomando como punto de inicio el límite superior de la ribera. Si el ancho mínimo resulta insuficiente o no permite el uso público al cual está destinada la faja marginal, esta puede ser justificada y sustentada mediante informe técnico.

Dicho lo anterior, se ha utilizado 04 criterios para la propuesta de delimitación de faja marginal: a) Espacio necesario para la construcción, conservación y protección de las defensas ribereñas y del cauce, b) Espacio necesario para los usos públicos, c) considerando la máxima crecida, simulando el área de inundación, y d) Identificación de zonas de riesgo, aplicando criterios de gestión de riesgo ante desastres. Esto basado en el decreto supremo N° 094-2018-PCM, que establece la aplicación de criterios de Gestión de Riesgo de Desastres.

3.2. Verificación técnica de campo

Mediante Memorando N° 3744-2024-ANA-AAA.CF de fecha 2024.11.04, se solicita a la Administración Local del Agua (ALA) Mala Omas Cañete que realice la verificación técnica de campo. Mediante Notificación N°0333-2024-ANA-AAA.CF-ALA.MOC la ALA Mala Omas Cañete notifica a la Municipalidad Distrital de Lunahuaná, a fin de que opinen sobre la delimitación de faja marginal en la quebrada Jacayita, realizado el día 2024.12.02 a las 10:30 am.

Mediante Informe Técnico N°0004-2025-ANA-AAA.CF-ALA.MOC/MJRM, la ALA Mala Omas Cañete realizó el informe respecto a la verificación técnica de campo en la que se constata lo siguiente:

- Se hizo la verificación de campo con participación con el representante de la

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

municipalidad distrital de Lunahuaná el Sr. Nuñez Sarmiento.

- b) En el inicio de la faja marginal, ubicado en las coordenadas UTM WGS 84: 380 102 m E; 8 571 335 m N, se verificó que la quebrada se encuentra limpia, sin maleza, ni árboles.
- c) Cerca a los hitos 4 y 5 se observan construcciones de vivienda de material noble y rústico.
- d) Los hitos 6, 7, 8, 9 y 10 no se evidenció ningún tipo de problema en su ubicación.
- e) El representante de la municipalidad distrital de Lunahuaná manifiesta que la quebrada mencionada pertenece geográficamente al distrito de Pacarán, sin embargo, al observar en la imagen satelital de Google Earth, y superponer la información de distritos descargados en el GEOIDEP (https://www.idep.gob.pe/geoportal/services/DATOS_GEOESPACIALES/LIMITES/MapServer/WMS/Server) respecto a la quebrada Jacayita, se muestra que la quebrada en mención se encuentra dentro del distrito de Lunahuaná y no en el distrito de Pacarán (Figura 38)

Figura N° 38. Ubicación distrital de la quebrada Jacayita



Fuente: Elaboración propia

El informe concluye que la propuesta de delimitación de faja marginal en la quebrada Jacayita guarda relación con el cauce que se encuentra actualmente en campo; indicando que no se observó ningún inconveniente en la posible ubicación en campo.

3.3. Límites de la faja marginal de la quebrada Jacayita

Tal como indica el Informe Técnico N° 0004-2025-ANA-AAA.CF-ALA.MOC/MJRM realizada por la ALA Mala Omas Cañete, no se observó ningún inconveniente en la posible ubicación en campo, por lo tanto, los hitos finales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla N°19. Hitos de la faja marginal – Quebrada principal Jacayita

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD 01	380 096	8 571 365	HD 12	380 453	8 570 571
HD 02	380 114	8 571 332	HD 13	380 444	8 570 539
HD 03	380 144	8 571 215	HD 14	380 504	8 570 383
HD 04	380 143	8 571 139	HD 15	380 503	8 570 144
HD 05	380 122	8 571 059	HD 16	380 551	8 570 086
HD 06	380 130	8 571 035	HD 17	380 692	8 569 978
HD 07	380 194	8 570 980	HD 18	380 765	8 569 872
HD 08	380 262	8 570 904	HD 19	380 797	8 569 845
HD 09	380 472	8 570 814	HD 20	380 839	8 569 848
HD 10	380 508	8 570 764	HD 21	381 006	8 569 709
HD 11	380 503	8 570 609			

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI 01	380 078	8 571 359	HI 12	380 473	8 570 635
HI 02	380 098	8 571 328	HI 13	380 409	8 570 581
HI 03	380 127	8 571 214	HI 14	380 404	8 570 551
HI 04	380 125	8 571 146	HI 15	380 448	8 570 391
HI 05	380 104	8 571 058	HI 16	380 416	8 570 114
HI 06	380 115	8 571 025	HI 17	380 481	8 570 034
HI 07	380 160	8 570 978	HI 18	380 690	8 569 918
HI 08	380 197	8 570 920	HI 19	380 737	8 569 824
HI 09	380 227	8 570 887	HI 20	380 763	8 569 806
HI 10	380 449	8 570 792	HI 21	380 815	8 569 812
HI 11	380 477	8 570 756	HI 22	380 989	8 569 684

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°20. Propuesta de Hitos de la faja marginal – Aportante 01

FAJA MARGINAL - QUEBRADA 01- MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD-AP-01	380 463	8 570 818	HD-AP-06	381 338	8 570 701
HD-AP-02	380 609	8 570 833	HD-AP-07	381 504	8 570 648
HD-AP-03	380 735	8 570 790	HD-AP-08	381 565	8 570 603
HD-AP-04	380 963	8 570 809	HD-AP-09	381 610	8 570 527
HD-AP-05	381 191	8 570 789	HD-AP-10	381 728	8 570 487

FAJA MARGINAL - QUEBRADA 01- MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI-AP-01	380 508	8 570 764	HI-AP-06	381 481	8 570 602
HI-AP-02	380 697	8 570 712	HI-AP-07	381 542	8 570 568
HI-AP-03	380 923	8 570 753	HI-AP-08	381 577	8 570 508
HI-AP-04	381 128	8 570 718	HI-AP-09	381 716	8 570 463
HI-AP-05	381 320	8 570 645			

Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES. Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones

- Bajo las disposiciones establecidas en la normativa vigente en materia de delimitación de fajas marginales y efectuado el estudio hidrológico de máximas avenidas se recomienda considerar los caudales determinados para un periodo de retorno de 100 años, porque existen viviendas y/o poblaciones asentadas próximas y en los mismos cauces de las quebradas en estudio

Quebrada	Caudales máximos para periodo de retorno de 100 años
Jacayita	1,42 m ³ /s

- Se ha identificado un punto de la red geodésica del Plan Integral (Red Terciaria) cuyo objetivo es llevar a cabo los levantamientos de detalle de las estas obras, así como futuros replanteos, dichos puntos fueron materializados en el terreno con monumento de concreto de dimensiones de 30 x 30 cm, con varilla de acero, pintados e identificados adecuadamente.

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION
GSI-07	380 157,970	8 571 194,415	578,495

- Se determinó el coeficiente de rugosidad de Manning, utilizando las tablas de suelo de acuerdo a la guía metodología para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables, del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, del Gobierno de España según SIOSE y CLC2000, así como las tablas de rugosidad de Manning para colchones Reno, Gaviones y Geomantas del Manual Técnico de Revestimiento de canales y cursos de agua de MACCAFERRI. Obteniéndose lo siguiente:

USOS DE SUELOS	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD
PARCELA	0,04
QUEBRADAS	0,048
ERIAZA	0,03
CAMINO CARRIZABLE	
URBANO	0,1
ASFALTO	

- El software elegido es HEC-RAS 6.3.1 ya que dicho software permite la modelación hidráulica de flujos hiperconcentrados, además, se ha determinado los parámetros reológicos, de acuerdo con el estudio realizado O'Brien y Julien (1988) de acuerdo con las tablas recomendadas en el manual de flujo de

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

detritos de HEC-RAS.

- Se ha realizado la configuración del modelo estableciendo mallas zonificadas lo que significa asignar un tamaño de malla no estructurada de 3m en zonas de inundación y 2 m en la zona urbana.
- Se ha realizado numéricamente el paso del flujo de lodo y detritos en la quebrada Jacayita utilizando el módulo de flujos hiperconcentrados con la fórmula de O'Brien teniendo en cuenta los parámetros reológicos recomendados en el manual de flujo de detritos de HEC-RAS

Periodo de Retorno	Zona		Caudal (m3/s)		Velocidades (m/s)	Tirante (m)
			Entrada	Salida		
TR 100	Cauce Principal	Alta	1,66	1,65	2,21	0,44
		Baja	2,69	2,70	2,76	1,28
	Aportante 01		0,71	0,71	1,87	0,22

- De acuerdo con el informe realizado por la ALA Mala Omas Cañete para la verificación técnica de campo y en coordinación con la Municipalidad Distrital de Lunahuaná, concluye que la propuesta de delimitación de faja marginal en la quebrada Jacayita guarda relación con el cauce que se encuentra actualmente en campo; indicando que no se observó ningún inconveniente en la posible ubicación en campo.
- Establecer la delimitación de la Faja Marginal en ambos márgenes en el cauce principal contando con un total de 43 hitos georreferenciados y validados en coordenadas UTM WGS 84, de los cuales 21 hitos corresponden a la margen derecha y 22 hitos a la margen izquierda; así mismo para la quebrada aportante 1 cuenta con un total de 19 hitos georreferenciados y validados en coordenadas UTM WGS 84, de los cuales 10 hitos corresponden a la margen derecha y 9 hitos a la margen izquierda.

Ubicación del tramo de estudio - Quebrada Jacayita (Cauce principal) - Longitud 2.33 km						
Cuerpo de Agua	Sector	Inicio		Final		Longitud (km)
		Este	Norte	Este	Norte	
Quebrada Jacayita	Jacayita	380 087	8 571 362	381 000	8 569 693	2,33
N° HITOS		43		Hitos Margen Derecha Hitos Margen Izquierda		
				21 22		

Ubicación del tramo de estudio - Quebrada Jacayita (Aportante 1) - Longitud 1.45 km						
Cuerpo de Agua	Sector	Inicio		Final		Longitud (km)
		Este	Norte	Este	Norte	
Aportante 1	Jacayita	380 484	8 570 797	381 720	8 570 474	1,45
N° HITOS		19		Hitos Margen Derecha Hitos Margen Izquierda		
				10 9		

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD 01	380 096	8 571 365	HD 12	380 453	8 570 571
HD 02	380 114	8 571 332	HD 13	380 444	8 570 539
HD 03	380 144	8 571 215	HD 14	380 504	8 570 383
HD 04	380 143	8 571 139	HD 15	380 503	8 570 144
HD 05	380 122	8 571 059	HD 16	380 551	8 570 086
HD 06	380 130	8 571 035	HD 17	380 692	8 569 978
HD 07	380 194	8 570 980	HD 18	380 765	8 569 872
HD 08	380 262	8 570 904	HD 19	380 797	8 569 845
HD 09	380 472	8 570 814	HD 20	380 839	8 569 848
HD 10	380 508	8 570 764	HD 21	381 006	8 569 709
HD 11	380 503	8 570 609			

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI 01	380 078	8 571 359	HI 12	380 473	8 570 635
HI 02	380 098	8 571 328	HI 13	380 409	8 570 581
HI 03	380 127	8 571 214	HI 14	380 404	8 570 551
HI 04	380 125	8 571 146	HI 15	380 448	8 570 391
HI 05	380 104	8 571 058	HI 16	380 416	8 570 114
HI 06	380 115	8 571 025	HI 17	380 481	8 570 034
HI 07	380 160	8 570 978	HI 18	380 690	8 569 918
HI 08	380 197	8 570 920	HI 19	380 737	8 569 824
HI 09	380 227	8 570 887	HI 20	380 763	8 569 806
HI 10	380 449	8 570 792	HI 21	380 815	8 569 812
HI 11	380 477	8 570 756	HI 22	380 989	8 569 684

FAJA MARGINAL - QUEBRADA 01- MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD-AP-01	380 463	8 570 818	HD-AP-06	381 338	8 570 701
HD-AP-02	380 609	8 570 833	HD-AP-07	381 504	8 570 648
HD-AP-03	380 735	8 570 790	HD-AP-08	381 565	8 570 603
HD-AP-04	380 963	8 570 809	HD-AP-09	381 610	8 570 527
HD-AP-05	381 191	8 570 789	HD-AP-10	381 728	8 570 487

FAJA MARGINAL - QUEBRADA 01- MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI-AP-01	380 508	8 570 764	HI-AP-06	381 481	8 570 602
HI-AP-02	380 697	8 570 712	HI-AP-07	381 542	8 570 568
HI-AP-03	380 923	8 570 753	HI-AP-08	381 577	8 570 508
HI-AP-04	381 128	8 570 718	HI-AP-09	381 716	8 570 463
HI-AP-05	381 320	8 570 645			

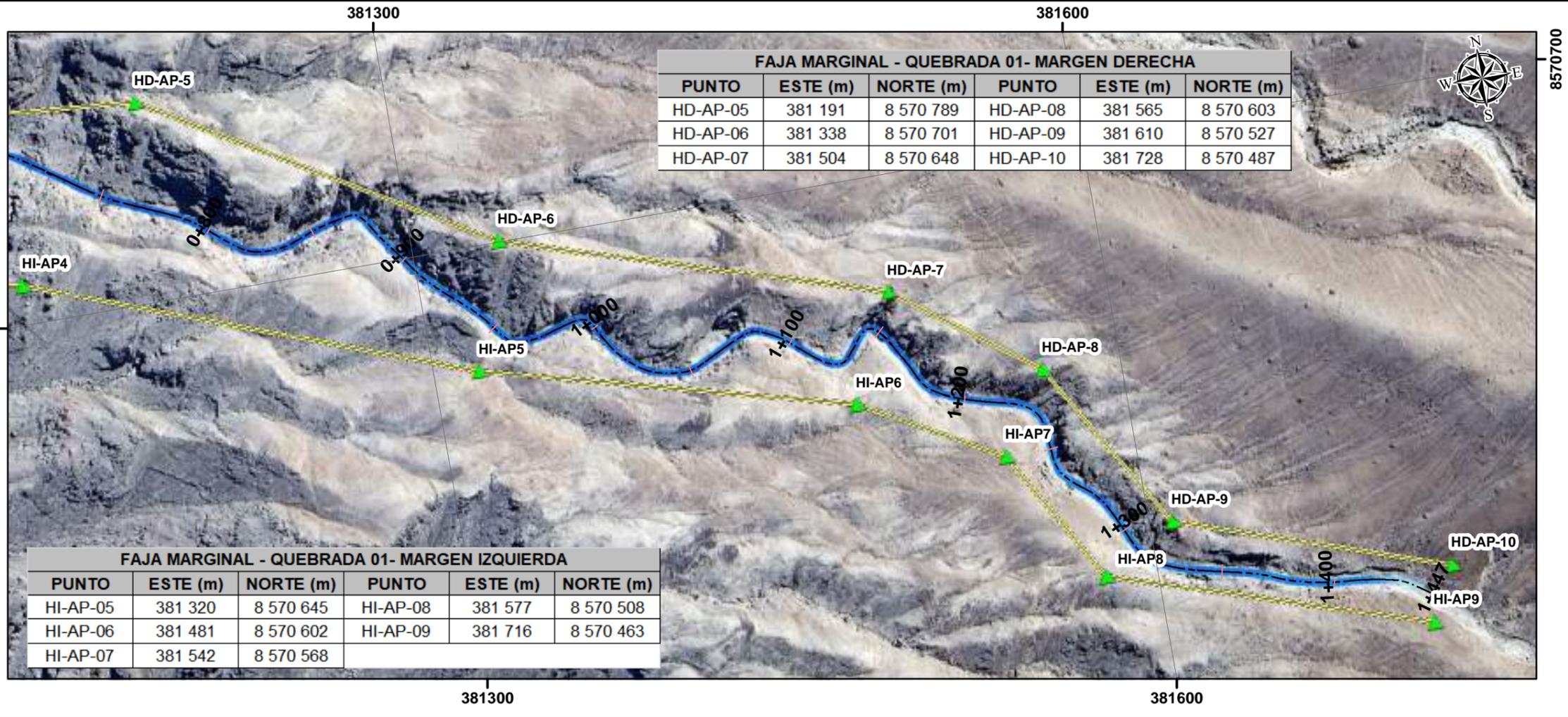
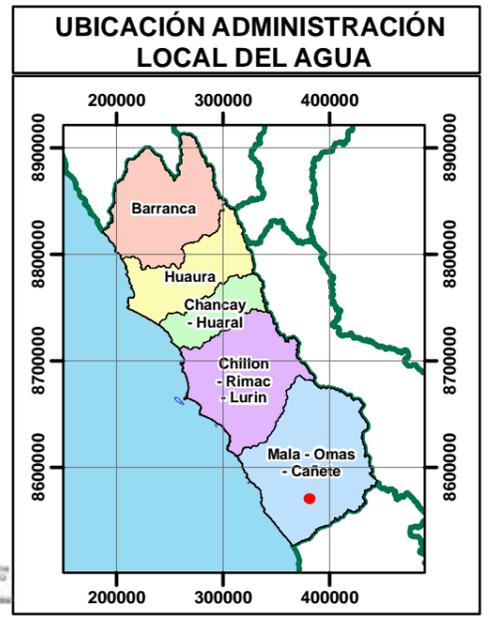
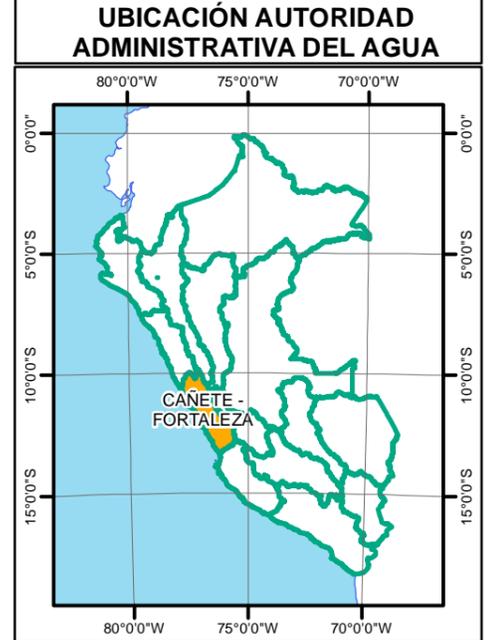
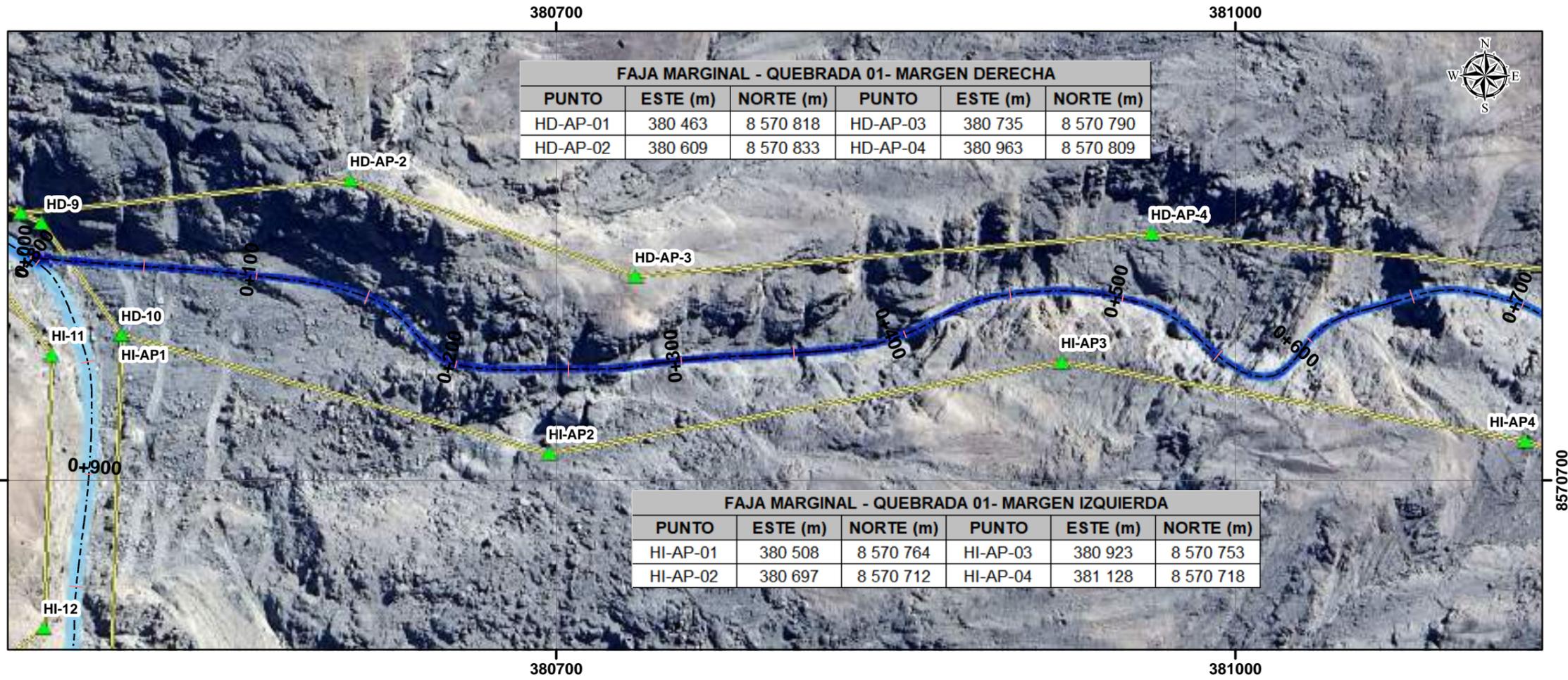
4.2. Recomendaciones

- Realizar actividades de mantenimiento del cauce antes y después de la ocurrencia de eventos por inundación generados por la presencia del fenómeno El Niño.
- Se debe realizar planes a mediano y largo plazo para el ordenamiento territorial, que conlleva a desarrollar actividades de reubicación de la población ubicada en zonas de riesgo, dado que los proyectos estructurales tienen un tiempo de vida útil

“Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana”

determinado.

- El gobierno local debe tomar en consideración las recomendaciones y/o alternativas mostradas en el presente informe con el objetivo de defender las unidades productoras como los centros poblados, así mismo la posible afectación de áreas agrícolas aledañas, carreteras, etc.
- La delimitación de faja marginal de la quebrada Jacayita fue realizado tomando los estudios de topografía (considerando las condiciones actuales de la zona), hidrología y modelación hidráulica para el periodo de retorno de 100 años, sin embargo, si se plantea la modificación de los hitos, las condiciones de la zona en estudio deben mejorarse, mostrándose obras de protección y/o canalización que permita que las condiciones sean favorables y siendo demostrado técnicamente con la metodología realizada en el presente estudio.
- Comunicar al Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Municipalidad Distrital de Lunahuaná, Municipalidad Provincial de Cañete, Gobierno Regional de Lima, Organismos de Formalización de la Propiedad Informal – COFOPRI, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres – CENEPRED, Superintendencia Nacional de los Registros Públicos - SUNARP, Instituto Nacional de Defensa Civil, Superintendencia de Bienes Nacionales, a fin de realizar las acciones pertinentes para su conocimiento en el desarrollo del ámbito y su preservación como dominio público hidráulico de la faja marginal delimitada, y remitir copia a la Administración Local de Agua Mala Omas Cañete, conforme a Ley.



Firmado digitalmente por:
 OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
 46853567 hard
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 13/02/2025 08:31:04-0500

Firmado digitalmente por ANCAJIMA
 OJEDA Luis Antonio FALU
 20520711865 hard
 Motivo: Soy V. B

LEYENDA

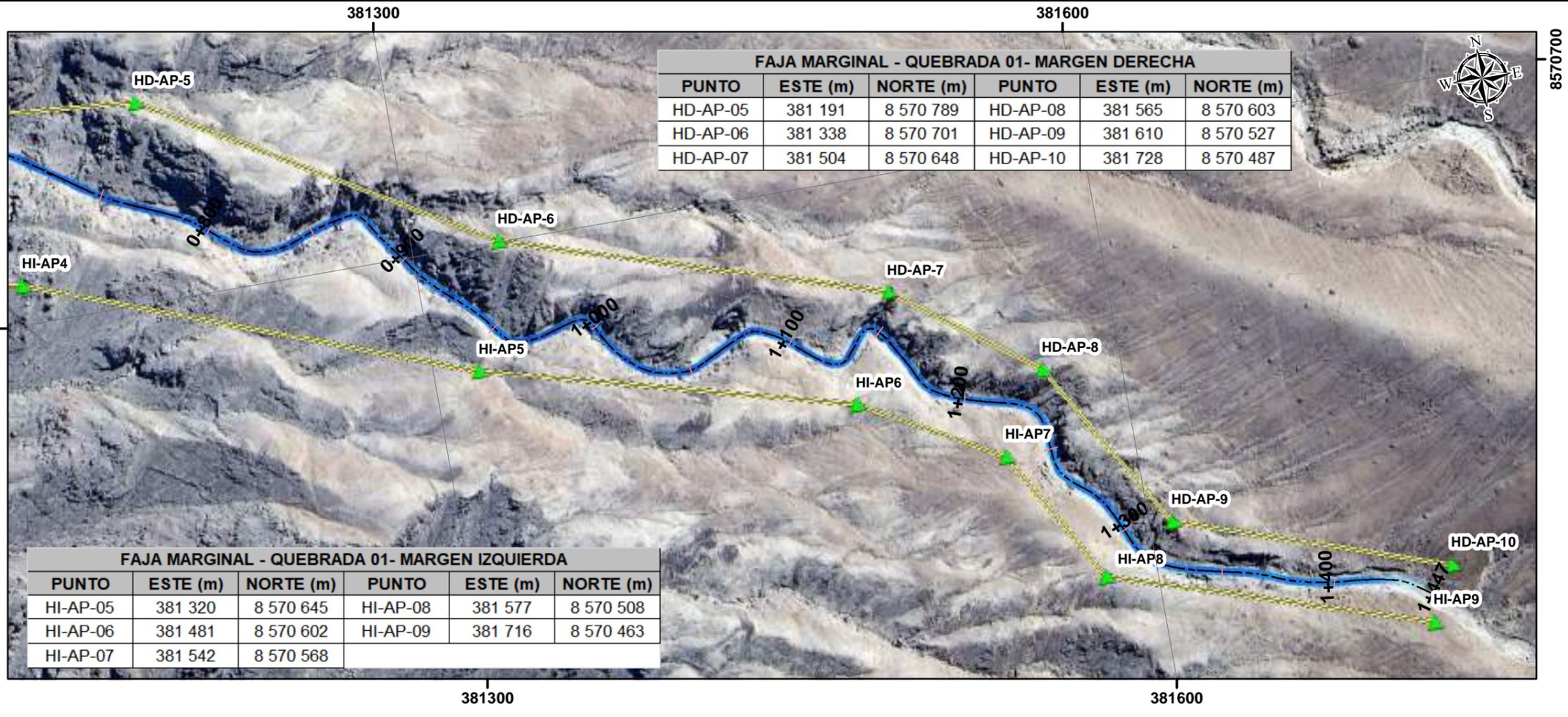
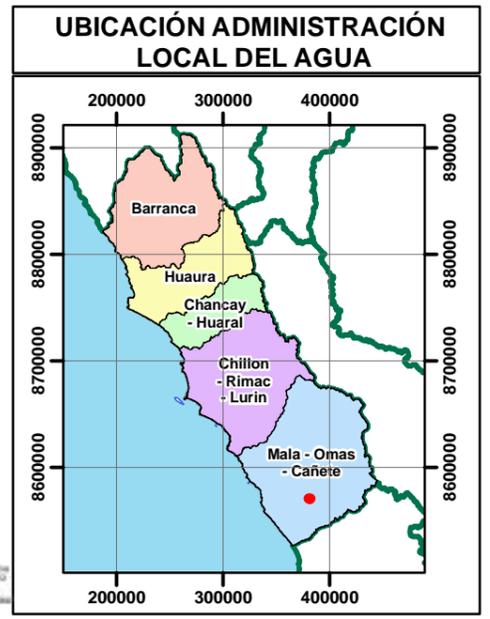
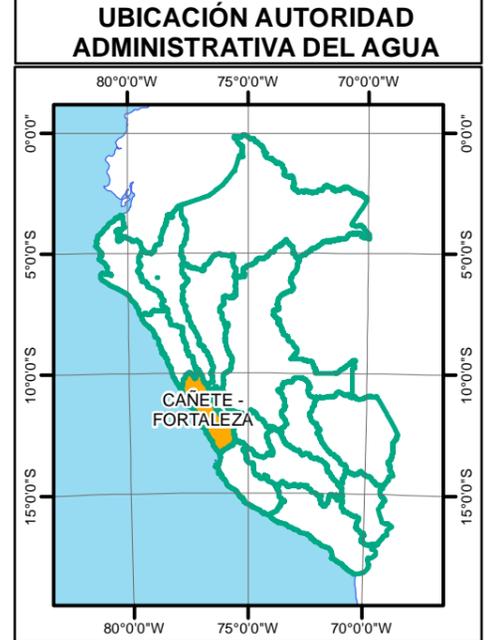
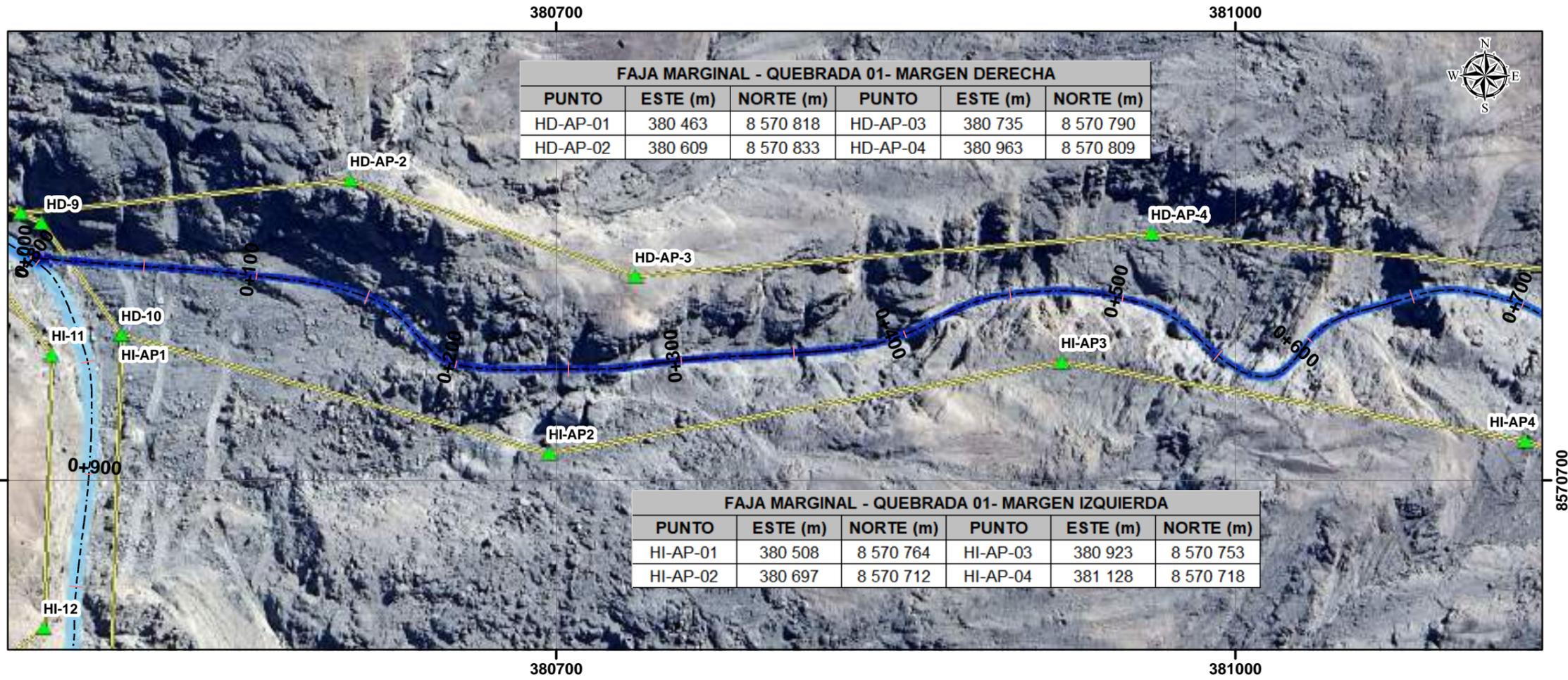
- Hitos
- Faja marginal

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA CAÑETE - FORTALEZA

ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA MALA - OMAS - CAÑETE

DELIMITACIÓN DE FAJA MARGINAL QUEBRADA JACAYITA APORTANTE 1

Escala: 1:2,200
 Fecha: Febrero 2025
 Proyección: Universal Transverse Mercator
 Datum: World Geodesic System 1984
 Zona: 18 Sur
 Fuente: AAA I CAÑETE FORTALEZA



Firmado digitalmente por:
 OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
 46853567 hard
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 13/02/2025 08:31:04-0500

Firmado digitalmente por ANCAJIMA
 OJEDA Luis Antonio FALU
 20520711865 hard
 Motivo: Soy V. B

LEYENDA

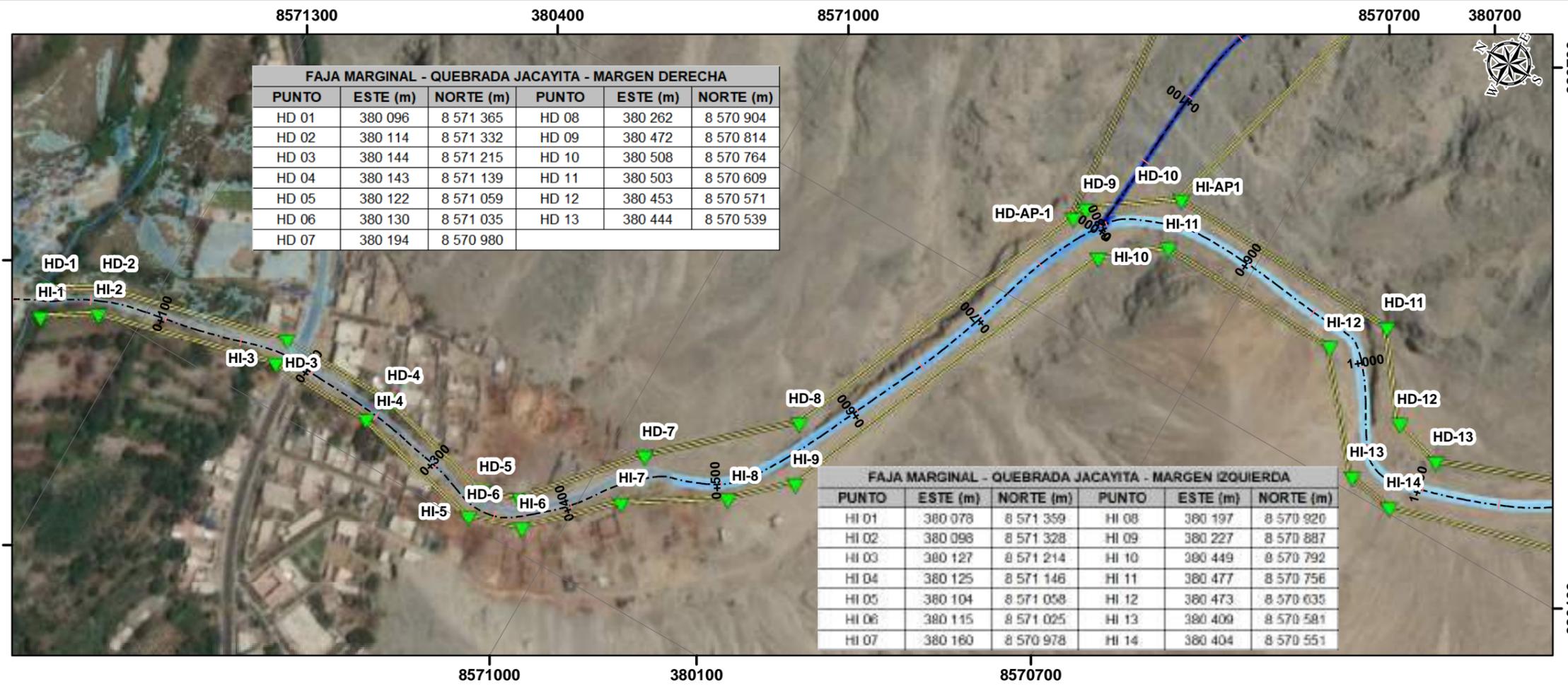
- Hitos
- Faja marginal

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA CAÑETE - FORTALEZA

ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA MALA - OMAS - CAÑETE

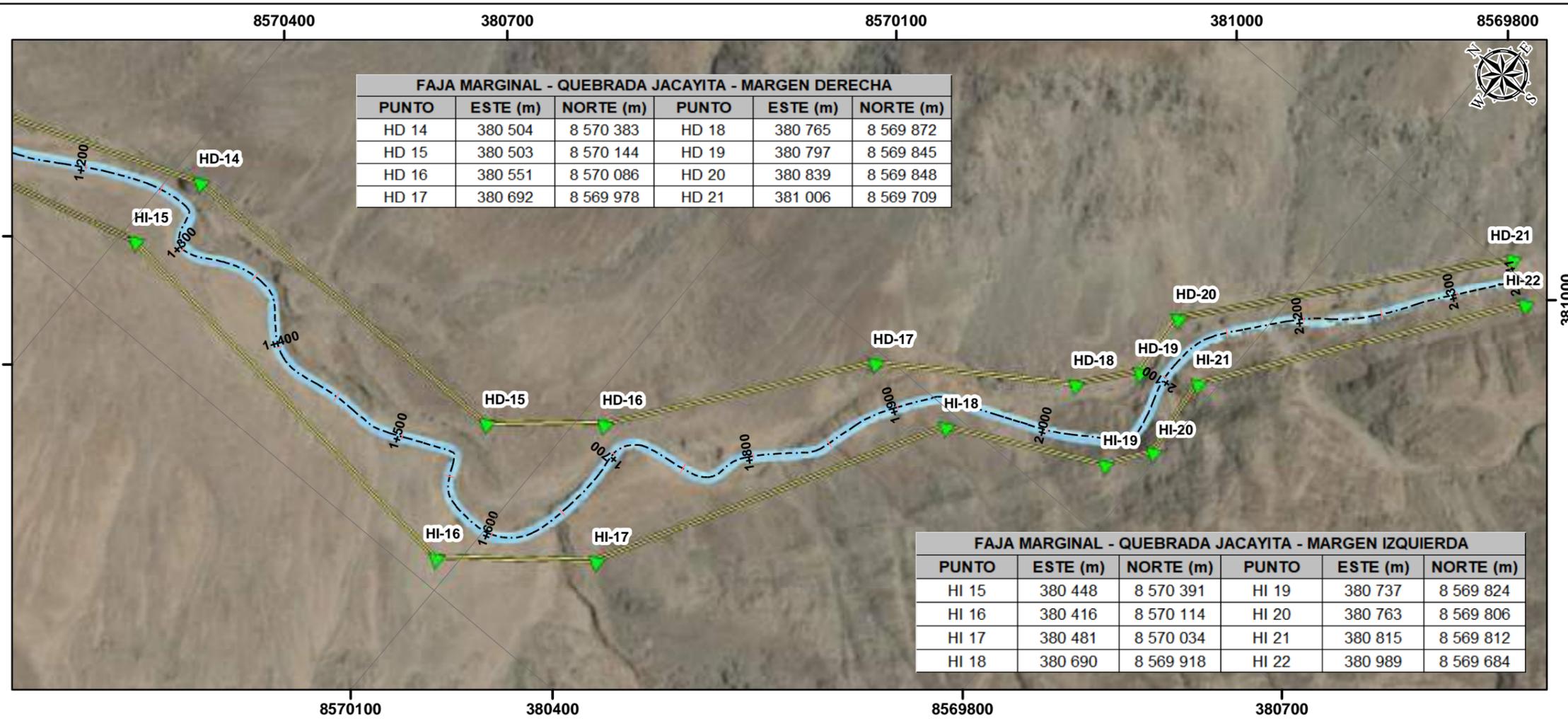
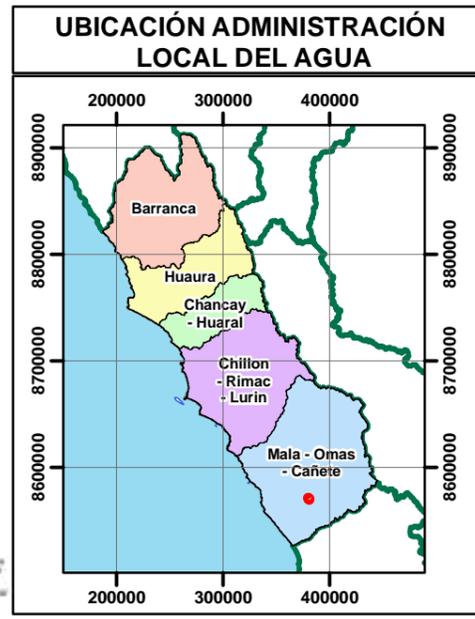
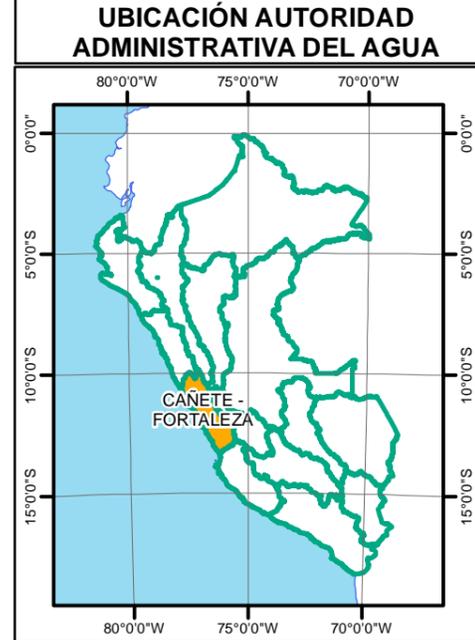
DELIMITACIÓN DE FAJA MARGINAL QUEBRADA JACAYITA APORTANTE 1

Escala: 1:2,200
 Fecha: Febrero 2025
 Proyección: Universal Transverse Mercator
 Datum: World Geodesic System 1984
 Zona: 18 Sur
 Fuente: AAA I CAÑETE FORTALEZA



FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD 01	380 096	8 571 365	HD 08	380 262	8 570 904
HD 02	380 114	8 571 332	HD 09	380 472	8 570 814
HD 03	380 144	8 571 215	HD 10	380 508	8 570 764
HD 04	380 143	8 571 139	HD 11	380 503	8 570 609
HD 05	380 122	8 571 059	HD 12	380 453	8 570 571
HD 06	380 130	8 571 035	HD 13	380 444	8 570 539
HD 07	380 194	8 570 980			

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI 01	380 078	8 571 359	HI 08	380 197	8 570 920
HI 02	380 098	8 571 328	HI 09	380 227	8 570 887
HI 03	380 127	8 571 214	HI 10	380 449	8 570 792
HI 04	380 125	8 571 146	HI 11	380 477	8 570 756
HI 05	380 104	8 571 058	HI 12	380 473	8 570 635
HI 06	380 115	8 571 025	HI 13	380 409	8 570 581
HI 07	380 180	8 570 978	HI 14	380 404	8 570 551



FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD 14	380 504	8 570 383	HD 18	380 765	8 569 872
HD 15	380 503	8 570 144	HD 19	380 797	8 569 845
HD 16	380 551	8 570 086	HD 20	380 839	8 569 848
HD 17	380 692	8 569 978	HD 21	381 006	8 569 709

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI 15	380 448	8 570 391	HI 19	380 737	8 569 824
HI 16	380 416	8 570 114	HI 20	380 763	8 569 806
HI 17	380 481	8 570 034	HI 21	380 815	8 569 812
HI 18	380 690	8 569 918	HI 22	380 989	8 569 684

Firmado digitalmente por:
 OLVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
 46853567 hard
 Motivo: Soy el autor del documento
 Fecha: 13/02/2025 08:29:19-0500

Firmado digitalmente por:
 ANCA JUMA
 OJEDA Luis
 Antigos FAU
 20520711865 hard
 Motivo: Doy V B'

LEYENDA

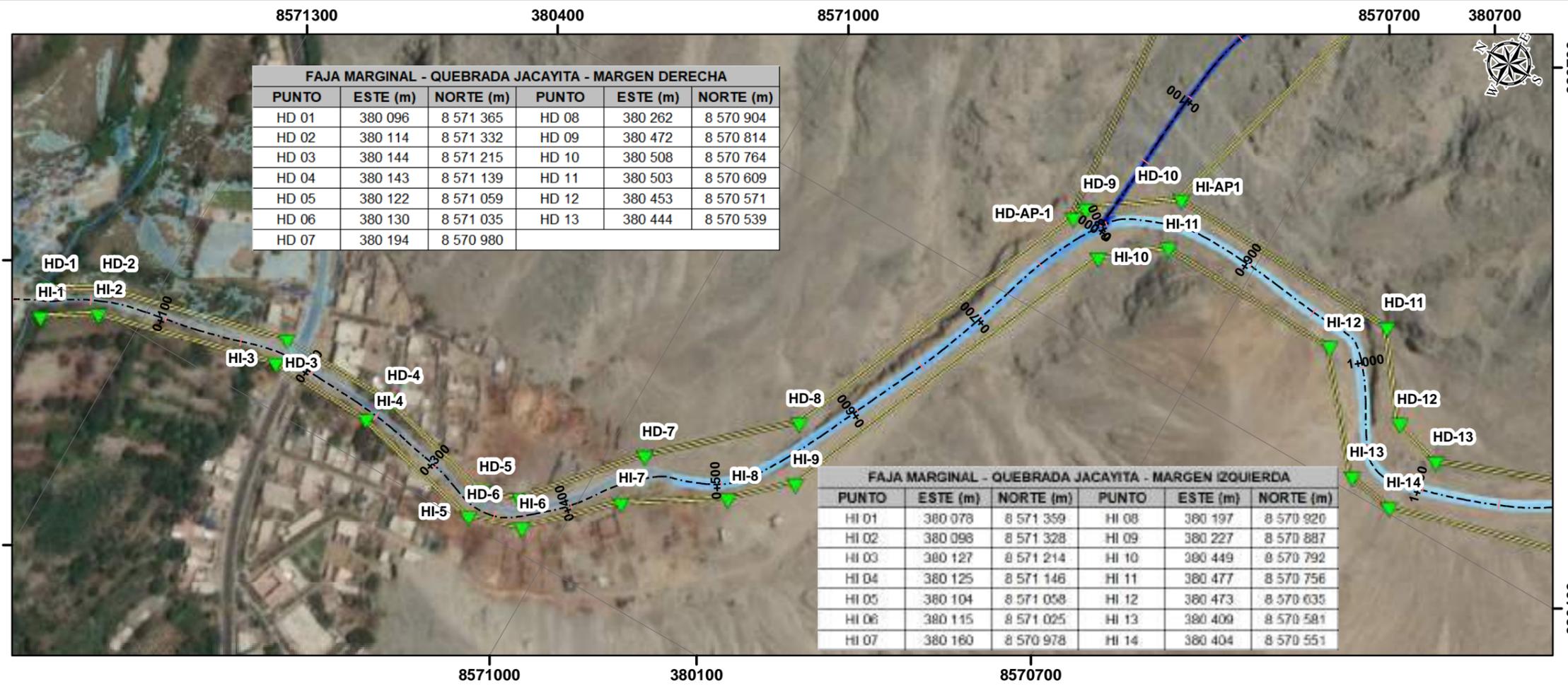
- ▲ Hitos
- Faja marginal

**AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA
CAÑETE - FORTALEZA**

**ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA
MALA - OMAS - CAÑETE**

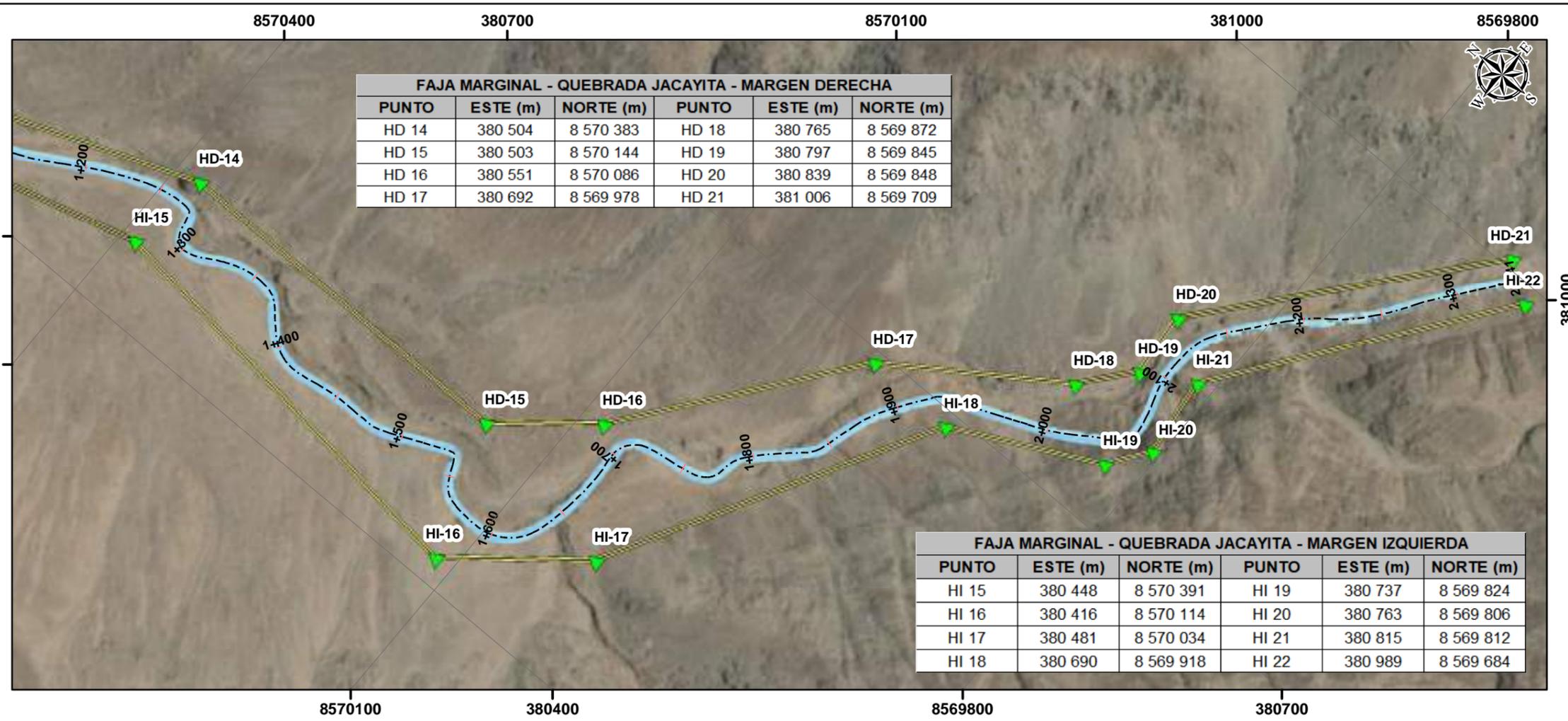
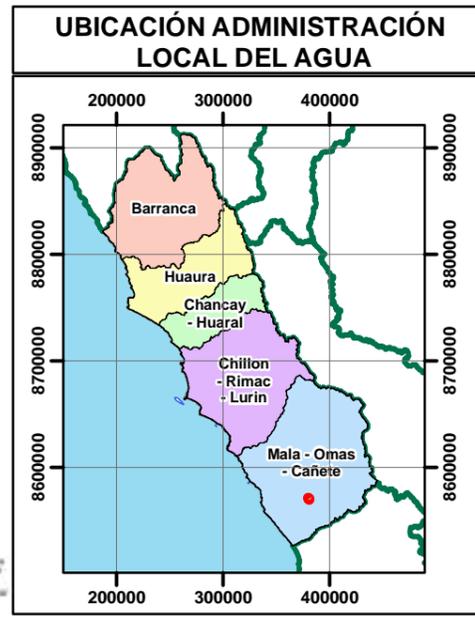
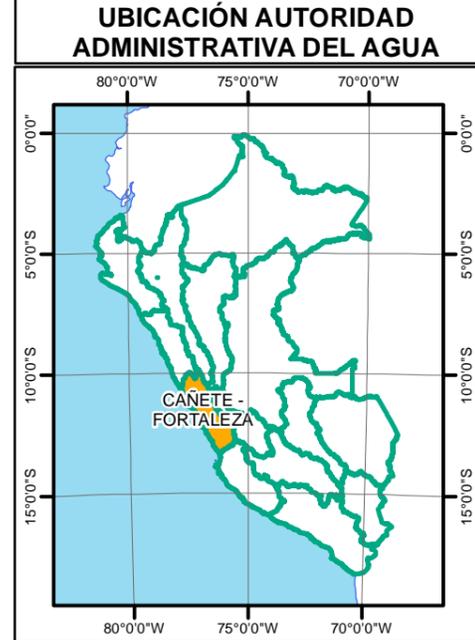
**DELIMITACIÓN DE FAJA MARGINAL QUEBRADA JACAYITA
CAUCE PRINCIPAL**

Escala: 1:3,200
 Fecha: Febrero 2025
 Proyección: Universal Transverse Mercator
 Datum: World Geodesic System 1984
 Zona: 18 Sur
 Fuente: AAA I CAÑETE FORTALEZA



FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD 01	380 096	8 571 365	HD 08	380 262	8 570 904
HD 02	380 114	8 571 332	HD 09	380 472	8 570 814
HD 03	380 144	8 571 215	HD 10	380 508	8 570 764
HD 04	380 143	8 571 139	HD 11	380 503	8 570 609
HD 05	380 122	8 571 059	HD 12	380 453	8 570 571
HD 06	380 130	8 571 035	HD 13	380 444	8 570 539
HD 07	380 194	8 570 980			

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI 01	380 078	8 571 359	HI 08	380 197	8 570 920
HI 02	380 098	8 571 328	HI 09	380 227	8 570 887
HI 03	380 127	8 571 214	HI 10	380 449	8 570 792
HI 04	380 125	8 571 146	HI 11	380 477	8 570 756
HI 05	380 104	8 571 058	HI 12	380 473	8 570 635
HI 06	380 115	8 571 025	HI 13	380 409	8 570 581
HI 07	380 180	8 570 978	HI 14	380 404	8 570 551



FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN DERECHA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HD 14	380 504	8 570 383	HD 18	380 765	8 569 872
HD 15	380 503	8 570 144	HD 19	380 797	8 569 845
HD 16	380 551	8 570 086	HD 20	380 839	8 569 848
HD 17	380 692	8 569 978	HD 21	381 006	8 569 709

FAJA MARGINAL - QUEBRADA JACAYITA - MARGEN IZQUIERDA					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)
HI 15	380 448	8 570 391	HI 19	380 737	8 569 824
HI 16	380 416	8 570 114	HI 20	380 763	8 569 806
HI 17	380 481	8 570 034	HI 21	380 815	8 569 812
HI 18	380 690	8 569 918	HI 22	380 989	8 569 684

Firmado digitalmente por:
OLIVOS ALVITES VICTOR ORLANDO FIR
46853567 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 13/02/2025 08:29:19-0500

Firmado digitalmente por:
ANCA JUMA
OJEDA LUIS
Antonos FAU
20520711865 hard
Motivo: Doy V B'

LEYENDA

- Hitos
- Faja marginal

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA CAÑETE - FORTALEZA

ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA MALA - OMAS - CAÑETE

DELIMITACIÓN DE FAJA MARGINAL QUEBRADA JACAYITA CAUCE PRINCIPAL

Escala: 1:3,200
Fecha: Febrero 2025
Proyección: Universal Transverse Mercator
Datum: World Geodesic System 1984
Zona: 18 Sur
Fuente: AAA I CAÑETE FORTALEZA