



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE
FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN
EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA
ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
**EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA
RIBEREÑA EN LOS RÍOS Y EN CANALES**

AUTOR
HUAMACCTO TAYPE, ANDERSSON OSCAR
ORCID:0000-0002-3396-360X

ASESOR
SOTELO URBANO, JOHANNA DEL CARMEN
ORCID:0000-0001-9298-4059

CHIMBOTE-PERÚ
2026



FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA N° 0039-110-2026 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **11:29** horas del día **24** de **Abril** del **2026** y estando lo dispuesto en el Reglamento de Investigación (Versión Vigente) ULADECH-CATÓLICA en su Artículo 34º, los miembros del Jurado de Investigación de tesis de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, conformado por:

BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA Presidente
SEMINARIO VASQUEZ RAFAEL ASUNCION Miembro
CAMARGO CAYSAHUANA ANDRES Miembro
Mgtr. SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026**

Presentada Por :
(3101151238) **HUAMACCTO TAYPE ANDERSSON OSCAR**

Luego de la presentación del autor(a) y las deliberaciones, el Jurado de Investigación acordó: **APROBAR** por **UNANIMIDAD**, la tesis, con el calificativo de **14**, quedando expedito/a el/la Bachiller para optar el TÍTULO PROFESIONAL de **Ingeniero Civil**.

Los miembros del Jurado de Investigación firman a continuación dando fe de las conclusiones del acta:

BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA
Presidente

SEMINARIO VASQUEZ RAFAEL ASUNCION
Miembro

CAMARGO CAYSAHUANA ANDRES
Miembro

Mgtr. SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN
Asesor



CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026 Del (de la) estudiante HUAMACCTO TAYPE ANDERSSON OSCAR, asesorado por SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 14% según el reporte de originalidad del programa Turnitin.

Por lo tanto, dichas coincidencias detectadas no constituyen plagio y la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

Cabe resaltar que el turnitin brinda información referencial sobre el porcentaje de similitud, más no es objeto oficial para determinar copia o plagio, si sucediera toda la responsabilidad recaerá en el estudiante.

Chimbote, 22 de Julio del 2026




Mgtr. Roxana Torres Guzman
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

Dedicatoria

A mis padres, Oscar Huamaccto Huacausi y Alejandrina Taype Rodríguez; por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mis hermanas(os) por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Agradezco a mis docentes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, por haberme compartido sus conocimientos a lo largo de mi preparación para mi profesión, de manera especial, Ing. Mgtr. Johanna del Carmen Sotelo Urbano, tutor de mi proyecto de investigación quien me guó con su paciencia, y su rectitud como docente, y a los habitantes del sector Asociación Virgen de la Asunción del distrito y provincia de Cangallo por su valioso aporte para esta investigación.

Índice General

Carátula.....	I
Jurado.....	II
Dedicatoria	IV
Agradecimiento.....	V
Índice General.....	VI
Lista de Tablas	XI
Lista de Figuras.....	XII
Resumen	XIV
Abstract.....	XV
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivo general y específicos	2
1.1.1.Objetivo general.....	2
1.1.2.Objetivo específico	2
1.4. Justificación.....	3
1.1.3.Justificación teórica.....	3
1.1.4.Justificación práctica	3
1.1.5.Justificación metodológica	4
II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1.Antecedentes Internacionales	5
2.1.2.Antecedentes Nacionales	6
2.1.3.Antecedentes Locales	8
2.2. Bases teóricas	10

2.2.1. Ubicación geográfica.....	10
2.2.2. Ubicación hidrográfica de la intercuenca del río pampas 49987.....	11
2.2.2.1. Caracterización y ubicación hidrográfica del río Macro.....	11
2.2.3. Diseño de muro de contención	12
2.2.3.1. Levantamiento topográfico	12
2.2.3.1.1. Poligonal de muro de contención	13
2.2.3.1.2. Tipo de relieve dominante.....	14
2.2.3.1.3. Pendiente media del terreno	14
2.2.3.1.4. Perfil longitudinal del terreno	15
2.2.3.2. Estudio mecánico de suelos	15
2.2.3.2.1. Tipo y clasificación del suelo (SUCS)	16
2.2.3.2.2. Clasificación del suelo (AASHTO).....	17
2.2.3.2.3. Humedad natural	17
2.2.3.2.4. Peso unitario.....	18
2.2.3.2.5. Angulo de fricción Interna	18
2.2.3.2.6. Coeficiente de capacidad portante.....	18
2.2.3.3. Estudio hidrológico	20
2.2.3.3.1. Promedio anual de precipitaciones.....	23
2.2.3.3.2. Precipitación máxima diaria.....	24
2.2.3.3.3. Caudal máximo anual.....	24
2.2.3.3.4. Análisis de máximas avenidas.....	25
2.2.3.4. Diseño estructural de muro de contención	25
2.2.3.4.1. Concepto y función del muro de contención.....	26
2.2.3.4.2. Tipos de muros de contenciones	27
2.2.3.4.3. Criterios para la selección del tipo de muro	30
2.2.3.4.4. Diseño de muro en voladizo	31
2.2.4. Mejora de la defensa ribereña	51

2.2.4.1. Social y Humano	51
2.2.5. Protección contra la erosión	52
2.2.5.1. Criterio hidráulico de erosión (esfuerzo cortante)	52
2.2.5.2. Diseño de protección superficial (enrocado)	53
2.2.5.3. Socavación en defensas ribereñas	53
2.2.6. Sistema de drenaje: filtros y llorones (drenes)	54
2.2.6.1. Diseño de filtros (criterios de Terzaghi)	54
2.2.6.2. Diseño hidráulico de llorones	55
2.2.6.3. Reducción de empuje hidrostático	56
2.2.7. Encuestas y evaluación social	56
2.2.7.1. Percepción de satisfacción de la propuesta de diseño de defensa ribereña...56	
2.3. Hipótesis	57
III. METODOLOGÍA	58
3.1. Tipo, Nivel y Diseño de Investigación	58
3.1.1. Tipo de investigación	58
3.1.2. Nivel de investigación	58
3.1.3. Diseño de investigación	58
3.2. Población	59
3.1.4. Población	59
3.1.5. Muestra	60
3.3. Operacionalización de las variables	61
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	63
3.4.1. Técnicas	63
3.4.2. Instrumento de recolección de datos	64
3.5. Método de análisis de datos	65
3.6. Aspectos Éticos	66

3.6.1. Respeto y protección de los derechos de los intervinientes.....	66
3.6.2. Cuidado del medio ambiente.....	66
3.6.3. Libre participación por propia voluntad.....	66
3.6.4. Beneficencia, no maleficencia.....	67
3.6.5. Integridad y honestidad.....	67
3.6.6. Justicia.....	67
IV. RESULTADOS.....	68
4.1.1. Levantamiento topográfico.....	78
4.1.2. Estudio de mecánica de suelos.....	83
4.1.3. Estudio Hidrológico.....	86
4.1.3.1. Geomorfología de la cuenca	86
4.1.3.2. Hidrología.....	88
4.1.3.3. Análisis de las máximas avenidas	90
4.1.3.4. Predimensionamiento de las estructuras hidráulicas.....	93
4.1.4. Diseño estructural de muro de contención.....	95
4.3.1. Protección contra erosión y presión hidrostática.....	101
4.3.2. Encuestas y evaluación social, percepción de satisfacción	105
V. DISCUSIÓN.....	108
VI. CONCLUSIONES.....	112
VII. RECOMENDACIONES.....	114
Referencias bibliográficas	116
Anexos	121
Anexo 01. Carta de recojo de datos.....	122
Anexo 02. Documento de autorización para el desarrollo de la investigación.....	124
Anexo 03. Declaración Jurada de Integridad Científica y Conflictos de Interés	125

Anexo 04. Formato de consentimiento informado u otros que corresponda a la investigación.	126
Anexo 05. Matriz de Consistencia y operacionalización	130
Anexo 06. Ficha de Identificación del Experto.....	131
Anexo 07. Ficha técnica de los instrumentos	143

Lista de Tablas

Tabla 1: Clasificación de suelos "SUCS"	16
Tabla 2: Clases de terrenos de cimentación y constantes de diseño.....	19
Tabla 3: Valores representativos del ángulo de fricción interna	20
Tabla 4: Datos geométricos de muro.....	37
Tabla 5: Valores de β_1 para la distribución rectangular equivalente de esfuerzos en el concreto	40
Tabla 6: Coeficiente de Rozamiento μ	44
Tabla 7: Espesor mínimo de muro	50
Tabla 8: Refuerzo mínimo para muros con $V_u \leq 0.5\phi V_c$	50
Tabla 9: Método detallado para calcular V_c	51
Tabla 10: Factor de modificación de λ	51
Tabla 11: Definición y Operacionalización de variables	61
Tabla 12: FICHA 1 – Identificación de zonas vulnerables a inundaciones	70
Tabla 13: resultados de levantamiento topográfico.....	78
Tabla 14: Cuadro técnico de la poligonal del muro de contención	79
Tabla 15: Resumen de resultados de estudio geotécnico	83
Tabla 16: Resumen de resultados de delimitación de la cuenca en AGIS	86
Tabla 17: Caudales máximos de la estación Vilcas Huamán	89
Tabla 18: Resultados para el predimensionamiento del muro de contención	95
Tabla 19: Resultados de socavación en Progresivas	101
Tabla 20: Resultados de presión hidrostática detrás del muro SAP2000.....	101
Tabla 21: FICHA 3 – Propuesta de mejora de la defensa ribereña	104
Tabla 22: Matriz de consistencia.....	130
Tabla 23: Precipitación total mensual (mm)	178
Tabla 24: Precipitación máxima 24 horas	180
Tabla 25: Datos dudosos	181
Tabla 26: Parámetros de forma.....	183
Tabla 26: Caudal anual.....	184
Tabla 28: Distribución teórica.....	187

Lista de Figuras

Figura 1: Área de estudio del rio Macro	10
Figura 2: Mapa de la intercuenca del río pampas 49987	11
Figura 3: Localización del Río Macro.....	12
Figura 4: Levantamiento Topográfico	13
Figura 5: Tipología de cuencas hidrográficas.	21
Figura 6: Muro de contención.	26
Figura 7: Partes de un muro de contención.	27
Figura 8: Muro de gravedad.	28
Figura 9: Muro de gavión.....	28
Figura 10: Muro de hormigón armado	29
Figura 11: Muro de suelo reforzado	30
Figura 12: Empuje pasivo frente a la puntera debido al rozamiento	32
Figura 13: Empuje pasivo debido al rozamiento.....	33
Figura 14: Presiones sobre la zona BC en muro (RANKINE).....	34
Figura 15: Tacón de muro se coloca en posición intermedia.	34
Figura 16: Empuje pasivo frente al tacón, dependiendo de su posición	35
Figura 17: Partes o designación del muro de contención.....	36
Figura 18: Criterios para los datos geométricos de muro	37
Figura 19: Procedimiento de equilibrio.....	41
Figura 20: Procedimiento de equilibrio de esfuerzos.....	42
Figura 21: Factor de seguridad al deslizamiento.....	45
Figura 22: Factor de seguridad al volteo	46
Figura 23: Tensiones sobre el terreno de cimentación en condiciones de servicio.....	47
Figura 24: La tensión vertical del muro sobre roca.	48
Figura 25: Diagrama de cargas actuantes en muro.	49
Figura 26: Modelamiento de inundación en HEC-RAS.	69
Figura 27: Vista panorámica en planta del trazo del proyecto.....	80
Figura 28: Perfil longitudinal del terreno.....	81
Figura 29: Vista panorámica en planta de la delimitación de cuenca	86
Figura 30: Histograma.....	89
Figura 31: Curvas de intensidad duración frecuencia	91
Figura 32: Comparación distribuciones teóricas prueba	92

Figura 33: Hietograma de diseño para periodo de retorno de 50 años.....	92
Figura 34: Análisis en planta HECRAS	93
Figura 35: Resumen general de distribución del acero en muro en voladizo.	97
Figura 35: Modelación de muro de contenciónSAP2000	102
Figura 37: Resultado de la encuesta y percepción de satisfacción.....	106
Figura 38: Vista panorámica del río Macro en el sector de la Asociación Virgen de la Asunción en el distrito y provincia de Cangallo, Ayacucho.	148
Figura 39: Vista panorámica del río Macro aguas abajo en el sector de la Asociación Virgen de la Asunción en el distrito y provincia de Cangallo, Ayacucho.....	148
Figura 40: Se observa la evaluación de rio Macro en las progresivas 0+000 al 0+050 ...	149
Figura 41: Se observa la evaluación de rio Macro en las progresivas 0+100 al 0+150 ...	149
Figura 42: Se observa la evaluación de rio Macro en las progresivas 0+100 al 0+150 ...	150
Figura 43: Se observa la evaluación de rio Macro en las progresivas 0+200 al 0+250 ...	150
Figura 44: Se observa la evaluación de rio Macro en las progresivas 0+300 al 0+350 ...	151
Figura 45: Se observa la evaluación de rio Macro en las progresivas 0+350 al 0+400 ...	151
Figura 46: Se observa el levantamiento topográfico de la zona de estudio.	152
Figura 47: Se observa el levantamiento topográfico para realizar perfil longitudinal del rio.....	152
Figura 48: Se observa el levantamiento topográfico para realizar perfil longitudinal del rio.....	153
Figura 49: Se observa la realización de la calicata C-01, para la toma de muestras del suelo.....	153
Figura 50: Se observa la realización del ensayo del estudio de suelo con la muestra obtenida.	154
Figura 51: Se observa la realización del ensayo del estudio de suelo con la muestra obtenida.	154
Figura 52: Se observa la realización del ensayo de granulometría del suelo.....	155
Figura 53: Se observa la realización del ensayo de granulometría del suelo.....	155
Figura 54: Evidencia de la encuesta y percepción de satisfacción al poblador.....	156
Figura 55: Evidencia de la encuesta y percepción de satisfacción al poblador.....	156
Figura 56: Histograma.....	181

Resumen

La presente tesis se desarrolló con la finalidad de diseñar una estructura de defensa ribereña para mitigar el riesgo de inundación y erosión en el margen derecho del río Macro. En ese marco, se formuló el **problema de investigación**: ¿El diseño de un muro de contención mejorará la defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026?; asimismo, se planteó como **objetivo general** diseñar el muro de contención para mejorar la defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026. La **metodología** correspondió a una investigación de nivel aplicado, tipo descriptivo, con diseño no experimental y corte transversal. La **población** estuvo constituida por todo el tramo del margen derecho del río Macro que atraviesa el sector Asociación Virgen de la Asunción, y la **muestra** comprendió 450 ml. Como **técnicas e instrumentos de recolección de datos** se emplearon encuestas y fichas de recolección de datos. Los **resultados** evidenciaron que el tramo 0+000 a 0+300 presenta la mayor vulnerabilidad frente a inundaciones por pendientes de hasta 2.53%, flujo de alta energía, erosión lateral activa, socavación y márgenes inestables; mientras que el tramo 0+300 a 0+450 presenta vulnerabilidad media. El suelo fue clasificado como grava mal gradada (GP), con humedad natural de 9.26%, ángulo de fricción interna de 35° y capacidad portante admisible de 1.58 kg/cm². El análisis hidrológico determinó una precipitación de diseño de 25.31 mm y un caudal máximo de 15.99 m³/s para un período de retorno de 50 años; además, la modelación hidráulica en HEC-RAS obtuvo un tirante máximo de 3.39 m y un borde libre de 0.80 m. Con base en estos parámetros, se diseñó un muro de contención de 4.40 m de altura y 450 m de longitud, con pantalla de 0.30 m en la parte superior y 0.50 m en la base, zapata de 3.00 m de ancho y 0.60 m de espesor, construido con concreto de $f'c = 210$ kg/cm². Asimismo, la evaluación social aplicada a 21 pobladores evidenció alta aceptación de la propuesta, ya que el 95% considera que la obra reducirá pérdidas humanas y de terrenos agrícolas, el 90% está de acuerdo con su ejecución y el 100% confía en que reducirá el riesgo de inundaciones futuras. En **conclusión**, el diseño del muro de contención propuesto constituye una solución técnicamente viable, estructuralmente adecuada y socialmente aceptada, que permitirá mejorar la estabilidad del margen derecho del río Macro y reducir el riesgo de desbordamiento y socavación.

Palabras clave: Defensa ribereña, modelación hidráulica, muro de contención, río Macro, socavación, vulnerabilidad a inundaciones.

Abstract

This thesis was developed with the purpose of designing a riverbank protection structure to mitigate the risk of flooding and erosion on the right bank of the Macro River. In this context, the **research problem** was formulated as follows: Will the design of a retaining wall improve the riverbank protection on the right bank of the Macro River, Asociación Virgen de la Asunción sector, district and province of Cangallo, Ayacucho region, 2026? Accordingly, the **general objective** was to design a retaining wall to improve the riverbank protection in the study area. The **methodology** corresponded to an applied-level, descriptive study with a non-experimental, cross-sectional design. The **population** consisted of the entire stretch of the right bank of the Macro River crossing the Asociación Virgen de la Asunción sector, and the **sample** comprised 450 linear meters. **Surveys and data collection** sheets were used as data gathering techniques and instruments. The **results** showed that the stretch from 0+000 to 0+300 presents the highest flood vulnerability due to slopes of up to 2.53%, high-energy flow, active lateral erosion, scouring, and unstable riverbanks, whereas the stretch from 0+300 to 0+450 presents medium vulnerability. The soil was classified as poorly graded gravel (GP), with 9.26% natural moisture content, 35° internal friction angle, and 1.58 kg/cm^2 allowable bearing capacity. The hydrological analysis determined a design rainfall of 25.31 mm and a maximum flow of $15.99 \text{ m}^3/\text{s}$ for a 50-year return period. In addition, hydraulic modeling in HEC-RAS obtained a maximum flow depth of 3.39 m and a freeboard of 0.80 m. Based on these parameters, a retaining wall 4.40 m high and 450 m long was designed, with a wall stem thickness of 0.30 m at the top and 0.50 m at the base, and a footing 3.00 m wide and 0.60 m thick, built with $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ concrete. Likewise, the social evaluation conducted among 21 residents showed high acceptance of the proposal, since 95% considered that the project would reduce human losses and agricultural land damage, 90% agreed with its execution, and 100% believed it would reduce future flood risk. In **conclusion**, the proposed retaining wall design constitutes a technically feasible, structurally adequate, and socially accepted solution that will improve the stability of the right bank of the Macro River and reduce the risk of overflow and scouring.

Keywords: Flood vulnerability, hydraulic modeling, Macro River, retaining wall, riverbank protection, scouring.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

A nivel internacional **Cárdenas** (1), la falta de defensas ribereñas adecuadas incrementa significativamente los riesgos de erosión fluvial e inundaciones, sobre todo en regiones expuestas a cambios climáticos y caudales crecientes. identifica que la erosión de riberas deja a comunidades vulnerables a pérdidas de suelo fértil, daños en infraestructura y la interrupción de servicios básicos, debido a que las márgenes sin protección terminan siendo degradadas por la acción sostenida del flujo de los ríos, la ausencia de medidas estructurales y de planificación técnica en muchas cuencas del mundo redunda en un aumento de los desastres naturales relacionados con inundaciones, lo que evidencia la necesidad de implementar sistemas de protección ribereña que mitiguen estos impactos negativos en las poblaciones ribereñas.

A nivel nacional en el Perú según **INDECI** (2), la gestión del riesgo de desastres reconoce que la ausencia o insuficiencia de defensas ribereñas contribuye de manera directa al agravamiento de los efectos de inundaciones fluviales y desbordes de ríos, especialmente durante temporadas de lluvias intensas y fenómenos climáticos extremos como El Niño costero. El Instituto Nacional de Defensa Civil (**INDECI**), dentro del marco del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (**SINAGERD**), enfatiza la importancia de estimar riesgos de inundaciones e identificar zonas vulnerables para poder implementar medidas preventivas eficaces, incluyendo la construcción y mejoramiento de defensas ribereñas que protejan a las comunidades y su infraestructura.

A nivel local, según **Cabrera** (3), la ausencia o insuficiente implementación de defensas ribereñas en ríos y quebradas ha generado procesos de erosión fluvial, socavación lateral e incremento del riesgo de inundaciones, comprometiendo la seguridad de las comunidades y la infraestructura ribereña. En particular, en el valle del río Macro, identificado como uno de los sectores más vulnerables a inundaciones y erosión fluvial dentro del departamento, la falta de estructuras de protección adecuadas como muros de contención, enrocados o gaviones diseñados con criterios técnicos ha permitido que las crecidas naturales del cauce afecten las márgenes y aumenten la probabilidad de desbordes que pueden dañar terrenos

agrícolas y viviendas cercanas. Esta problemática está documentada en estudios de gestión de riesgos y estrategias ambientales regionales, que señalan al valle del río Macro como una de las zonas prioritarias para la atención de peligros por inundación y erosión fluvial, debido a su topografía y régimen de lluvias estacionales que condicionan fuertes variaciones del caudal y la estabilidad de sus márgenes.

La falta de defensas ribereñas en el río Macro intensifica la vulnerabilidad de las comunidades ribereñas, ya que sin muros de contención o estructuras similares, los procesos de erosión reducen progresivamente la superficie cultivable, deterioran el suelo y amplifican los riesgos de pérdida de bienes, cultivos y servicios básicos ante eventos de lluvia intensa, incluso cuando los registros de impacto de inundaciones pueden ser considerados “moderados” según clasificaciones de peligro regional (4).

1.2. Formulación del problema

¿El diseño de muro de contención mejorará la defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026?

1.3. Objetivo general y específicos

1.1.1. Objetivo general

Diseñar el muro de contención para mejorar la defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.

1.1.2. Objetivo específico

- ❖ Identificar las zonas vulnerables a inundaciones del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.
- ❖ Elaborar el diseño del muro de contención como defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.
- ❖ Proponer la mejora de la defensa ribereña del margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.

1.4. Justificación

1.1.3. Justificación teórica

Según **Albarez (5)**.“La justificación teórica va sujeta a las interrogantes del investigador por profundizar los enfoques teóricos que tratan el problema que se explica, a fin de avanzar en el conocimiento en una línea de investigación”.

Por tanto, la presente investigación se justifica teóricamente en la necesidad de fortalecer y ampliar el conocimiento técnico científico relacionado con el diseño de muros de contención como estructuras de defensa ribereña, analizando de manera sistemática sus propiedades estructurales, características geométricas, criterios de estabilidad, limitaciones técnicas y ventajas funcionales frente a escenarios de desbordamiento e inundación fluvial. Asimismo, el estudio permitirá consolidar fundamentos teóricos y metodológicos asociados al comportamiento de los muros de contención frente a cargas hidráulicas, empuje de suelos y procesos de socavación, contribuyendo a la comprensión integral de su desempeño como medida de protección en cauces fluviales, cada uno de los aspectos abordados estará sustentado en fuentes bibliográficas especializadas, tales como tesis, artículos científicos y normativas técnicas nacionales e internacionales, garantizando así la rigurosidad académica y la validez científica de la investigación.

1.1.4. Justificación práctica

Según **Albarez (5)**.“Una investigación puede generar aportes prácticos directos o indirectos relacionados a la problemática real estudiada. Ofrecen un concepto más amplio, mencionando que un estudio cuenta con una justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o al menos propone estrategias que al ponerse en práctica contribuirán a su solución”.

De acuerdo a la investigación se justifica en forma práctica teniendo como propósito que la propuesta de diseño de un muro de contención constituya una solución técnica eficaz para la protección de la población y del entorno físico del sector Asociación Virgen de la Asunción, frente a los riesgos

asociados a posibles desbordes e inundaciones que afectan las viviendas ubicadas en el margen derecho del río Macro.

1.1.5. Justificación metodológica

Según **Alvarez (5)**. “Un estudio se justifica metodológicamente cuando se creará un nuevo instrumento para recolectar o analizar datos, o se plantea una nueva metodología que incluya otras formas de experimentar una o más variables, o estudiar de forma más adecuada a determinada población”.

La presente investigación se justificó porque durante su desarrollo se consideró la participación activa de los beneficiarios del sector Asociación Virgen de la Asunción, con la finalidad de recopilar información relevante de carácter técnico y social que permitió formular un diseño de muro de contención acorde con las necesidades reales del área de estudio. Esta interacción facilitó la identificación de zonas críticas, antecedentes de eventos de desborde y criterios de intervención prioritarios desde la perspectiva local. Asimismo, el estudio buscó aplicar y consolidar conocimientos de ingeniería civil, sirviendo como referente técnico para la selección, análisis y diseño de muros de contención destinados a la defensa ribereña. Para ello, se incorporaron metodologías de diseño y procedimientos constructivos actualizados, sustentados en normas técnicas vigentes y experiencias documentadas, con el propósito de garantizar la viabilidad, seguridad y eficiencia estructural de la propuesta planteada.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En **Columbia**, Cárdenas (6), 2021. En su tesis que lleva por título *“Estudios y diseños de las obras de protección de orillas en la margen izquierda del río Cauca en el sector Candelaria en el distrito de Río Roldanillo – La Unión – Toro”*, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, sustento en la Universidad del Valle, tuvo como **objetivo**; evaluar y diseñar obras de protección en la margen izquierda del río Cauca en el sector Candelaria, abarcando los distritos de Río Roldanillo, La Unión y Toro. Se empleó una **metodología** descriptiva. Los **resultados** identificaron la erosión lateral en la orilla izquierda del río Cauca en Candelaria, abarcando 550 metros, ampliando el cauce hasta 30 metros y constituyendo una amenaza significativa. La **conclusión** principal sugiere considerar y analizar diversas obras de protección, como muro de contención, con la dimensión de $h=3.20m$, con paneles sumergidos, revestimiento con bloques de concreto, colchacreto y cortina de pilotes de concreto con geotubos, para controlar la erosión.

En **México**, Preto (7), 2020. En su tesis que lleva por título *“Diseño de muros de contención de concreto armado y de gravedad en predio ubicado en el libramiento oriente de la ciudad de Uruapan”*, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, sustento en la Universidad Don Vasco A.C, tuvo como **objetivo**; diseñar diferentes estructuras de contención de tierras, analizar sus ventajas y desventajas y elegir la más practica y viable. La **metodología** para esta investigación se utilizó el método científico, aplicada y descriptiva con un enfoque cuantitativo, pues busca recopilar los datos, medir, en un estudio descriptivo busca determinar las características, propiedades y perfiles más importantes de un fenómeno, el diseño es del tipo transversal. **Conclusiones**; se concluye que el muro de gravedad en comparación con el concreto armado requiere mayor peralte en su plantilla, debido a ello su peso es mayor, por lo que la base tiende a incrementarse, por lo que el volumen de excavación y relleno es mayor, entre las ventajas que destacan en el muro de gravedad es el costo por metro cubico es menor, así

como su colocación no requiere ser armado, siendo el de gravedad un 78% más el volumen del concreto armado.

En **Ecuador**, Ruiz (8),2016. En su tesis que lleva por título *“Análisis y diseño estructural de un muro de contención de hormigón armado en cerramiento perimetral, lado oeste del hospital de Monte Sinaí 2016”*, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, sustento en la Universidad de Guayaquil, tuvo como **objetivo**; elaborar un documento para la elección, análisis y diseño del muro de contención, así como la actualización de los más relevantes métodos y productos constructivos de este proyecto. **La metodología** es cuali-cuantitativo, dado que los datos obtenidos son a través de la observación directa las cuales serán estimados, procesados y analizados. Se **concluye** que; mediante este proyecto se apreciara la importancia de la aplicación de las normas que rigen para el tipo de estructura la cual se va a diseñar, mediante la evaluación de carga con sus respectivos factores de mayoración reducción e importancia según el proyecto, el mismo que nos permite realizar un diseño con una estructura optima por secciones y económicas para su construcción capaz de resistir cargas de resistir y sobrecargas.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En **Lima**, Camacho et al (9), 2021. En su tesis que lleva por título *“Propuesta de diseño de un muro de defensa ribereña con sistema de drenaje LGD en el Río Rímac desde el puente colgante al puente estela montti, Chosica”*, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, sustento en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, tuvo como **objetivo general**; proponer el uso de un muro de defensa ribereña con sistema de drenaje LGD para cumplir con las consideraciones técnicas del terreno y mitigar el impacto económico social causado por el desborde del río Rímac, en el tramo de estudio desde el Puente Colgante ubicado en la Av. Arequipa hasta el puente Estela Montti, en la ciudad de Chosica. Con **metodología** de nivel aplicado de tipo descriptivo de diseño no experimental de corte transversal, para lograr el objetivo planteado, se realizaron los siguientes estudios previos; evaluación de vulnerabilidad y

riesgo, análisis de riesgos de inundación, estudio hidrológico e hidráulico y modelación en software. Luego, se procedió a diseñar y presupuestar muros de defensa ribereña convencionales y no convencional, con la finalidad de evaluarlos en base a su eficiencia, factores técnicos y costo/beneficio. Como **resultado**, el diseño del muro planteado no es posible de seleccionar para su ejecución, ya que el ancho de su cimentación supera lo permitido por las consideraciones técnicas del terreno. Por ello, se **concluye** en ejecutar para las zonas críticas del tramo en estudio, un muro de concreto armado (aguas arriba) y muro de concreto ciclópeo (aguas abajo).

En **Áncash**, Morales (10), 2024. En su tesis que lleva por título *“Diseño de muro de contención para mejorar la defensa ribereña en el margen derecho del Río Mosna, sector Wishcapampa, distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash-2024”*, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, sustento en la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, tuvo como **objetivo general**; diseñar un muro de contención para la defensa ribereña en el margen derecho del Sector Wishcapampa, en el distrito de San Marcos, provincia de Huari. La **metodología** fue exploratorio, aplicada y no experimental, empleándose fichas para la identificación de áreas vulnerables ser procesadas para el diseño del muro de contención, así como el cuestionario para determinar la mejora de la defensa Ribereña. Los **resultados** revelaron que el 88% considera que un muro incidirá en la reducción de pérdidas humanas, el 92% menciona que mejorara la defensa del margen derecho del Río Mosna, el 96.00% el diseño de un muro en el Sector Wishcapampa, mejorará la percepción de seguridad de la población. En **conclusión**, el diseño propuesto por la topografía del terreno tendrá alturas de 3.00m y 4.00 m para resistir un caudal de 5.8 m³/s, protegiendo la integridad de las familias aledañas en cauce.

En **Piura**, Peña (11), 2023. En su tesis que lleva por título *“Diseño de muro de contención para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del Río Piura, en el AA. HH. Quinta Julia, distrito y provincia de Piura, departamento de Piura – 2023”*, para optar el título profesional de

Ingeniero Civil, sustento en la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, tuvo como **objetivo general**; diseñar un muro de contención para la defensa ribereña en el tramo del AA. HH Quinta Julia, en el distrito y provincia de Piura. La **metodología** adoptada fue exploratoria, aplicada y de diseño no experimental, se emplearon fichas para identificar zonas vulnerables y recopilar datos sobre el diseño del muro de contención, así como un cuestionario para su evaluación. Los **resultados** revelaron que el 92% de la población considera apropiado el diseño del muro debido a su flexibilidad y capacidad para soportar grandes volúmenes de agua, el 88% de la población destacó que el estudio ofrece una visión protectora en términos de diseño estructural e hidráulico, también el 96% de las familias creen que la ejecución del diseño aumentará la percepción de seguridad. En **conclusión**, el diseño propuesto está preparado para resistir un caudal de 3.800 m³/s mediante la construcción de concreto armado, lo que salvaguardaría la integridad de las familias ante el aumento del cauce del río Piura. Se sugiere a futuros investigadores que amplíen el estudio incorporando las zonas del A.H 6 de septiembre y A.H Almirante Miguel Grau y disponer de un mayor número de beneficiarios.

2.1.3. Antecedentes Locales

En Ayacucho, Perez (12), 2025. En su tesis que lleva por título “*Diseño del muro de contención, para mejorar la defensa ribereña en la margen izquierda del río Miskibamba, sector quebrada Huamanhuaycco, progresivas km 0+030 - 0+250, distrito de Patibamba, provincia de La Mar, región Ayacucho-2025*”, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, sustento en la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, tuvo como se **objetivo general**; realizar el diseño del muro de contención en la margen izquierda del río Miskibamba, sector quebrada Huamanhuaycco, progresivas km 0+030 -0+250, con **metodología** de nivel aplicado de tipo descriptivo, de diseño no experimental y de corte transversal. La población y muestra estará conformada por el río Miskibambam. Los **resultados** obtenidos del diseño del muro de contención proyectado en la margen izquierda del río Miskibamba demuestra viabilidad técnica y estructural, al cumplir con los factores de seguridad requeridos frente al deslizamiento,

volteo y capacidad portante del terreno. En **conclusión**, entre las progresivas 0+000 y 0+250 del río Miskibamba, sector quebrado Huamanhuaycco, se identificó un escenario de alta vulnerabilidad caracterizado por erosión activa, socavación de márgenes, inestabilidad de taludes y acumulación de sedimentos sin defensas ribereñas efectivas, estas condiciones incrementan de manera significativa el riesgo de desbordes, huaycos e inundaciones.

En **Ayacucho**, Llanccce (13), 2024. En su tesis que lleva por título *“Diseño de muro de contención, para mejorar la defensa ribereña del río Hitanayocc, en la margen derecha entre las progresivas 0+000 a 0+300, del distrito de Tambo, provincia La Mar, departamento de Ayacucho – 2024”*, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, sustento en la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. El **objetivo general** es realizar el diseño de una estructura que ofrezca protección eficaz en esta zona vulnerable, el enfoque **metodológico** fue exploratorio, aplicado y no experimental. Los **resultados** indican que el 90% de los participantes considera que una estructura de concreto armado disminuirá considerablemente el riesgo de inundación, y el 60% cree que las causas principales del desbordamiento del río son las lluvias. Además, el 100% de la población expresó que la estructura diseñada incrementará su percepción de seguridad, en **conclusión**, el diseño propuesto, adaptado a la topografía y características del cauce, incluye muros de altura adecuada para resistir los caudales máximos, protegiendo así la integridad de las familias y el comercio en la ribera, este proyecto presenta una solución sostenible para mitigar los efectos de desbordamientos en el río Hitanayocc.

En **Ayacucho**, Quicaña (14), 2023. En su tesis que lleva por título *“Diseño de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Río Huatatas en el centro recreacional Glorieta, distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, región Ayacucho - 2023”*, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, sustento en la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. El **objetivo general** fue diseñar un muro de gaviones que contribuya a mejorar la defensa ribereña del río Huatatas, optimizando la protección del área del Centro Recreacional Glorieta en el

distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray. el enfoque **metodológico** fue exploratorio, aplicado y no experimental. Los **resultados** de las encuestas aplicadas a la comunidad local y los visitantes del Centro Recreacional Glorieta han sido fundamentales para comprender la percepción pública sobre los problemas de erosión y las medidas de control de inundaciones en la zona del Río Huatatas. Los datos recopilados han proporcionado una perspectiva crítica que respalda la necesidad y el diseño del muro de gaviones propuesto para mejorar la defensa ribereña, en **conclusión**, el diseño del muro de gaviones propuesto cumple con el objetivo general de mejorar la defensa ribereña del Río Huatatas. La implementación del diseño está proyectada para proporcionar una protección efectiva contra la erosión y las inundaciones, asegurando la estabilidad a largo plazo del Centro Recreacional Glorieta.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Ubicación geográfica

El río Marco se ubica en la sierra sur del Perú, en el departamento de Ayacucho, Provincia y distrito de Cangallo en el sector de Asociación virgen de la asunción.

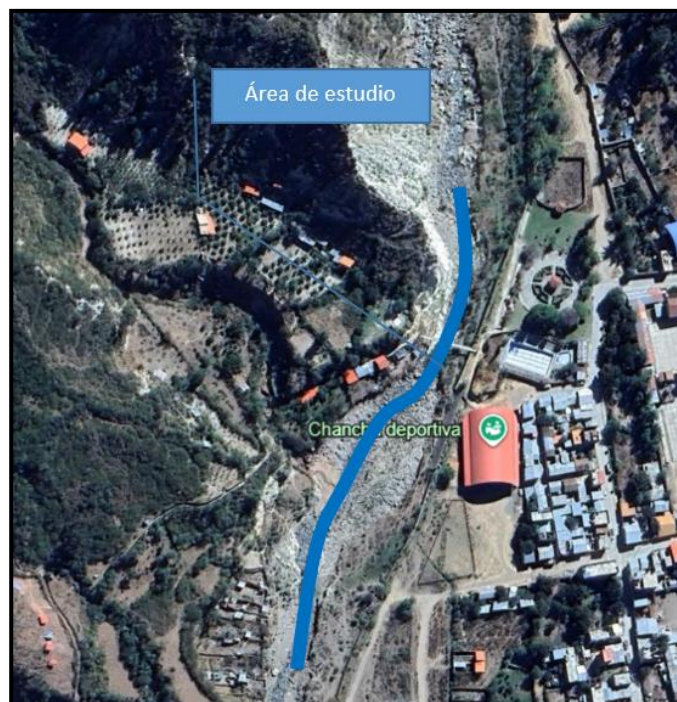


Figura 1:Área de estudio del río Macro
Fuente: Google Earth 2026

2.2.2. Ubicación hidrográfica de la intercuenca del río pampas 49987.

Corresponden al tramo del río Pampas, desde la unión con el río Caracha hasta la unión con el río Lucanas (Sondondo); entre estos dos puntos, cuenta con los ríos tributarios principales Macro, Vischongo y Huancapi, y que, desde las nacientes de aguas en ambos extremos laterales, forma el espacio geográfico de la Unidad Hidrográfica Intercuenca del río Pampas 49987, que presenta un perímetro de 270.03 Km y un área de drenaje de 2188.44 Km² (15).

El cauce del tramo río presenta una longitud de 74.07 Km con una pendiente media de 0.45%, en su recorrido presenta formas meándricas a consecuencia de la baja pendiente del río (15).

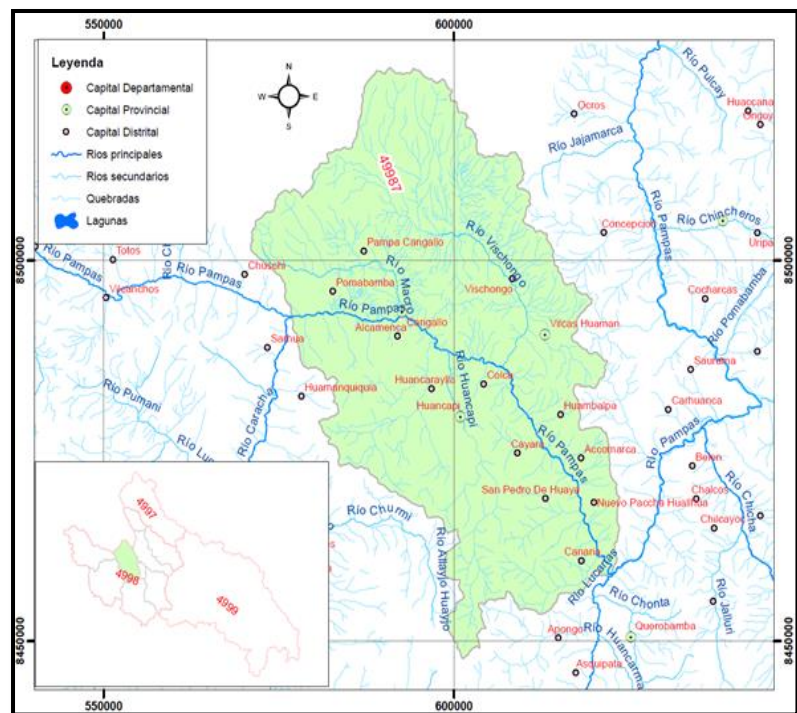


Figura 2: Mapa de la intercuencia del río pampas 49987
Fuente: ANA (15)

2.2.2.1. Caracterización y ubicación hidrográfica del río Macro

El río Macro, fluye en la quebrada al este del sector Asociación Virgen de la Asunción. El río Macro tiene su origen en la quebrada Clollpacha por la localidad de Manzanayocc (distrito de Los

Los aportes hídricos se incrementan en épocas de lluvias (octubre a marzo) y disminuyen en épocas de sequía (abril a septiembre).

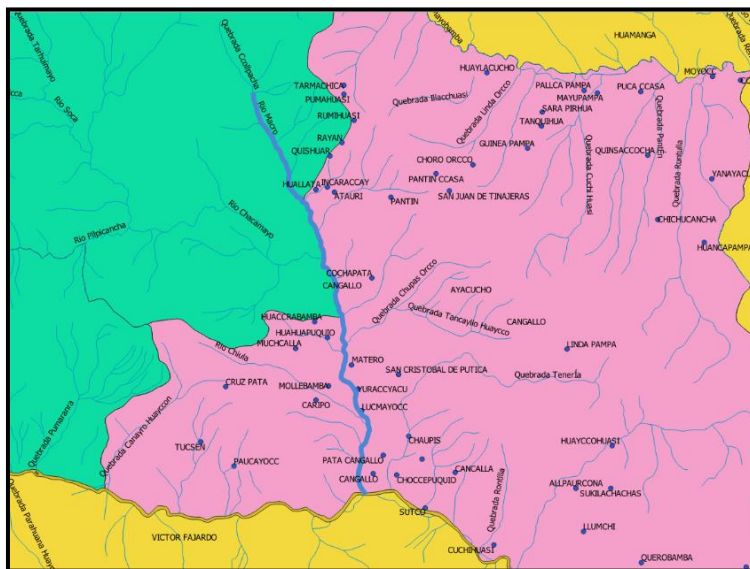


Figura 3: Localización del Río Macro
Fuente: MapCarta (16)

2.2.3. Diseño de muro de contención

Un muro de contención es una estructura de ingeniería civil diseñada para resistir empujes laterales del suelo, agua o material granular, garantizando la estabilidad del terreno y la protección de infraestructuras o poblaciones frente a deslizamientos, erosión o inundaciones (17).

En el contexto de defensas ribereñas, los muros de contención cumplen la función adicional de proteger las márgenes del río frente a procesos de socavación y desbordes, asegurando la estabilidad hidráulica y geotécnica del cauce (17).

2.2.3.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico constituye la base geométrica del diseño, permitiendo representar con precisión el relieve natural, el cauce del río y las áreas potencialmente inundables.

Según Gil (18). El levantamiento topográfico es el conjunto de operaciones de campo y gabinete destinadas a determinar la posición

planimétrica y altimétrica de puntos del terreno, representándolos mediante planos, perfiles y modelos digitales.

Según el Manual de Topografía del MTC (19), el levantamiento incluye:

- ✓ Poligonal de control
- ✓ Levantamiento del eje del río
- ✓ Secciones transversales cada 20–50 m
- ✓ Perfil longitudinal del cauce

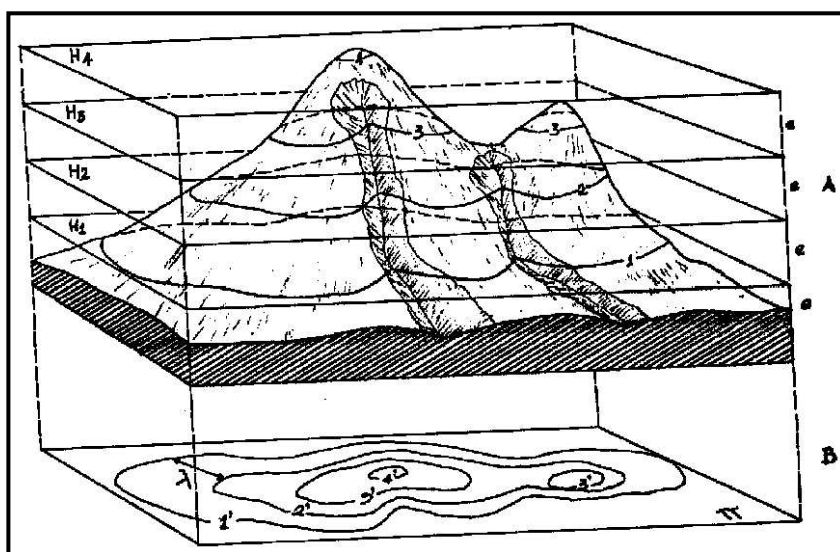


Figura 4: Levantamiento Topográfico

Fuente: Loczy y. Ladeira Fig. 4. (20)

2.2.3.1.1. Poligonal de muro de contención

La poligonal de un muro de contención es el conjunto de alineamientos en planta que define la ubicación y recorrido del muro a lo largo del área de intervención (20).

Se determina a partir de un levantamiento topográfico, el cual permite identificar la geometría del terreno y del cauce, estableciendo los puntos de cambio de dirección o vértices. Su adecuada definición es fundamental para adaptar el diseño a las condiciones reales del entorno, garantizar la continuidad estructural del muro y optimizar su comportamiento frente a acciones hidráulicas y geotécnicas. Asimismo, la poligonal permite delimitar la

longitud del muro, facilitar el análisis por tramos y asegurar una correcta ejecución de la obra en campo (20).

2.2.3.1.2. Tipo de relieve dominante

El tipo de relieve dominante se determina a partir del análisis geomorfológico del área de estudio, considerando la morfología del terreno, la variación altimétrica y la configuración del cauce del río. Esta clasificación permite identificar si el terreno presenta características planas, onduladas o accidentadas, lo cual influye directamente en la estabilidad del talud, el comportamiento hidráulico del río y la disposición geométrica del muro de contención (21).

El relieve dominante se obtiene mediante el procesamiento de datos topográficos en gabinete, utilizando modelos digitales de terreno (MDT) generados en software especializado, permitiendo una interpretación precisa de las pendientes, cotas y formas del terreno (21).

2.2.3.1.3. Pendiente media del terreno

La pendiente media del terreno se calcula a partir de la diferencia de cotas entre puntos característicos del área de estudio y la distancia horizontal que los separa, expresándose en porcentaje (%) (21).

Este parámetro es fundamental para el análisis de estabilidad del terreno, evaluación de escorrentía superficial, definición de empujes de suelo y diseño de la estructura de contención (21).

La pendiente se obtiene mediante el procesamiento de la información topográfica en modelos digitales del terreno, perfiles longitudinales y secciones transversales, generados en Autodesk Civil 3D, garantizando precisión geométrica y confiabilidad en los valores obtenidos (21).

2.2.3.1.4. Perfil longitudinal del terreno

El perfil del terreno corresponde a la representación gráfica longitudinal y transversal de la superficie natural del área de estudio, permitiendo visualizar la variación altimétrica del cauce del río y de las márgenes ribereñas (21).

El perfil longitudinal del cauce permite analizar la pendiente hidráulica, la dirección del flujo y los puntos críticos de erosión y socavación, mientras que los perfiles transversales permiten evaluar la geometría del cauce, la capacidad hidráulica y las condiciones de desborde (21).

Estos perfiles son generados a partir del levantamiento topográfico de campo y procesados en gabinete mediante software especializado, constituyendo insumos técnicos fundamentales para el modelamiento hidráulico y el diseño estructural del muro de contención (21).

2.2.3.2. Estudio mecánico de suelos

El estudio de mecánica de suelos permite evaluar la interacción suelo estructura, garantizando la estabilidad del muro y su cimentación.

Según Terzaghi (22). La mecánica de suelos estudia las propiedades físicas y mecánicas del suelo como material de ingeniería, analizando su comportamiento ante cargas y condiciones hidráulicas

Ensayos principales

- Granulometría (ASTM D422)
- Límites de Atterberg (ASTM D4318)
- Corte directo o triaxial
- Ensayo de capacidad portante

2.2.3.2.1. Tipo y clasificación del suelo (SUCS)

La clasificación del suelo se realizará conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), a partir de los resultados de los ensayos de laboratorio de granulometría y límites de Atterberg (22).

Este sistema permite identificar el tipo de suelo según su composición granulométrica, contenido de finos y características de plasticidad, clasificándolo en grupos como gravas (G), arenas (S), limos (M), arcillas (C) y suelos orgánicos (O), con sus respectivas subclasificaciones (22).

La clasificación SUCS constituye un parámetro fundamental para el diseño geotécnico, ya que permite definir el comportamiento mecánico del suelo, su capacidad de drenaje, compresibilidad, resistencia al corte y respuesta ante cargas estructurales, influyendo directamente en el diseño de la cimentación del muro de contención (22).

Tabla 1: Clasificación de suelos "SUCS"

CLASIFICACION DE SUELOS "SUCS"			
% de Material que pasa la malla N° 3 y es retenido en la malla N° 200	>50 % pasa la malla 3" y es retenido Malla N° 4	GRAVAS	GW
			GP
			GM
			GC
	>50 % pasa la malla N° 6 y es retenido Malla N° 200	ARENAS	SW
			SP
			SM
			SC
% de Material que pasa la malla N° 200 >50%	LIMITE LIQUIDO < 50%	LIMOS Y ARCILLAS	CL
	LIMITE LIQUIDO > 50%		ML
			OL
			CH
			MH
			OH
			PI

Fuente: Ralph B. Peck, 1912-2008, Universidad Politécnica de Valencia (23)

Parámetros obtenidos

- Cohesión (c)
- Ángulo de fricción interna (ϕ)
- Peso unitario (γ)
- Capacidad portante admisible (q_a)

2.2.3.2.2. Clasificación del suelo (AASHTO)

El sistema AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) es un método utilizado para clasificar suelos con fines de diseño en obras viales y geotécnicas, basado en su granulometría y propiedades de plasticidad (límites de Atterberg) (22).

Este sistema divide los suelos en siete grupos principales (A-1 a A-7):

- ❖ **A-1:** Suelos granulares (gravas y arenas) con buen comportamiento, alta capacidad de soporte.
- ❖ **A-2:** Suelos granulares con algo de finos (mezclas de grava, arena y limo o arcilla).
- ❖ **A-3:** Arenas finas, con baja cohesión.
- ❖ **A-4:** Suelos limosos, de baja plasticidad.
- ❖ **A-5:** Suelos limosos de alta plasticidad.
- ❖ **A-6:** Suelos arcillosos, con plasticidad media a alta.
- ❖ **A-7:** Suelos arcillosos altamente plásticos, con mal comportamiento (subdivididos en A-7-5 y A-7-6).

2.2.3.2.3. Humedad natural

La humedad natural es la cantidad de agua que contiene un suelo en su estado original, es decir, tal como se encuentra en el terreno antes de ser alterado. Este parámetro es fundamental en la ingeniería geotécnica, ya que influye directamente en el comportamiento mecánico del suelo, como su resistencia, compresibilidad y capacidad de soporte.

Se expresa como un porcentaje y se define como la relación entre el peso del agua contenida en el suelo y el peso del suelo seco (22).

2.2.3.2.4. Peso unitario

El peso unitario del suelo es una propiedad física que representa el peso del suelo por unidad de volumen, incluyendo tanto los sólidos como los vacíos (aire y agua) (22).

Este parámetro es fundamental en la ingeniería geotécnica, ya que permite evaluar el comportamiento del suelo frente a cargas, siendo determinante en el análisis de estabilidad de taludes, diseño de cimentaciones y muros de contención (22).

2.2.3.2.5. Angulo de fricción Interna

El ángulo de fricción interna (ϕ) es un parámetro fundamental de la mecánica de suelos que representa la resistencia al corte de un suelo debido a la fricción entre sus partículas. Este ángulo refleja la capacidad del material para oponerse al deslizamiento cuando está sometido a esfuerzos, siendo clave en el análisis de estabilidad de taludes, cimentaciones y muros de contención (22)..

Se determina generalmente mediante ensayos de laboratorio como el ensayo de corte directo o el ensayo triaxial, y forma parte del criterio de resistencia al corte de Mohr-Coulomb (22).

2.2.3.2.6. Coeficiente de capacidad portante

El coeficiente de capacidad portante del suelo representa la presión admisible que el terreno puede soportar de manera segura sin presentar fallas por corte, asentamientos excesivos o inestabilidad global (22).

Este parámetro se determina a partir de los ensayos geotécnicos, especialmente mediante pruebas de resistencia al corte (corte directo o triaxial) y ensayos específicos de capacidad portante, complementados con correlaciones geotécnicas basadas en la clasificación SUCS (22).

La capacidad portante admisible se expresa en unidades de presión (kPa o kg/cm²) y constituye un criterio fundamental para el diseño de la cimentación del muro, permitiendo definir el ancho de base, la profundidad de empotramiento y las condiciones de contacto suelo–estructura, garantizando la estabilidad estructural, la seguridad frente a fallas de apoyo y el control de asentamientos (22).

Empuje de tierras (Rankine)

$$k_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2 \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

- P_a : Empuje activo
- H : Altura del muro

Tabla 2: Clases de terrenos de cimentación y constantes de diseño

Clases de terrenos Para cimentación		Esfuerzo permisible del terreno s t = (kg/cm ²)	Coefficiente de fricción para Desplazamiento u
ROCOSO	Roca dura uniforme con pocas grietas	10	0.7
	Roca dura con muchas fisuras	6	0.7
	Roca blanda	3	0.7

ESTRATO DE GRAVA	Densa	6	0.6
	No densa	3	0.6
TERRENO ARENOSO	Densa	3	0.6
	Media	2	0.5
TERRENO COHESIVO	Muy dura	2	0.5
	Dura	1	0.45
ARCILLAS	Media	0.5	0.45

Fuente: Ralph B. Peck, 1912-2008, Universidad Politécnica de Valencia (23)

Tabla 3: Valores representativos del ángulo de fricción interna

TIPO DE SUELO	CONSISTENCIA	Φ
Arena gruesa o arena con grava	Compacto	40°
	Suelto	35°
Arena media	Compacto	40°
Arena limosa fina o limo arenoso	Suelto	30°
	Compacto	25°
Limo uniforme	Suelto	30°
	Compacto	25°
Arcilla - Limo	Suave a mediano	20°
Arcilla limosa	Suave a mediano	15°
Arcilla	Suave a mediano	0 - 10°
TIPO DE TERRENO	γ =(kg/m ³)	Φ
Arcilla suave	1440 a 1920	0° a 15°
Arcilla mediana	1600 a 1920	15° a 30°
Limo seco suelto	1600 a 1920	27° a 30°
Limo denso	1760 a 1920	30° a 35°
Arena suelta y grava	1600 a 2100	30° a 40°
Arena densa y grava	1920 a 2100	25° a 35°
Arena suelta y bien graduada	1840 a 2100	33° a 35°
Arna densa y bien graduada	1920 a 2100	42° a 46°
peso esp. y ang. de fric. interna de algunos tipos de suelos		

Fuente: Ralph B. Peck, 1912-2008, Universidad Politécnica de Valencia (23)

2.2.3.3. Estudio hidrológico

El estudio hidrológico es fundamental en defensas ribereñas para determinar el caudal de diseño y las condiciones de inundación (24),

El estudio de la cuenca hidrográfica

El estudio de la cuenca hidrográfica consiste en el análisis integral de las características físicas, hidrológicas, geomorfológicas y climáticas de un territorio delimitado por divisorias de aguas, en el

cual el escurrimiento superficial converge hacia un punto común de salida. Este estudio permite comprender el comportamiento del agua dentro de la cuenca y evaluar su influencia en la generación de caudales, sedimentos y procesos erosivos (24),

Según Maidment (24), una cuenca hidrográfica es la unidad fundamental para el análisis hidrológico, ya que en ella se integran los procesos de precipitación, infiltración, escorrentía y evapotranspiración que determinan la respuesta hidrológica de un sistema fluvial.

- Área de la cuenca (A)
- Longitud del cauce principal (L)
- Pendiente media (S)
- Tiempo de concentración (T_c)

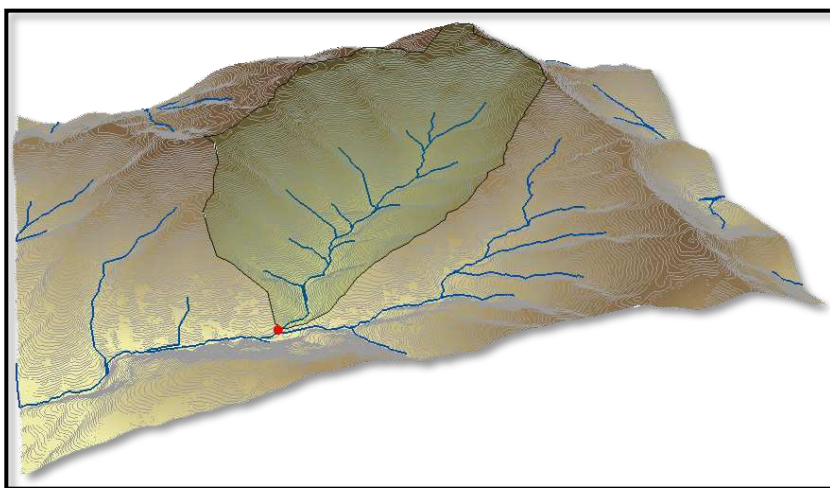


Figura 5: Tipología de cuencas hidrográficas.
Fuente: Gestión de Cuencas Hidrográficas (25)

Componentes del estudio de la cuenca hidrográfica

El estudio de la cuenca comprende, generalmente, los siguientes aspectos:

a) Características físicas y geomorfológicas

Incluyen el área de la cuenca, perímetro, forma, pendiente media, red de drenaje, densidad de drenaje y relieve, los

cuales influyen directamente en la velocidad de respuesta hidrológica (24).

b) Características climáticas

Consideran el análisis de precipitación, temperatura, evapotranspiración y variabilidad climática, factores determinantes en la generación de escorrentía (24).

c) Características hidrológicas

Comprenden el análisis de caudales medios, máximos y mínimos, así como la determinación de caudales de diseño mediante métodos estadísticos y modelos hidrológicos (24).

d) Uso del suelo y cobertura vegetal

El tipo de suelo y la cobertura vegetal condicionan la infiltración, la escorrentía superficial y la producción de sedimentos (24).

Tiempo de concentración (Kirpich).

El tiempo de concentración es el tiempo que tarda una gota de agua en desplazarse desde el punto hidrológicamente más alejado de la cuenca hasta la salida de la misma. Representa el momento a partir del cual toda la cuenca contribuye simultáneamente al escurrimiento en la sección de control.

Como Kirpich (26).desarrolló una expresión empírica para estimar el tiempo de concentración en cuencas pequeñas y rurales, considerando la longitud del cauce principal y su pendiente media.

$$T_c = 0.0195 \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right) \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

- T_c: tiempo de concentración (min)
- L: longitud del cauce principal (m)
- S: pendiente media del cauce (m/m)

Caudal máximo (Método racional)

$$Q = C \times I \times A \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

- Q: Caudal máximo (m³/s)
- C: Coeficiente de escorrentía
- I: Intensidad de lluvia (mm/h)
- A: Área de la cuenca (km²)

Periodo de retorno

Según Maidment (24). El período de retorno de un evento hidrológico con una magnitud dada puede definirse como el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden esa magnitud especificada.

Para defensas ribereñas se recomienda un periodo de retorno ≥ 50 años, según ANA (17).

2.2.3.3.1. Promedio anual de precipitaciones

El promedio anual de precipitaciones se determina a partir del análisis estadístico de los registros históricos de lluvia obtenidos de estaciones meteorológicas representativas de la zona de estudio, correspondientes a series de datos multianuales (24),

Este parámetro permite caracterizar el régimen pluviométrico de la cuenca, identificar patrones de variabilidad climática y establecer condiciones hidrológicas medias que influyen en los procesos de recarga, escorrentía superficial y erosión (24),

El procesamiento de esta información se realiza mediante métodos estadísticos descriptivos, obteniendo valores medios, máximos, mínimos y tendencias, que constituyen

insumos fundamentales para el modelamiento hidrológico y la estimación de caudales de diseño (24),

2.2.3.3.2. Precipitación máxima diaria

La precipitación máxima diaria corresponde al mayor valor de lluvia registrado en un período de 24 horas dentro de una serie histórica determinada (24),

Este parámetro es esencial para la evaluación de eventos extremos, ya que permite estimar intensidades críticas de precipitación asociadas a procesos de inundación, desbordes y erosión severa.

La determinación de la precipitación máxima diaria se realiza mediante el análisis de máximos anuales, aplicando métodos estadísticos de frecuencia (Gumbel, Log-Normal, Log-Pearson tipo III u otros), lo que permite establecer lluvias de diseño asociadas a diferentes períodos de retorno (24),

2.2.3.3.3. Caudal máximo anual

El caudal máximo anual se define como el mayor caudal registrado en el cauce durante un año hidrológico (24),

Este parámetro se obtiene a partir de registros hidrométricos directos o mediante modelación hidrológica cuando no existen estaciones de aforo, utilizando métodos indirectos como el método racional, modelos lluvia–escorrentía y relaciones regionales (24),

El análisis de los caudales máximos anuales permite identificar el comportamiento extremo del sistema fluvial, evaluar la capacidad hidráulica del cauce y definir las condiciones críticas para el diseño de la defensa ribereña (24),

2.2.3.3.4. Análisis de máximas avenidas

El caudal máximo anual se define como el mayor caudal registrado en el cauce durante un año hidrológico (24),

Este parámetro se obtiene a partir de registros hidrométricos directos o mediante modelación hidrológica cuando no existen estaciones de aforo, utilizando métodos indirectos como el método racional, modelos lluvia–escorrentía y relaciones regionales (24),

El análisis de los caudales máximos anuales permite identificar el comportamiento extremo del sistema fluvial, evaluar la capacidad hidráulica del cauce y definir las condiciones críticas para el diseño de la defensa ribereña (24),

2.2.3.4. Diseño estructural de muro de contención

Un muro de contención se define técnicamente como un sistema de soporte diseñado para mantener la diferencia de niveles en la superficie de un terreno, contrarrestando el empuje activo del suelo.

Según Terzaghi et al. (22), estas estructuras deben garantizar la estabilidad frente a fuerzas que tienden al volcamiento o deslizamiento. Por ende, se enfatizan que su función trasciende el soporte mecánico, siendo vitales para la protección de infraestructuras ante el colapso de masas de tierra y la prevención de riesgos erosivos en zonas urbanas o fluviales.

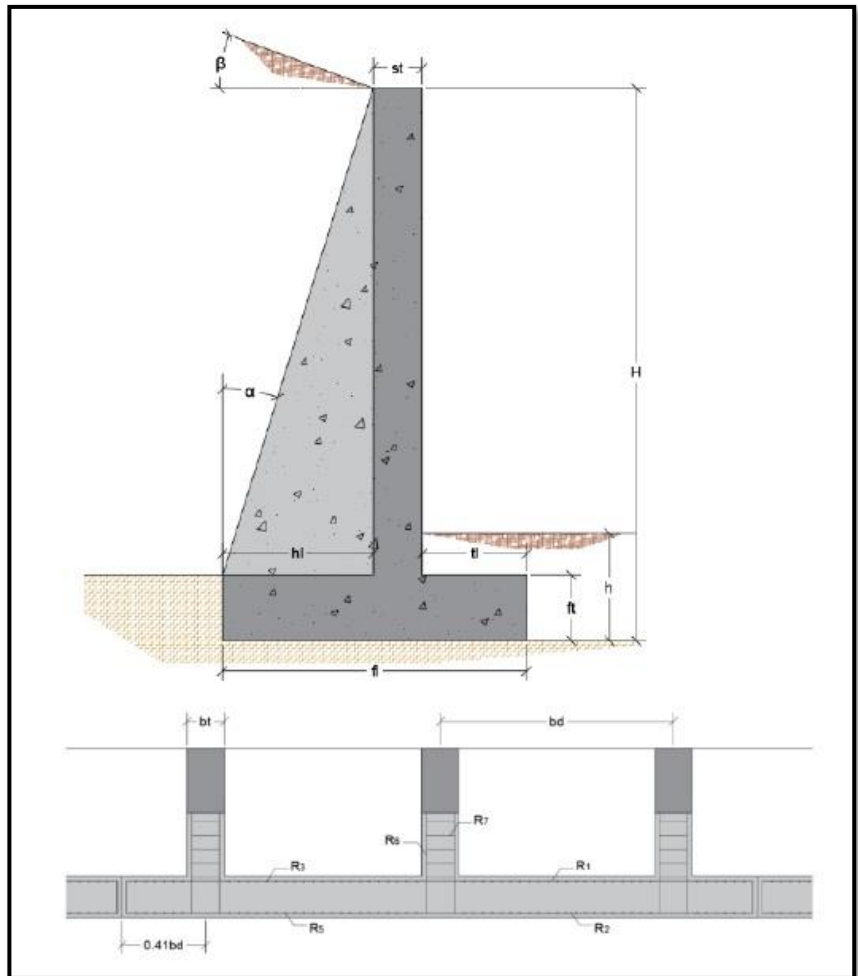


Figura 6: Muro de contención.

Fuente: Ralph B. Peck, 1912-2008, Universidad Politécnica de Valencia (23)

2.2.3.4.1. Concepto y función del muro de contención

La eficiencia de un muro no reside solo en su masa, sino en la interacción de sus componentes.

Das (27), sostiene que la cimentación es el elemento más crítico para la transferencia de cargas, por su parte, identifica los siguientes componentes clave:

- ✓ **Base o Zapata:** Encargada de la distribución de presiones al suelo de fundación.
- ✓ **Pantalla o Fuste:** El cuerpo estructural que soporta directamente el empuje.

- ✓ **Filtros de Drenaje:** Un drenaje deficiente es la causa del 80% de fallas en muros debido al incremento de la presión hidrostática, lo que se refuerza al exigir sistemas de evacuación pluvial eficientes según ANA (17).

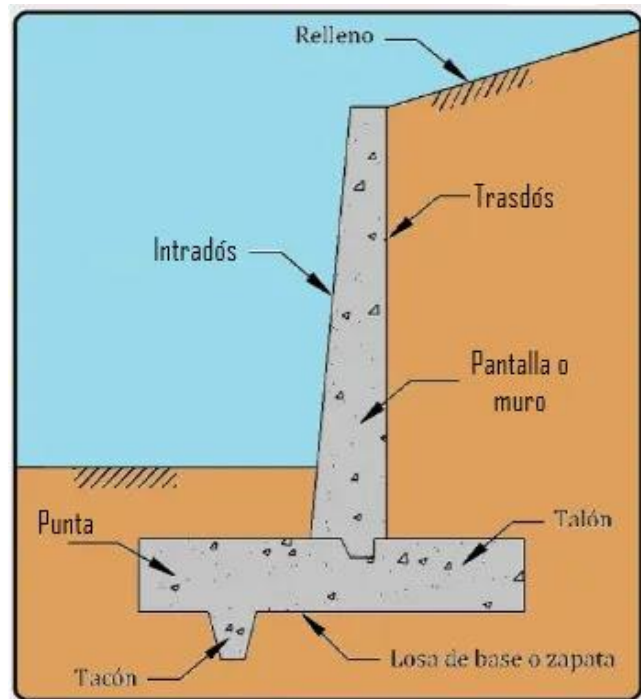


Figura 7: Partes de un muro de contención.
Fuente: Libre ingeniería civil (28)

2.2.3.4.2. Tipos de muros de contenciones

Según Das (27). A partir de la revisión de la literatura y del análisis de campo, identifiqué que los muros de contención se clasifican principalmente en:

a) Muros de gravedad

Dependen de su inercia y peso propio. su uso óptimo en alturas moderadas donde se emplea concreto ciclópeo. y su estabilidad radica en su gran volumen y masa. Son recomendados en zonas donde el terreno permite cimentaciones anchas y no se requiere una altura excesiva, además de ser una opción duradera y de bajo mantenimiento (27)..

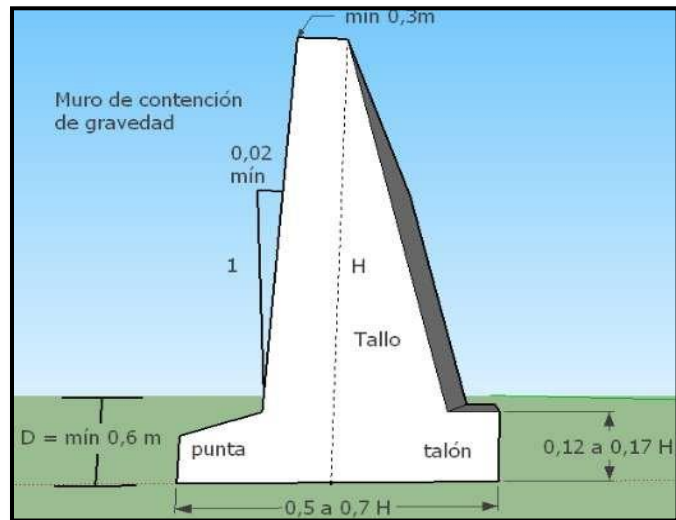


Figura 8: Muro de gravedad.

Fuente: Libre ingeniería civil (28)

b) Muros de gaviones

Los gaviones tienen la ventaja de ser flexibles, permeables y adaptables a asentamientos diferenciales, lo que los hace ideales para defensa ribereña y control de erosión. Además, permiten el paso del agua, reduciendo la presión hidrostática y favoreciendo la integración con el entorno natural (27)..



Figura 9: Muro de gavión

Fuente: Libre ingeniería civil (28)

c) Muros de hormigón armado

Este tipo de muro, combina la resistencia a compresión del concreto con la resistencia a tracción del acero. Son muros más esbeltos que los de gravedad y pueden alcanzar mayores alturas con menor espesor. Requieren un diseño estructural más detallado y un control de calidad riguroso en la construcción, pero ofrecen gran durabilidad y resistencia frente a cargas sísmicas y condiciones exigentes (27)..



Figura 10: Muro de hormigón armado

Fuente: Libre ingeniería civil (28)

d) Muros de suelo reforzado

En este caso, se trata de muros conformados por capas de suelo compactado y elementos de refuerzo (como geotextiles, mallas metálicas o bandas poliméricas), recubiertos generalmente por paneles prefabricados, son estructuras muy eficientes y económicas para grandes alturas, ya que aprovechan la interacción entre el suelo y el refuerzo para lograr estabilidad (27).



Figura 11: Muro de suelo reforzado
Fuente: Libre ingeniería civil (28)

2.2.3.4.3. Criterios para la selección del tipo de muro

La elección del tipo de muro de contención depende de varios factores: las características geotécnicas del terreno, la altura requerida, el espacio disponible para la cimentación, las condiciones hidráulicas, el presupuesto y el mantenimiento esperado. También es importante considerar aspectos ambientales y paisajísticos, especialmente en obras de defensa ribereña (27).

a) Criterios técnicos de diseño

Los criterios técnicos incluyen la capacidad portante del terreno, la estabilidad estructural frente a cargas hidrodinámicas, la durabilidad de los materiales y la adaptabilidad a cambios en el régimen del río. Estos aspectos garantizan que la defensa sea funcional y segura durante su vida útil (27).

b) Parámetros hidrológicos e hidráulicos

Para un diseño efectivo es necesario conocer el caudal máximo esperado, la velocidad de la corriente, la

frecuencia de crecidas y el nivel de socavación. Estos datos permiten dimensionar la estructura de manera que soporte eventos extremos y minimice riesgos (27).

c) Parámetros geotécnicos y topográficos

La resistencia al corte del suelo, su cohesión y permeabilidad, mientras que en la topografía revisé la pendiente del talud, la morfología del cauce y la altura de las márgenes. Estos factores influyen directamente en la estabilidad y el anclaje de la defensa (27).

d) Normativas y estándares aplicables

El diseño tiene que cumplir con las normativas nacionales e internacionales relacionadas con seguridad hidráulica, construcción y protección ambiental, asegurando que la obra cumpla con requisitos técnicos y legales para su ejecución y operación (27).

2.2.3.4.4. Diseño de muro en voladizo

Para el correcto diseño de muro en voladizo se seguirá el siguiente procedimiento

- Selección de dimensiones.
- Cálculo del empuje producido por otras acciones
- Comprobación de:
 - ✓ Seguridad al vuelco.
 - ✓ Seguridad a deslizamiento.
 - ✓ Las tensiones sobre el terreno de cimentación en condiciones de servicio.
 - ✓ Las tensiones sobre el terreno de cimentación bajo el empuje incrementado.

Dimensionamiento del muro como estructura de hormigón armado

A. Aspectos generales que permiten asegurar contra el deslizamiento

- **Por el empuje pasivo frente a la puntera y un tacón introducido en el terreno de cimentación, más la fuerza debido al rozamiento.**

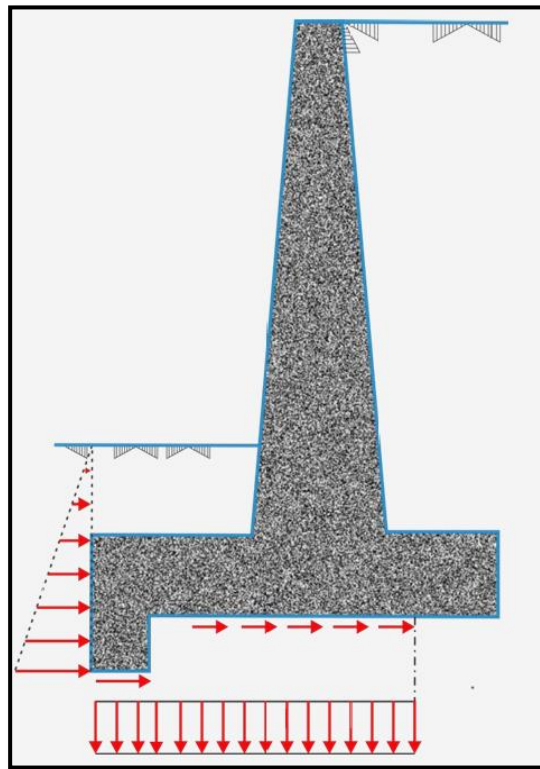


Figura 12: Empuje pasivo frente a la puntera debido al rozamiento .

Fuente: Elaboración propia 2026.

- ✓ Si se coloca el tacón en la puntera, puede contarse con el empuje pasivo frente a la puntera y al tacón, más la fuerza integra proporciona por el rozamiento, actuando en la base del tacón y del muro.
- **Por el empuje pasivo frente a la puntera y un tacón introducido en el terreno de cimentación, más la fuerza debido al rozamiento.**

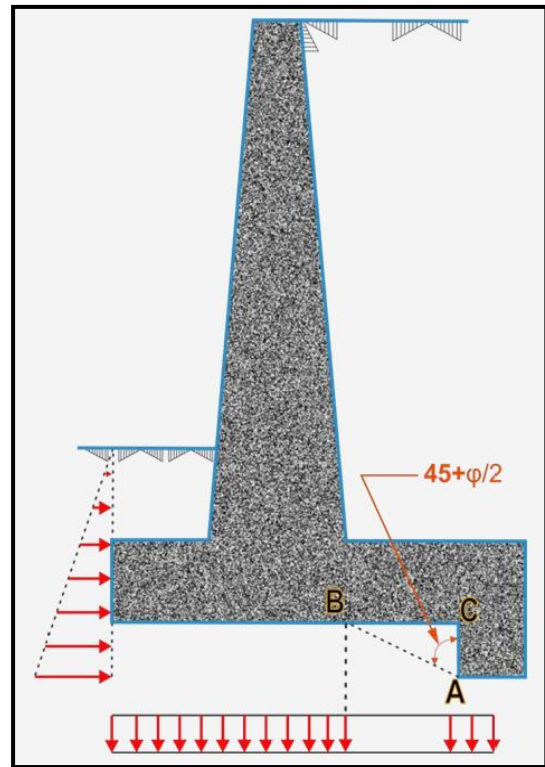


Figura 13: Empuje pasivo debido al rozamiento.

Fuente: Elaboración propia 2026.

- ✓ Si se coloca el tacón en el extremo trasero del talón, el empuje pasivo frente al tacón producirá una cuña de inclinación AB, e acuerdo con la teoría de RANKINE. Puede contarse con el empuje pasivo frente a la puntera y frente al tacón, pero la fuerza debida al rozamiento debe calcularse excluyendo las presiones sobre la zona BC (31).

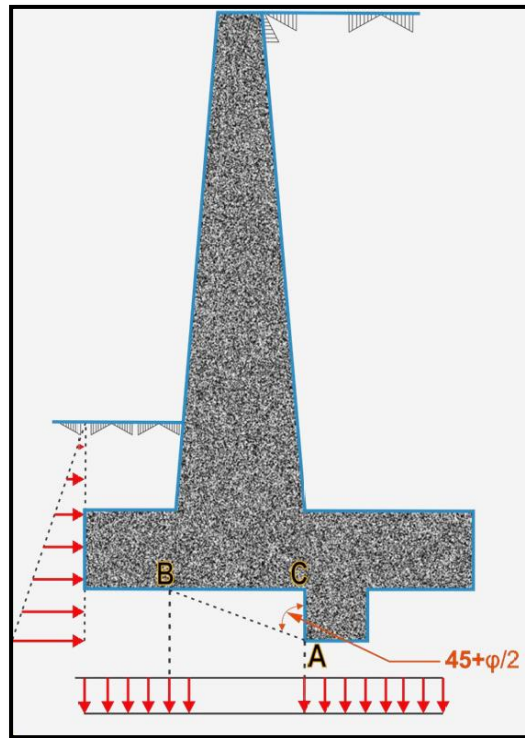


Figura 14: Presiones sobre la zona BC en muro (RANKINE).
Fuente: Elaboración propia 2026.

- ✓ Si el tacón se coloca en posición intermedia, pero la cuña AB corta a la base del muro, la situación es la misma del caso anterior (31).

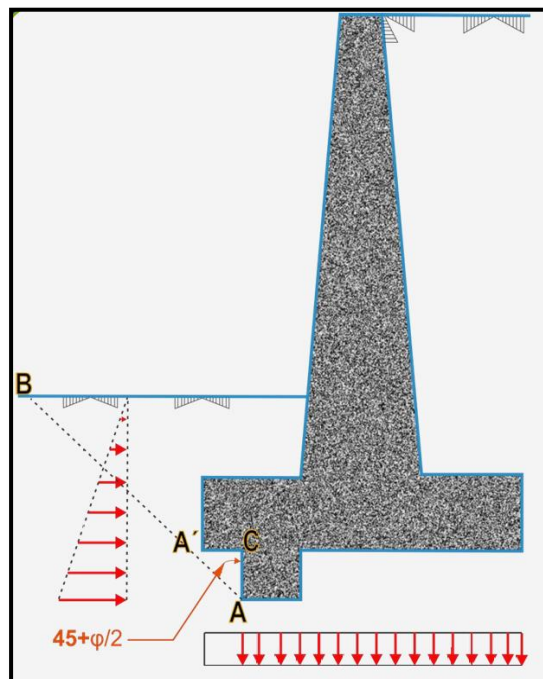


Figura 15: Tacón de muro se coloca en posición intermedia.
Fuente: Elaboración propia 2026.

- ✓ Si la cuña no corta a la base puede contarse con el empuje pasivo frente a la puntera y al tacón, pero la fuerza debida al rozamiento debe calcularse excluyendo las presiones sobre la zona A' C (31).
- ✓ Una situación más real se indica en la siguiente figura donde la resistencia a empuje pasivo frente al tacón, dependiendo de su posición, puede estar incrementada de forma importante por las presiones verticales σ_t del cimiento sobre el terreno, por lo que realmente a la altura de tierras h_f debería añadirse la altura equivalente a la ley σ_t depresiones (31).

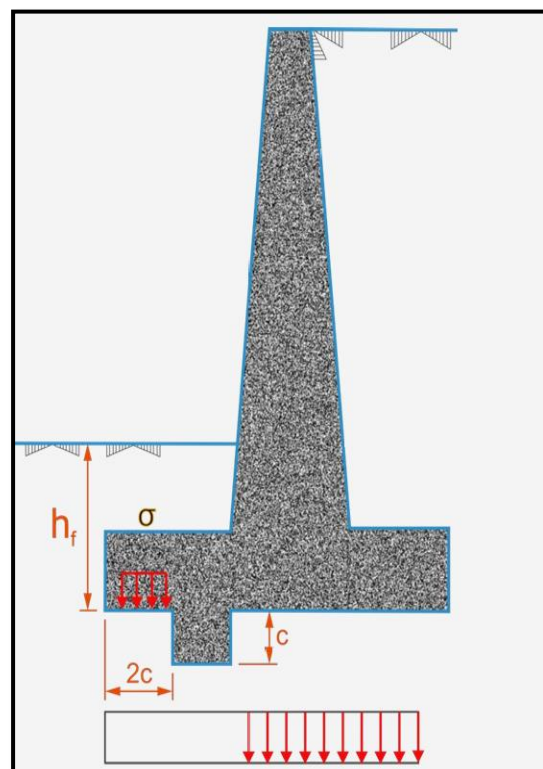


Figura 16: Empuje pasivo frente al tacón, dependiendo de su posición

Fuente: Elaboración propia 2026.

- ✓ Si se desprecia el valor de σ_t la posición preferible del tacón sería el frente de la puntera (figura 9).

- ✓ Para no perder fuerza de rozamiento en la zona BC (Figura 11).
- ✓ Sin embargo, es recomendable estimarlo con $\tan\left(45 + \frac{\varphi}{2}\right) \approx 2$, retrasar el tacón en la dimensión.

B. Pre-dimensionamiento del muro.

- Partes o designación del muro de contención:

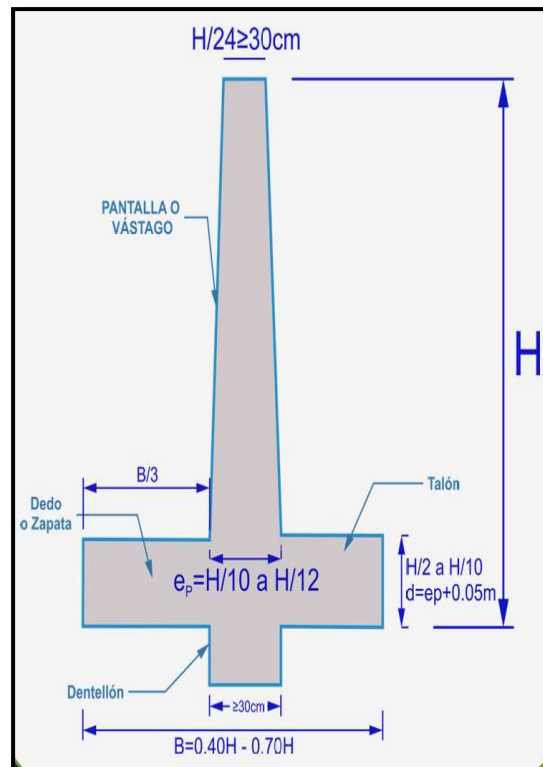


Figura 17: Partes o designación del muro de contención.
Fuente: Elaboración propia 2026.

- ✓ **B=** Base
- ✓ **e=** Corona del muro de contención
- ✓ **b1=** Puntera
- ✓ **b2 =** Talón
- ✓ **d=** Peralte del cimient
- ✓ **h'=** Altura desde el nivel del suelo hasta la corona.
- ✓ **h=** Altura desde la parte superior del cimient hasta la corona.

- ✓ **H**= Altura desde la base del cimiento hasta la corona
- ✓ **e1**=Distancia relacionada a la pantalla exterior
- ✓ **e2**= Distancia relacionada a la pantalla interior
- **Criterios para los datos geométricos**

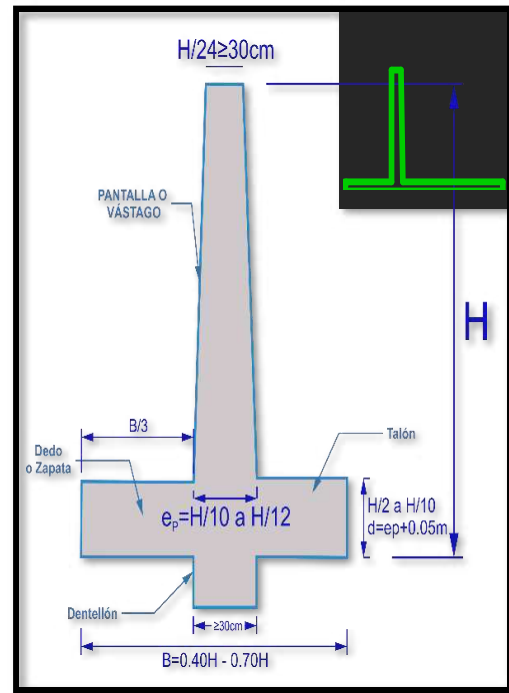


Figura 18: Criterios para los datos geométricos de muro
Fuente: Elaboración propia 2026.

Tabla 4: Datos geométricos de muro

h' :	5.00 m		
hr :	0.60 m	≥ 0.60 m	≥ 0.60 m
h :	5.60 m	5.60 m	h' + hr
ep:	0.35 m	0.26 m	≥ 5+√(Mu/Ø*)
hz :	0.40 m	0.40 m	hz=ep+0.05
H :	6.00 m	6.00 m	h+d
B :	4.50 m	2.4 a 4.2 m	0.4H a 0.7H
e :	0.25 m	0.25 m	H/24 > 0.25
b1 :	1.30 m	1.50 m	B/3
b2 :	2.85 m	2.85 m	B-B/3-ep
e1 :	0.00 m	0.00 m	0.00 m
e2 :	0.05 m	0.10 m	ep-e-e1

Fuente: Elaboración propia 2026.

✓ **Altura total del muro**

Este parámetro se define en función del nivel máximo del agua asociado al caudal de diseño, la altura hidráulica de protección, el nivel de socavación esperado y un margen de seguridad adicional (franco libre).

La altura del muro influye directamente en los empujes activos del suelo y del agua, en los momentos de volteo y en los esfuerzos internos de la estructura, constituyendo una variable fundamental para el análisis de estabilidad y el dimensionamiento estructural del muro en voladizo (31).

✓ **Ancho de base**

El ancho de base es la dimensión horizontal de la zapata del muro en contacto con el terreno de fundación.

Su función principal es garantizar la estabilidad del muro frente a los efectos de deslizamiento, volteo y falla por capacidad portante del suelo (31).

El ancho de base se define en función de la altura del muro, las propiedades geotécnicas del suelo, los empujes laterales actuantes y los factores de seguridad exigidos por la normativa técnica, permitiendo una adecuada distribución de presiones en el terreno de cimentación (31).

✓ **Ancho de corona del muro**

La corona corresponde a la parte superior del muro de contención, que constituye el límite estructural visible de la obra (31).

Su ancho se diseña considerando criterios

estructurales, funcionales y constructivos, permitiendo la correcta disposición del refuerzo, la resistencia a cargas externas y la protección frente a procesos erosivos superficiales (31).

Además, la corona cumple una función hidráulica, ya que actúa como barrera de contención frente a niveles elevados del río y eventos de inundación (31).

✓ **Longitud del tramo de muro a diseñar**

La longitud del muro corresponde al desarrollo longitudinal de la estructura a lo largo de la margen del río en el tramo de intervención (31).

Esta longitud se define a partir del análisis geomorfológico, hidráulico y de riesgo, identificando los sectores críticos de erosión, socavación e inundación.

El diseño considera la continuidad estructural del sistema de defensa ribereña, garantizando una protección efectiva del margen vulnerable y la integración funcional del muro con el entorno fluvial (31).

✓ **Profundidad de empotramiento**

La profundidad de empotramiento es la distancia vertical desde la base del terreno natural hasta la base de la cimentación del muro de contención. Este parámetro es fundamental en el diseño estructural, ya que garantiza la estabilidad del muro frente a fenómenos como el deslizamiento, volteo y, especialmente, la socavación en obras de defensa ribereña (31).

El empotramiento permite que la estructura se ancle adecuadamente en el suelo, incrementando la resistencia pasiva en la base y asegurando que el muro pueda soportar las cargas actuantes, tanto del empuje del suelo como de la presión hidrostática y la acción del flujo del río (31).

- **Criterios para ep y peralte de la cimentación**

- ✓ Para el dimensionamiento del peralte del muro tomaremos el criterio por flexión por lo tanto tenemos (31).

Tabla 5: Valores de β_1 para la distribución rectangular equivalente de esfuerzos en el concreto

$f'c(\text{kg}/\text{m}^2)$	β_1	
$170 \leq f'c \leq 280$	0.85	(1)
$280 < f'c < 550$	$0.85 - \frac{0.05(f'c - 280)}{70}$	(2)
$f'c \geq 550$	0.65	(3)

Fuente: Norma técnica E.060 Concreto Armado (29).

La cuantía máxima será:

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75\rho_b \text{ ,para zonas sísmicas bajas}$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.50\rho_b \text{ ,para zonas sísmicas altas}$$

- ✓ Procedimiento de equilibrio

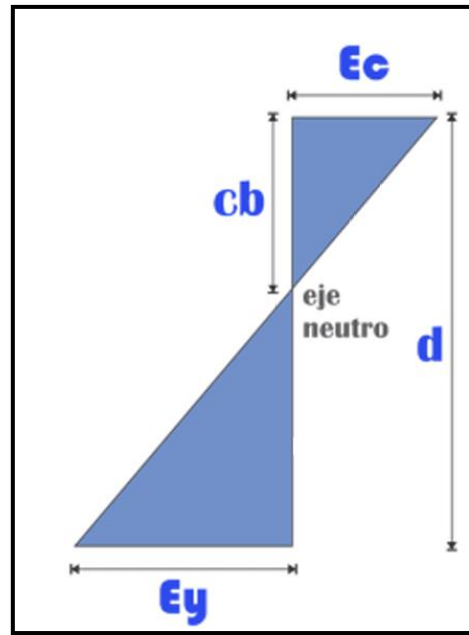


Figura 19: Procedimiento de equilibrio.
Fuente: Elaboración propia 2026.

De la figura anterior tenemos:

$$\frac{c_b}{d} = \frac{0.003}{0.003 + \epsilon_y} \dots \dots (5)$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} \dots \dots (6)$$

Donde:

f_y =Esfuerzo de fluencia del acero.

E_s =Módulo de elasticidad del acero.

$$E_s = 2000000 \frac{kg}{cm^2} \dots \dots (7)$$

Reemplazamos en ecuación (5).

$$c_b = \frac{6000}{6000 + f_y} \cdot d \dots \dots (8)$$

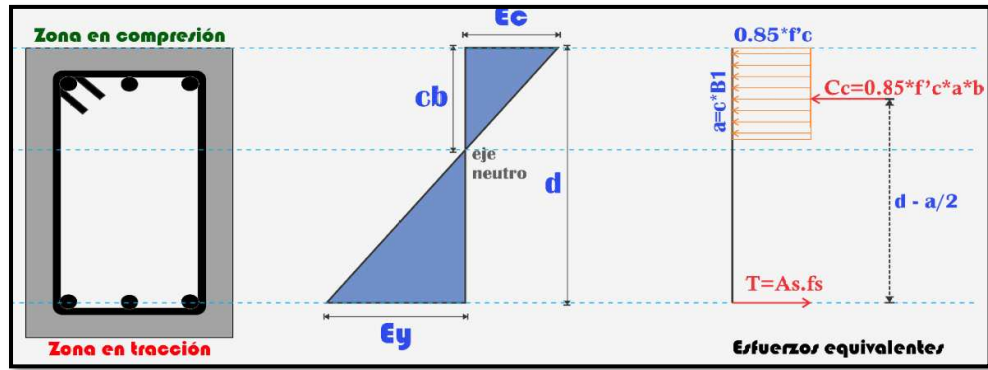


Figura 20: Procedimiento de equilibrio de esfuerzos.

Fuente: Elaboración propia 2026.

El momento nominal resistente se calculará de la siguiente forma:

$$a_{m\acute{a}x} = 0.75 \beta_1 C_b, \text{ zonas sísmicas bajas}$$

$$a_{m\acute{a}x} = 0.50 \beta_1 C_b, \text{ zonas sísmicas altas}$$

Por lo tanto:

$$C_c = 0.85 f'_c b a_{m\acute{a}x} \dots \dots \dots (9)$$

$$z = d - \frac{a_{m\acute{a}x}}{2} \dots \dots \dots (10)$$

Por lo tanto:

$$M_n = 0.85 f'_c b \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) 0.50 \beta_1 d^2 \left(1 - \frac{\left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) 0.50 \beta_1}{2} \right) \dots \dots (11)$$

$$\text{Como: } M_n \geq \frac{M_u}{\phi}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{M_u}{0.85 f'_c b \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) 0.50 \beta_1 \left(1 - \frac{\left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) 0.50 \beta_1}{2} \right)}} \dots \dots \dots (12)$$

$$d \geq \sqrt{\frac{M_u}{\phi 0.25 f'_c b \beta_1 (1 - 0.1447 \beta_1)}} \dots \dots \dots (13)$$

$$e_p \geq d + 0.05m \dots \dots \dots (14)$$

- **Empuje pasivo: Método coulomb.**

Según Prontubeam (30), Coulomb también presento un análisis para determinar la presión pasiva de la tierra en muros con fricción que retienen un material granular de relleno similar a lo visto en presión activa.

$$p_h = \gamma \cdot z \cdot \lambda_h \dots \dots \dots (15)$$

$$p_v = \gamma \cdot z \cdot \lambda_v \dots \dots \dots (16)$$

Donde:

$$\lambda_h = \frac{\sin^2(\alpha - \varphi)}{\sin^2 \alpha \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi - \delta) \sin(\varphi - \beta)}{\sin(\alpha + \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} \dots \dots (17)$$

$$\lambda_v = \lambda_h \cdot \cot(\alpha + \delta) \dots \dots \dots (18)$$

- **Empuje pasivo: Método Rankine.**

Según Prontubeam (30), Para un muro de retención vertical sin fricción con un relleno granular (c=0), la presión pasiva de Rankine a cualquier profundidad sede termina de manera similar a como se hizo en el caso de la presión activa :

$$p_h = \gamma \cdot z \cdot \lambda_h \dots \dots \dots (19)$$

$$p_v = \gamma \cdot z \cdot \lambda_v \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

$$\lambda_h = \cos^2(\beta) \frac{\cos(\beta) + \sqrt{\cos^2(\beta) - \cos^2(\varphi)}}{\cos(\beta) - \sqrt{\cos^2(\beta) - \cos^2(\varphi)}} \dots \dots (21)$$

$$\lambda_v = \sin(\beta) \cdot \cos(\beta) \frac{\cos(\beta) + \sqrt{\cos^2(\beta) - \cos^2(\varphi)}}{\cos(\beta) - \sqrt{\cos^2(\beta) - \cos^2(\varphi)}} \dots \dots (22)$$

- **Empuje pasivo: Método Coulomb y Rankine**

$$p = \sqrt{p_h^2 + p_v^2} = \gamma \cdot z \cdot \sqrt{\lambda_v^2 + \lambda_h^2} \dots \dots \dots (23)$$

Las componentes **E_h** , **E_v** , horizontal y vertical respectivamente del empuje total **E** , por unidad de longitud de muro, viene dada por las expresiones:

$$E_h = \frac{\gamma H^2 \lambda_h}{2} \dots \dots \dots (24)$$

$$E_v = \frac{\gamma H^2 \lambda_v}{2} \dots \dots \dots (25)$$

$$E_p = \sqrt{E_h^2 + E_v^2} \dots \dots \dots (26)$$

Y su punto de aplicación del empuje **E** está situado a una profundidad:

$$z = \frac{2H}{3} \dots \dots \dots (27)$$

- **Empuje debido al tacón o dentellón**

Empuje debido a la acción del tacón o dentellón

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \left[(h_f + c)^2 - h_f^2 \right] \cdot \left(\frac{1 + \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \right) \dots (28)$$

Situada a una profundidad:

$$h_c = \frac{2 \left[(h_f + c)^3 - h_f^3 \right]}{3 \left[(h_f + c)^2 - h_f^2 \right]} \dots \dots \dots (29)$$

- **Coefficiente de Rozamiento μ**

Tabla 6: Coeficiente de Rozamiento μ

Tipo de suelo	Coefficiente μ
Arenas sin limos	0.55
Arena limosa	0.45
Limos	0.35
Roca sana con superficie rugosa	0.60

Fuente Calavera Ruiz J. 2001, tabla T-4.1 pág. 71 (31)

En general será el resultado correspondiente al estudio geotécnico

C. Comprobaciones

- **Factor de seguridad al deslizamiento**

La fuerza que puede producir el deslizamiento son las componentes horizontales de los empujes de

las cargas que consideremos y las fuerzas que se oponen al deslizamiento son el rozamiento de la base del muro con el suelo de cimentación (30).

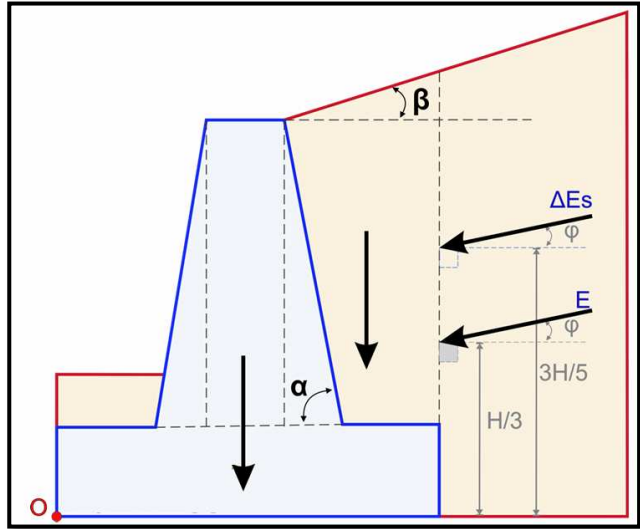


Figura 21:Factor de seguridad al deslizamiento.

Fuente: Elaboración propia 2026.

$$FSD = \frac{\mu \cdot \sum Fv}{\sum Fh} \dots \dots (30)$$

Donde:

$\sum Fv$ =Sumatoria de fuerzas verticales incluido peso del muro.

$\sum Fh$ =Sumatoria del componente horizontal de empujes.

Tomando en cuenta:

$FSD \geq 1.50$: Cuando $\sum Fv$ presenta las cargas frecuentes.

$FSD \geq 1.20$: Cuando $\sum Fh$ presenta cargas de sismo.

- **Factor de seguridad al volteo**

La fuerza que puede producir el volteo son las componentes horizontales de los empujes de las cargas que consideremos y las fuerzas que se oponen al volteo son las producidas por el peso del

muro y del material de relleno ubicado encima del talón (30).

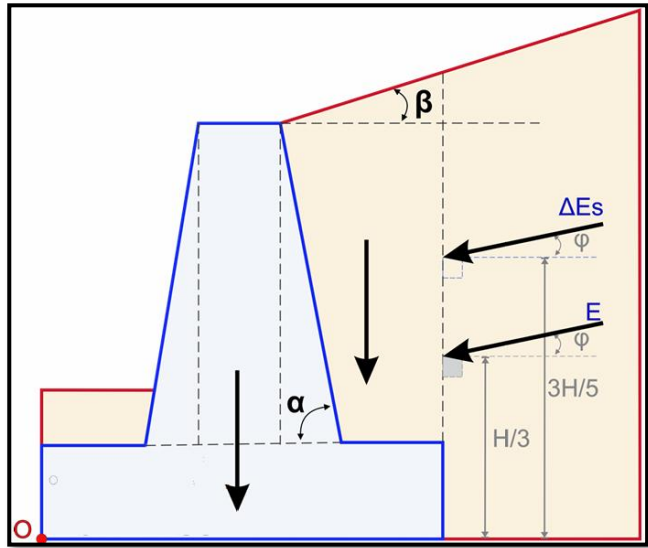


Figura 22: Factor de seguridad al volteo
Fuente: Elaboración propia 2026.

$$FSV = \frac{\sum Mr}{\sum Mv} \dots \dots (31)$$

Donde:

$\sum Mr$ =Sumatoria de momentos resistentes al volteo.

$\sum Mv$ =Sumatoria de momentos volcadores que son los empujes horizontales.

Tomando en cuenta:

$FSD \geq 1.80$: Cuando $\sum Mr$ presenta las cargas frecuentes.

$FSD \geq 1.50$: Cuando $\sum Mr$ presenta cargas infrecuentes o excepcionales.

$FSD \geq 1.20$: Cuando $\sum Mr$ presenta cargas de sismo.

- **Estabilidad global del muro**

La estabilidad global evalúa el comportamiento del sistema muro-suelo como un conjunto, considerando posibles superficies de falla

profundas que involucren tanto la estructura como el macizo de suelo (30).

Este análisis permite identificar mecanismos de falla generalizada, deslizamientos rotacionales o colapsos del sistema de contención.

La estabilidad global se verifica mediante métodos de equilibrio límite y modelación geotécnica, garantizando que el sistema estructural mantenga condiciones de seguridad frente a fallas globales del terreno (30).

- **Tensiones sobre el terreno de cimentación en condiciones de servicio.**

Si el muro es soportado por una fundación en suelo, la tensión vertical se deberá calcular suponiendo una presión uniformemente distribuida sobre el área de una base efectiva como se ilustra en la siguiente imagen (30).

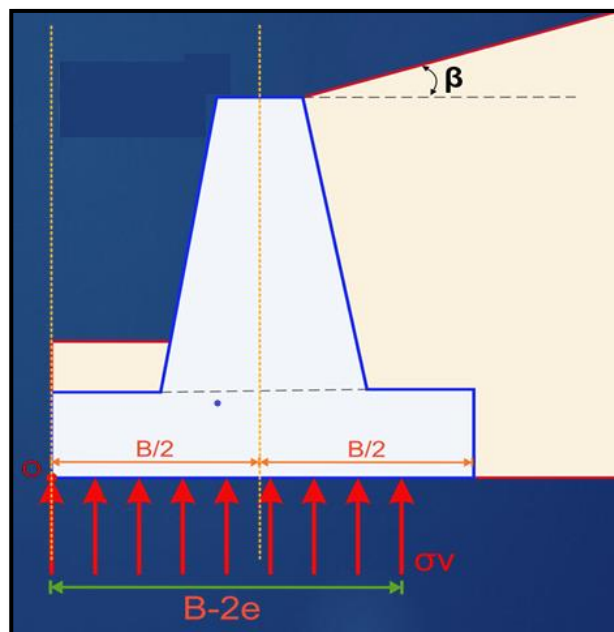


Figura 23: Tensiones sobre el terreno de cimentación en condiciones de servicio.

Fuente: Elaboración propia 2026.

La tensión vertical se deberá calcular de la siguiente manera:

$$\sigma_v = \frac{\sum V}{B - 2e} \dots \dots \dots (32)$$

Donde:

$\sum V$ = Sumatoria de fuerzas verticales

Si el muro es soportado por una fundación en roca, La tensión vertical se deberá calcular suponiendo una presión distribuida linealmente sobre el área de una base efectiva como se ilustra en la siguiente imagen:

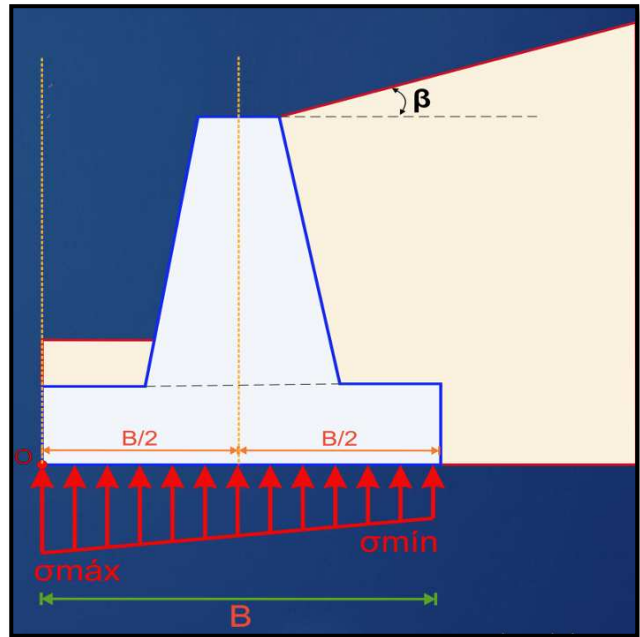


Figura 24: La tensión vertical del muro sobre roca.
Fuente: Elaboración propia 2026.

$$\sigma_{\text{máx}} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \dots \dots \dots (33)$$

$$\sigma_{\text{mín}} = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) \dots \dots \dots (34)$$

Si la resultante cae fuera del tercio central de la base:

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{2 \sum V}{3 \left(\frac{B}{2} - e \right)} \dots \dots \dots (35)$$

Donde:

$\sum V$ = Sumatoria de fuerzas verticales

- **Tensiones sobre el terreno**

Diagrama de cargas actuantes

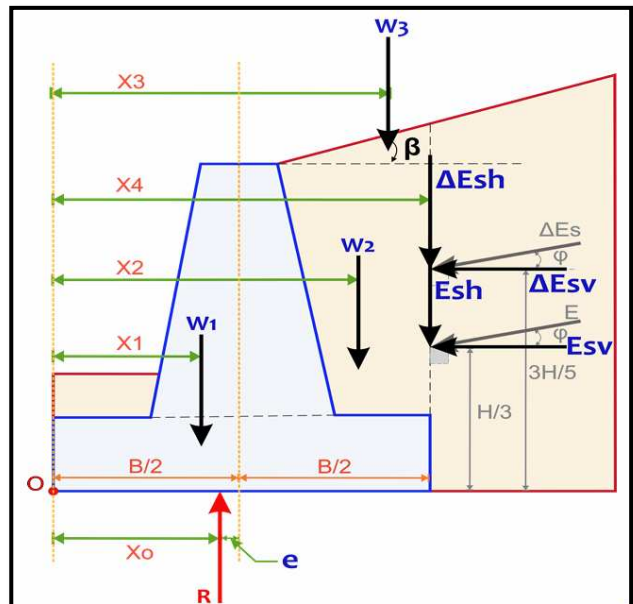


Figura 25: Diagrama de cargas actuantes en muro.
Fuente: Elaboración propia 2026.

$$\sigma_v, \sigma_{m\acute{a}x}, \sigma_{mix} \leq \sigma_{adn} \dots \dots \dots (36)$$

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\sum Mr - \sum Mv}{\sum Fv} \dots \dots \dots (37)$$

D. Diseño

- **Espesor mínimo de muros**

El espesor mínimo del muro debe cumplir con la siguiente tabla. Se permiten muros más delgados cuando el análisis estructural demuestre que el muro posee resistencia y estabilidad adecuadas (32).

Tabla 7: Espesor mínimo de muro

Tipo de muro	Espesor mínimo del muro, h		
De carga	El mayor de	4 pulg.	(a)
		1/25 de la menor entre la altura y la longitud no apoyadas	(b)
No portante	El mayor de	4 pulg	(c)
		1/30 de la menor entre la altura y la longitud no apoyadas	(d)
Exteriores de sótanos y cimentaciones	7.5 pulg.		(e)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
Norma Técnica E.060 – Concreto Armado (32).

- Cuantía mínima en muros**

Tabla 8: Refuerzo mínimo para muros con $V_u \leq 0.5\phi V_c$

Tipo de muro	Tipo de refuerzo no prees forzado	Tamaño de la barra o alambre	$Ff_y \cdot Ib / \text{pulg.}^2$	Refuerzo longitudinal mínimo ρ_t	Refuerzo horizontal mínimo ρ_t
Construido en obra	Barras corrugadas	$\leq N^\circ. 5$	≥ 60.000	0.0012	0.0020
			< 60.000	0.0015	0.0025
		$> N^\circ. 5$	Cualquiera	0.0015	0.0025
	Refuerzo de alambre electrosoldado	$\leq W31$ o D31	Cualquiera	0.0012	0.0020
Prefabricado	Barras corrugadas o refuerzo de alambre electrosoldado	Cualquiera	Cualquiera	0.0010	0.0010

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
Norma Técnica E.060 – Resistencia al corte (V_c), contribución del concreto al esfuerzo cortante, (32).

- Resistencia a la cortante**

Para miembros no pre esforzados sin fuerza axial,

V_c debe calcularse por medio de:

$$V_c = 2\lambda\sqrt{f'_c b_w d} \dots \dots \dots (38)$$

A menos que se realice un cálculo más detallado de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 9: Método detallado para calcular V_c

V_c		
El menor de (a), (b) y (c);	$\left(1.9\lambda\sqrt{f'_c} + 2500\rho_w \frac{V_u d}{M_u}\right) b_w d$	(a)
	$(1.9\lambda\sqrt{f'_c} + 2500\rho_w) b_w d$	(b)
	$(3.5\lambda\sqrt{f'_c} b_w d)$	(c)

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
Norma Técnica E.060 – Concreto Armado (32).

• Valores de λ

Tabla 10: Factor de modificación de λ

Concreto	Composición de los agregados	λ
Todos livianos	Fino: ASTM C330 Grueso: ASTM C330	0.75
Liviano, mezcla fina	Fino: Combinación ASTM C330 y C33 Grueso: ASTM C330	0.75 a 0.85
Arena, liviana	Fino: ASTM C33 Grueso: ASTM C330	0.85
Arena liviana, mezcla gruesa	Fino: ASTM C33 Grueso: Combinación ASTM C330 y C33	0.85 a 1.00
Peso normal	Fino: ASTM C33 Grueso: ASTM C33	1.00

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
Norma Técnica E.060 – Propiedades mecánicas del concreto –
Factores de modificación (λ) (32).

2.2.4. Mejora de la defensa ribereña

La mejora de la defensa ribereña implica la optimización estructural, hidráulica y social, reduciendo riesgos de inundación y protegiendo a la población. Según la ANA (17), una defensa ribereña adecuada:

- ✓ Reduce la erosión lateral
- ✓ Controla desbordes
- ✓ Protege infraestructura y viviendas

2.2.4.1. Social y Humano

Las defensas ribereñas tienen un impacto directo en la seguridad, bienestar y calidad de vida de las comunidades ribereñas.

Incluye:

- ✓ Reducción del riesgo de desastres
- ✓ Protección de medios de vida
- ✓ Aceptación social del proyecto

El enfoque de ingeniería con responsabilidad social promueve la participación comunitaria y la validación del diseño mediante encuestas de satisfacción (CEPAL, 2018) (33).

2.2.5. Protección contra la erosión

La protección contra la erosión en defensas ribereñas consiste en el conjunto de medidas estructurales e hidráulicas destinadas a controlar la degradación progresiva del suelo y del material del lecho del río, producida por la acción del flujo, la turbulencia, la abrasión por sedimentos y la variación de niveles hidráulicos (34)

En muros de defensa ribereña en voladizo, la protección contra la erosión tiene como objetivo principal preservar la integridad del terreno de fundación y de las márgenes, evitando la pérdida de material, el debilitamiento del soporte estructural y la exposición de la cimentación (34).

Desde el punto de vista ingenieril, la protección contra la erosión se logra mediante:

- ✓ Revestimientos de protección (enrocados, gaviones, losas)
- ✓ Obras de disipación de energía
- ✓ Revestimientos hidráulicos
- ✓ Control de velocidades críticas
- ✓ Protección del pie del muro
- ✓ Control de escorrentía superficial

Estas medidas permiten reducir el esfuerzo cortante del flujo sobre el lecho y las márgenes, garantizando la estabilidad hidráulica del sistema de defensa ribereña (34).

2.2.5.1. Criterio hidráulico de erosión (esfuerzo cortante)

Esfuerzo cortante del flujo:

$$\tau = \gamma \cdot R \cdot S \dots \dots \dots (39)$$

Donde:

- τ = esfuerzo cortante (N/m^2)
- γ = peso específico del agua (N/m^3)
- R = radio hidráulico (m)
- S = pendiente hidráulica (m/m)

Condición de no erosión

$$\tau \leq \tau_c \dots \dots \dots (40)$$

Donde:

- τ_c =esfuerzo cortante crítico del material del lecho.

$$\tau_c > \tau \rightarrow \text{existe erosión}$$

2.2.5.2. Diseño de protección superficial (enrocado)

Diámetro mínimo del enrocado (Isbash) (35).

$$D = K \frac{V^2}{(S_s - 1)g} \dots \dots \dots (41)$$

Donde:

- D = diámetro del bloque (m)
- V = velocidad del flujo (m/s)
- g = gravedad específica del material
- K = coeficiente hidráulico
- g = gravedad (9.81 m/s^2).

2.2.5.3. Socavación en defensas ribereñas

La socavación es el proceso de erosión profunda del lecho y las márgenes del río causado por el incremento de velocidades, turbulencias, vórtices y concentraciones de energía hidráulica, generando excavaciones locales o generalizadas que comprometen la estabilidad de estructuras ribereñas (35).

En muros en voladizo, la socavación es un mecanismo crítico de falla estructural, ya que puede provocar pérdida de apoyo basal,

inestabilidad global, volteo y colapso progresivo del sistema muro suelo (35).

Fórmula de socavación:

$$D_s = K \cdot \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots (42)$$

Profundidad de empotramiento:

$$D_c = D_s + FS \dots \dots \dots (43)$$

2.2.6. Protección contra presión hidrostática

Sistema de drenaje: filtros y llores (drenes)

El sistema de drenaje en muros de defensa ribereña en voladizo está conformado por filtros granulares, capas drenantes y llores (tubos drenantes), cuya función es controlar la presión hidrostática, drenar el agua infiltrada y garantizar condiciones de estabilidad estructural (36).

Este sistema permite disipar presiones intersticiales, reducir empujes hidrostáticos, evitar erosión interna y mejorar los factores de seguridad al deslizamiento, volteo y estabilidad global (36).

2.2.6.1. Diseño de filtros (criterios de Terzaghi)

El diseño de filtros granulares, según los criterios de Terzaghi, tiene como finalidad permitir el paso del agua a través del sistema drenante, evitando simultáneamente la migración de partículas finas del suelo, lo cual podría generar fenómenos de erosión interna (piping) y pérdida de estabilidad del muro (36).

Estos criterios garantizan la compatibilidad hidráulica y granulométrica entre el suelo natural y el material filtrante, asegurando un drenaje eficiente y un comportamiento estable del sistema suelo–estructura (36).

$$D_{15(f)} \leq 4 \cdot D_{85(s)} \dots \dots \dots (44)$$

$$D_{15(f)} \geq 4 \cdot D_{15(s)} \dots \dots \dots (45)$$

Donde:

- ✓ $D_{15(f)}$: Diámetro del filtro que deja pasar el 15 % del material (mm)
- ✓ $D_{85(s)}$: Diámetro del suelo base que deja pasar el 85 % del material (mm)
- ✓ $D_{15(s)}$: Diámetro del suelo base que deja pasar el 15 % del material (mm)

2.2.6.2. Diseño hidráulico de llorones

El diseño hidráulico de los llorones tiene como objetivo evacuar el agua infiltrada detrás del muro de contención, evitando la acumulación de presión hidrostática y garantizando el funcionamiento eficiente del sistema de drenaje (36).

Un drenaje correctamente dimensionado reduce los empujes hidrostáticos, incrementa los factores de seguridad estructural y mejora la durabilidad del muro de defensa ribereña (36).

Caudal de drenaje:

$$Q_d = k \cdot i \cdot A \dots \dots \dots (46)$$

Diámetro del drén:

$$D = \sqrt{\frac{4Q_d}{\pi V}} \dots \dots \dots (47)$$

Donde:

- ✓ Q_d : Caudal drenado por el sistema (m^3/s)
- ✓ k : Coeficiente de permeabilidad del suelo o del material filtrante (m/s)
- ✓ i : Gradiente hidráulico (adimensional)
- ✓ A : Área drenante efectiva (m^2)
- ✓ D : Diámetro del tubo drenante (m)
- ✓ V : Velocidad del flujo dentro del drén (m/s)
- ✓ π : Constante matemática

2.2.6.3. Reducción de empuje hidrostático

La reducción del empuje hidrostático se logra mediante la implementación de sistemas de drenaje eficientes que impiden la acumulación de agua detrás del muro (36).

Al disminuir la altura de la columna de agua, se reduce la presión ejercida sobre la estructura, lo que disminuye los momentos volcantes, las fuerzas deslizantes y las tensiones en la base, mejorando la estabilidad global del muro de contención (36).

$$P_w = \frac{1}{2} \gamma_w h^2 \dots \dots (48)$$

El drenaje reduce $h \Rightarrow$ reduce empujes, momentos y fuerzas desestabilizantes.

Donde:

- ✓ P_w : Empuje hidrostático total (kN/m)
- ✓ γ_w : Peso específico del agua (kN/m³)
- ✓ h : Altura de la columna de agua detrás del muro (m)

2.2.7. Encuestas y evaluación social

Las encuestas y la evaluación social constituyen herramientas fundamentales para identificar la percepción, aceptación y valoración de la población beneficiaria respecto a la propuesta de diseño de la defensa ribereña. Este proceso permite integrar la dimensión social al análisis técnico del proyecto, considerando aspectos como la percepción de seguridad, la confianza en la estabilidad de la obra, la reducción del riesgo de inundaciones y el impacto en la calidad de vida de la comunidad (37).

2.2.7.1. Percepción de satisfacción de la propuesta de diseño de defensa ribereña.

La percepción de satisfacción es un indicador social que mide el grado de aceptación de la población frente a la propuesta de defensa ribereña, considerando la seguridad percibida, la funcionalidad de la obra y su impacto en la calidad de vida, mediante una escala ordinal de valoración (37).

2.3. Hipótesis

No aplica, debido a que la presente investigación es descriptivo y propositivo, orientada al diseño de un muro de contención para mejorar la defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026. En este sentido, no se busca comprobar una relación causal entre variables, sino describir las condiciones del problema y plantear una alternativa de solución técnica.

Según **Hernández Sampieri et al.** (38). “Señalan que en los estudios descriptivos las hipótesis solo se formulan cuando se pronostica un hecho o dato”.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo, Nivel y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de la presente investigación es aplicado, debido a que está orientado a la resolución de un problema práctico y real, relacionado con la necesidad de mejorar la protección ribereña mediante el diseño de un muro de contención.

De acuerdo con **Hernández Sampieri et al. (38)**, la investigación aplicada se caracteriza por utilizar el conocimiento existente para intervenir y dar solución a problemas específicos del entorno, lo cual se ajusta a los objetivos del presente estudio, cuyos resultados servirán como base técnica para la formulación de propuestas de diseño estructural que contribuyan a la reducción del riesgo de inundaciones y desbordes.

3.1.2. Nivel de investigación

El presente estudio se sustenta metodológicamente con un nivel descriptivo.

Según **Hernández Sampieri et al. (38)**, tiene como finalidad especificar las características, propiedades y condiciones de un fenómeno tal como se presenta, sin manipular variables. Este enfoque resulta pertinente para la investigación, ya que permite describir y analizar las condiciones hidrológicas, geotécnicas y ambientales del área de estudio, información indispensable para sustentar técnicamente el diseño del muro de contención como medida de defensa ribereña, garantizando que la propuesta estructural responda a la realidad física del entorno

3.1.3. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental, debido a que no se realiza manipulación deliberada de las variables, sino que estas son observadas y analizadas en su contexto natural. Asimismo, el estudio presenta un diseño transversal, ya que la recolección de datos se efectúa en un único momento del tiempo.

Según **Hernández Sampieri et al.** (38), señalan que este tipo de diseño permite analizar fenómenos tal como ocurren en la realidad, lo cual resulta pertinente para obtener la información necesaria que respalde técnicamente el proceso de diseño de la defensa ribereña.

Idiograma de la investigación



Donde:

- **Mi** = (Muestra). Muro de contención en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.
- **Xi** = (Variable Independiente). Diseño del muro de contención en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026
- **Oi**= (Resultados) Resultados obtenidos del Diseño del muro de contención en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.
- **Yi**= (Variable dependiente) Propuesta de mejora de la defensa Ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.

3.2.Población

3.1.4. Población

La población de la investigación está constituida por todo el tramo del margen derecho del río Macro que atraviesa el sector Asociación Virgen de la Asunción, ubicado en el distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho.

De acuerdo con **Bernal** (39), la población corresponde al conjunto total de elementos que comparten características comunes y sobre los cuales se pretende realizar inferencias, criterio que se ajusta al ámbito espacial definido en el presente estudio.

3.1.5.Muestra

La muestra está conformada por un tramo de 450 ml, en el margen derecho del río Macro, seleccionado por presentar mayores condiciones de vulnerabilidad frente a desbordes e inestabilidad del cauce, así como por su proximidad a viviendas, infraestructura y áreas agrícolas del sector Asociación Virgen de la Asunción.

Según **Bernal** (39), en investigaciones de tipo aplicado y descriptivo, la muestra puede seleccionarse de forma intencional cuando el interés del estudio se centra en un sector que concentra el problema de investigación.

3.3. Operacionalización de las variables

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026

Tabla 11: Definición y Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	CATEGORÍAS O VALORACIÓN
Diseño del muro de contención	Proceso técnico que se realizará mediante visitas de campo, observación directa, registro fotográfico, georreferenciación y llenado de fichas de recolección de datos. La información será procesada en gabinete mediante Autodesk Civil 3D (topografía) y HEC-RAS (hidráulica), con la finalidad de obtener los parámetros técnicos necesarios para el diseño del muro de contención.	Levantamiento topográfico	Ubicación	Razón	• Coordenadas UTM
			Poligonal de muro de contención	Razón	• Longitud (m)
			Perfil longitudinal del terreno	Razón	• Diferencia de nivel (m)
			Tipo de relieve dominante	Ordinal	• Plano (pendiente < 3%) • Ondulado (pendiente 3–12%) • Accidentado (pendiente > 12%)
			Pendiente media del terreno (%)	Ordinal	• Baja: < 5% • Media: 5% – 15% • Alta: > 15%
		Estudio mecánico de suelos	Clasificación del suelo (SUCS)	Nominal	• GW, GP, GM, GC (gravas) • SW, SP, SM, SC (arenas) • ML, CL (limos y arcillas de baja plasticidad) • MH, CH (limos y arcillas de alta plasticidad) • OL, OH (orgánicos)
			Clasificación del suelo (AASHTO)	Nominal	• A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7
			Humedad natural (%)	Razón	• Porcentaje
			Peso unitario (γ)	Razón	• Tn/m ³
			Angulo de fricción Interna	Razón	• Grados
			Coeficiente de capacidad portante	Razón	• kg/cm ²
		Estudio hidrológico	Promedio anual de precipitación (mm)	Razón	• Milímetros (mm)
			Precipitación máxima diaria (mm)	Razón	• Milímetros (mm)
			Caudal medio anual (m ³ /s)	Razón	• m ³ /s
			Análisis de máximas avenidas	Ordinal	• Moderada: $Tr \leq 10$ años • Alta: $10 < Tr \leq 50$ años

					• Extrema: $Tr > 50$ años
		Diseño estructural de muro de contención	Altura total del muro	Razón	• Longitud (m)
			Ancho de base y corona	Razón	• Longitud (m)
			Longitud del tramo de muro	Razón	• Longitud (m)
			Profundidad de empotramiento	Razón	• Longitud (m)
			Factor de seguridad al deslizamiento	Ordinal	• Inseguro: $FS < 1.30$ • Aceptable: $1.30 \leq FS < 1.50$ • Seguro: $FS \geq 1.50$
			Factor de seguridad al volteo	Ordinal	• Inestable: $FS < 1.50$ • Estable: $1.50 \leq FS < 2.00$ • Muy estable: $FS \geq 2.00$
			Estabilidad global del muro	Ordinal	• Inestable: $FSg < 1.30$ • Marginal: $1.30 \leq FSg < 1.50$ • Estable: $FSg \geq 1.50$
Propuesta de mejora de la defensa Ribereña	Propuesta técnica desarrollada a partir del análisis cuantitativo de los datos topográficos, hidráulicos y estructurales procesados en software especializado (HEC-RAS), orientada a mejorar la defensa ribereña del margen derecho del río Macro en el sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho, mediante la implementación de medidas específicas de protección contra la erosión y reducción de la socavación, así como la incorporación de un sistema de drenaje conformado por filtros y llorones (drenes), que garantice la estabilidad y funcionalidad del muro de contención así como las encuestas para evaluar la satisfacción de la población de la zona de estudio.	Protección contra erosión	Socavamiento	Ordinal	• Baja: < 1 m • Media: $1 - 2$ m • Alta: > 2 m
		Protección contra presión hidrostática	Sistema de drenaje	Nominal	• Filtros o llorones • Dren de evacuación (dren francés)
		Evaluación social	Percepción de satisfacción de la propuesta de diseño de defensa ribereña	Nominal	• Mala • Buena

Fuente: Elaboración Propia 2026

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Según **Hernández Sampieri et al.** (38). “En la investigación disponemos de múltiples tipos de instrumentos para medir las variables de interés y en algunos casos llegan a combinarse varias técnicas de recolección de los datos. A continuación, describimos brevemente las más usuales.”

La técnica principal empleada en el presente proyecto fue la observación directa, la cual permitió la recolección de información in situ mediante visitas de campo al área donde se proyecta el diseño del muro de contención. Estas actividades se desarrollaron en el margen derecho del río Macro, en el sector Asociación Virgen de la Asunción, con el objetivo de identificar las condiciones físicas, geomorfológicas e hidráulicas del terreno, información fundamental para la formulación del diseño de la defensa ribereña.

Asimismo, se aplicó la técnica de la entrevista, dirigida a especialistas responsables de los estudios técnicos, autoridades locales competentes y pobladores del sector Asociación Virgen de la Asunción potencialmente afectados por eventos de inundación. Esta técnica permitió recopilar información relevante sobre antecedentes de desbordes, comportamiento histórico del río y percepción del riesgo, complementando los datos obtenidos en campo.

Los instrumentos utilizados en la investigación comprendieron los siguientes:

- Permisos y documentos administrativos: Se elaboraron y gestionaron documentos oficiales dirigidos a las autoridades del sector Asociación Virgen de la Asunción, necesarios para autorizar el desarrollo de los trabajos de campo y evitar interferencias durante la ejecución de la investigación. De igual manera, se mantuvo informada a la población local sobre las actividades de intervención previstas.
- Estudio topográfico: Se realizó un levantamiento topográfico del área de estudio utilizando teodolito, con el fin de obtener curvas de nivel para la obtención de perfiles longitudinales y transversales del cauce y del terreno adyacente.

- Estudio geotécnico (mecánica de suelos): Se efectuó la toma de una muestra de suelo a una profundidad aproximada de 1.50 m, con el propósito de determinar las características físicas y mecánicas del terreno de fundación.
- Estudio hidrológico: Se recopilaron y analizaron datos meteorológicos de precipitación correspondientes a los últimos 30 años, los cuales sirvieron como base para la estimación de caudales máximos de diseño.
- Registro fotográfico: Se empleó una cámara fotográfica para documentar las condiciones actuales del cauce, márgenes del río, zonas erosionadas y áreas vulnerables, constituyendo evidencia visual de apoyo para el análisis y el diseño propuesto.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos fueron:

a. Encuesta

Instrumento aplicado a los pobladores y autoridades locales con el fin de conocer su percepción sobre la problemática de erosión, los daños ocasionados por crecidas del río y las expectativas frente a la implementación de un muro de contención. Las encuestas recogen información sobre experiencias previas, puntos críticos y nivel de riesgo percibido.

b. Ficha

Formato técnico utilizado para registrar en campo las características del talud, tipo de suelo, grado de erosión, condiciones del cauce, infraestructura existente y cualquier elemento que pueda influir en el diseño de la obra. Estas fichas permiten estandarizar la información y facilitar su posterior análisis.

c. Protocolo

Documento que establece los procedimientos estandarizados para la toma de datos, garantizando la uniformidad, precisión y repetibilidad de las mediciones. Incluye lineamientos para el uso de equipos, seguridad en campo y secuencia de actividades para la inspección del área de estudio.

3.5.Método de análisis de datos

El método de análisis de datos de investigación de la presente propuesta se orientará a la obtención sistemática de datos de campo mediante la visita directa al área de estudio, con la finalidad de recopilar la información técnica necesaria para el diseño del muro de contención a ejecutarse en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, ubicado en el distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho,

La recolección de información se realizará a través de la observación directa, utilizando instrumentos de evaluación, guías de fichas técnicas de recolección de datos, registro fotográfico y georreferenciación del área, permitiendo identificar las condiciones físicas, geomorfológicas e hidráulicas del tramo de intervención, los datos recopilados en campo serán organizados por progresivas de 50 m, desde la progresiva 0+000 hasta 0+450, permitiendo un análisis espacial continuo del tramo de intervención. Posteriormente, la información será procesada en gabinete mediante software especializado, integrando las diferentes dimensiones técnicas del proyecto:

Los datos recopilados serán procesados y analizados de la siguiente manera:

- ✓ **Topográficos:** Procesados mediante software especializado como Autodesk Civil 3D, para la elaboración de planos base, perfiles longitudinales y secciones transversales del cauce.
- ✓ **Hidráulicos:** Modelados a través del software HEC-RAS, permitiendo la determinación de caudales de diseño, velocidades de flujo y niveles máximos del río.
- ✓ **Estructurales:** Evaluados mediante herramientas de diseño estructural con hojas de cálculo en excel en concordancia con la normativa peruana, con el fin de definir los requerimientos del concreto armado, considerando las cargas hidráulicas, acciones del suelo y factores de seguridad establecidos por la normativa vigente.

El análisis se desarrollará bajo un enfoque cuantitativo, garantizando la precisión técnica de los cálculos, la confiabilidad de los resultados y la consistencia del diseño estructural propuesto para la defensa ribereña.

3.6.Aspectos Éticos

Según lo establecido en el **Reglamento de Integridad Científica en la Investigación – ULADECH** (40), aprobado y actualizado por el Consejo Universitario mediante Resolución N° 0495-2025-CU-ULADECH, de fecha 12 de mayo de 2025, en el Capítulo III: Principios y Lineamientos, se establecen seis (6) aspectos éticos fundamentales que orientan el desarrollo responsable de la investigación científica.

En ese marco normativo, la presente investigación se desarrolló en estricto cumplimiento de dichos principios éticos, los cuales garantizaron la transparencia, honestidad académica, respeto a los participantes y rigor científico durante todas las etapas del estudio. Entre los principios éticos que sustentan esta investigación, se destacan los siguientes:

3.6.1. Respeto y protección de los derechos de los intervinientes.

Se aseguró que la investigación se desarrollara respetando la dignidad, la privacidad y la diversidad cultural de todas las personas participantes. La participación de los beneficiarios fue voluntaria, garantizando en todo momento la confidencialidad de su identidad, especialmente al tratarse de personas en condición de vulnerabilidad.

3.6.2. Cuidado del medio ambiente.

Durante el desarrollo del estudio se priorizó la protección del entorno natural, promoviendo la conservación de las especies y el mantenimiento de la biodiversidad. Se implementaron medidas preventivas orientadas a evitar impactos negativos, buscando siempre contribuir a la sostenibilidad. Todas las acciones se realizaron con respeto hacia la naturaleza y considerando estrategias de mitigación ambiental.

3.6.3. Libre participación por propia voluntad.

Se garantizó que los participantes recibieran información clara, precisa y comprensible acerca de los objetivos y alcances de la investigación. Su intervención fue libre y voluntaria, sin ningún tipo de presión, respetando plenamente su decisión de participar o no en el estudio.

3.6.4. Beneficencia, no maleficencia.

Se priorizó el bienestar de los participantes, procurando no generar ningún tipo de daño. Se minimizaron los riesgos y posibles efectos negativos, al mismo tiempo que se buscó generar beneficios reales. El investigador actuó bajo el principio de no perjudicar a los involucrados, asegurando que la obtención de información no afectara su seguridad ni su integridad.

3.6.5. Integridad y honestidad.

La investigación se llevó a cabo de manera objetiva, transparente e imparcial. Se mantuvo la honestidad en la presentación de los resultados, así como la integridad en la evaluación de riesgos y beneficios. Además, se evitó divulgar información sensible o incurrir en conflictos de interés que pudieran influir en los resultados o afectar el desarrollo del estudio.

3.6.6. Justicia

Se garantizó un trato equitativo y justo hacia todos los participantes. El investigador tomó medidas para evitar prejuicios o sesgos que pudieran generar desigualdades, asegurando un trato respetuoso, imparcial y sin discriminación hacia todas las personas involucradas.

IV. RESULTADOS

4.1.Dando respuesta al primer objetivo específico:

Identificar las zonas vulnerables a inundaciones del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.

Para identificar las zonas vulnerables a inundaciones del río Macro en el sector Asociación Virgen de la Asunción, se realizó una modelación hidráulica mediante el software HEC-RAS, considerando un caudal de diseño de 15.99 m³/s correspondiente a un periodo de retorno de 50 años. La simulación se basó en información topográfica detallada, con una pendiente promedio de 2.53% y secciones transversales cada 20 m, lo que permitió representar adecuadamente la geometría del cauce.

Los resultados de la modelación permitieron obtener perfiles de nivel de agua, velocidades de flujo, áreas de inundación y zonas de desborde, identificando sectores críticos con mayor susceptibilidad a inundaciones. Estas zonas vulnerables corresponden principalmente a áreas con menor cota topográfica y cercanas al cauce, donde existe riesgo de afectación a la población y terrenos agrícolas.

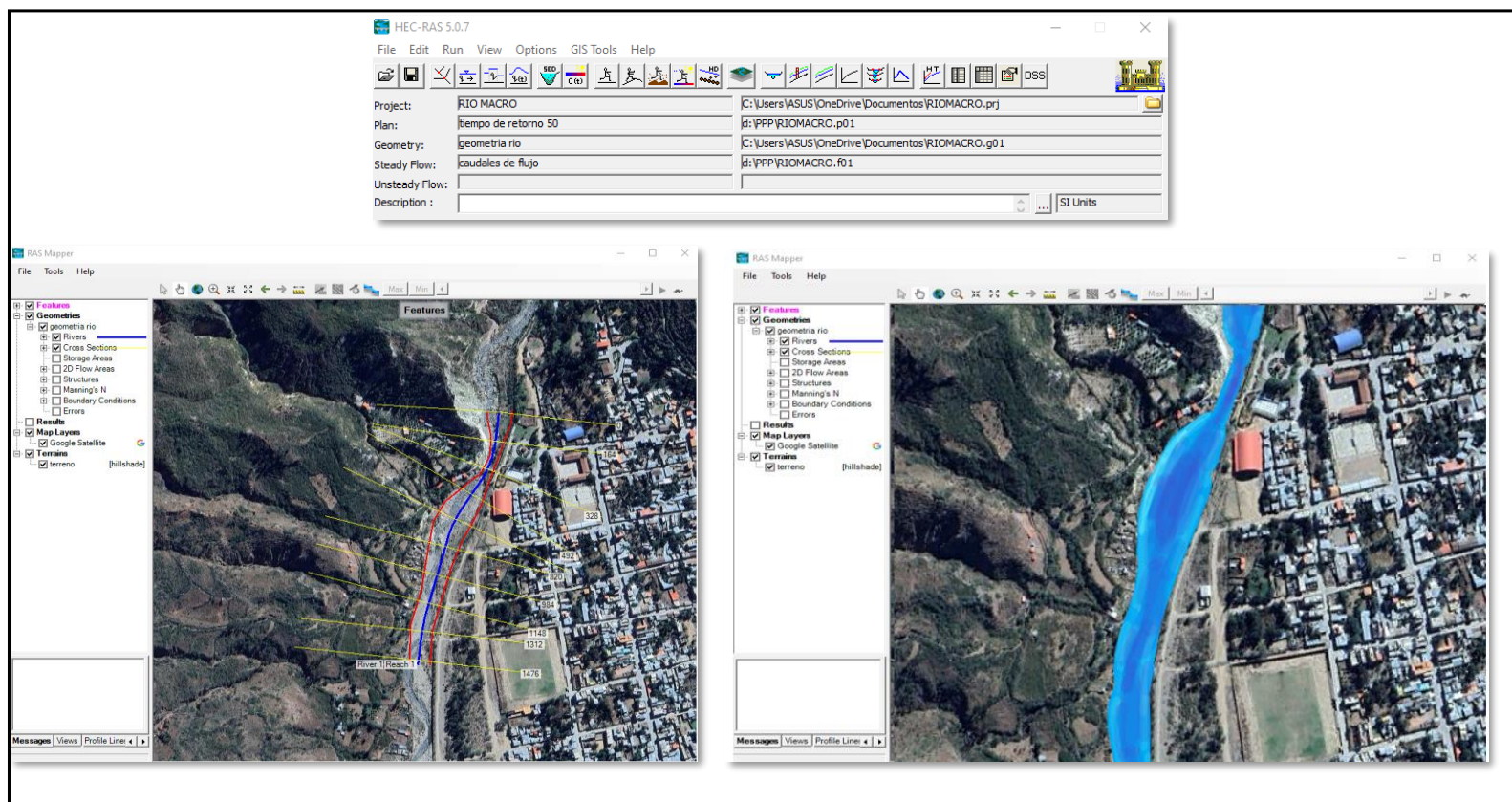


Figura 26: Modelamiento de inundación en HEC-RAS.
Fuente: Elaboración propia 2026.

Tabla 12: FICHA 1 – Identificación de zonas vulnerables a inundaciones

		DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026										
		LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO - ESTUDIO HIDROLÓGICO – SIMULACION DE INUNDACION										
Progresiva	Longitud (m)	Pendiente %			Caudal (m³/s)			Riesgo por desbordamiento			Descripción de la zona vulnerable	Panel fotográfico
		Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta		
		< 5	5-15	> 15	< 5	5 – 20	> 20					
0+000 – 0+050	50	2.53				15.9				x	En la progresiva 0+000 – 0+050, se observó un cauce encajonado con flujo concentrado y alta velocidad, presencia de material grueso (gravas y cantos), así como márgenes erosionadas con pérdida de material en la base, evidenciando socavación activa y alto riesgo de desbordamiento.	
0+050 – 0+100	50	2.51				15.9				x	En la progresiva 0+050 – 0+100, se observó un tramo con ligera curvatura del cauce, presencia de estrechamientos naturales, escasa cobertura vegetal y taludes expuestos, lo que favorece la erosión lateral y genera condiciones de inestabilidad con alto riesgo de desbordamiento.	

0+100 – 0+150	50	1.96				15.9				x	En la progresiva 0+100 – 0+150, se observó un lecho conformado por material granular grueso, con flujo turbulento y presencia de pequeñas acumulaciones de sedimentos, así como erosión en los taludes laterales, evidenciando un comportamiento dinámico del cauce y alto riesgo de desbordamiento.	
0+150 – 0+200	50	2.09				15.9				x	En la progresiva 0+150 – 0+200, se observó que las márgenes presentan deslizamientos superficiales y pérdida de material fino, con presencia de grietas y zonas debilitadas, lo que evidencia socavación progresiva y alta susceptibilidad a fallas laterales, clasificándose como de alto riesgo.	
0+200 – 0+250	50	2.51				15.9				x	En la progresiva 0+200 – 0+250, se observó un tramo con flujo de alta energía, con presencia de arrastre de sedimentos y erosión en el pie del talud, así como cambios en la sección del cauce, lo que genera condiciones críticas y alto riesgo de desbordamiento.	

0+250 – 0+300	50	1.96				15.9				x	En la progresiva 0+250 – 0+300, se observó un cauce con variaciones geométricas, presencia de depósitos de material en zonas puntuales y erosión lateral activa, lo que mantiene condiciones de inestabilidad y alto riesgo de desbordamiento.	
0+300 – 0+350	50	2.05				15.9				x	En la progresiva 0+300 – 0+350, se observó una ligera ampliación del cauce, con disminución relativa de la velocidad del flujo y presencia de depósitos de sedimentos en las márgenes, generando condiciones de mayor estabilidad, aunque con riesgo medio ante eventos de crecida.	
0+350 – 0+400	50	2.53				15.9				x	En la progresiva 0+350 – 0+400, se observó un flujo moderado con menor incidencia de erosión, presencia de material depositado y taludes más estables, aunque aún existe posibilidad de desbordamiento en eventos extremos, clasificándose como de riesgo medio.	

0+400 – 0+450	50	1.19				15.9			x		En la progresiva 0+400 – 0+450, se observó un tramo más estable del cauce, con menor pendiente, acumulación de sedimentos finos y desarrollo incipiente de vegetación en las márgenes, presentando un riesgo medio de desbordamiento.	
---------------	----	------	--	--	--	------	--	--	---	--	---	---

Fuente: Elaboración Propia 2026

Interpretación:

El río Macro evidencia una clara diferenciación en el comportamiento hidráulico y geomorfológico del cauce. En los tramos comprendidos entre las progresivas 0+000 y 0+300, se presentan condiciones críticas caracterizadas por pendientes relativamente elevadas (hasta 2.53%), flujo de alta energía, presencia de material granular grueso y márgenes inestables con evidencias de erosión lateral y socavación activa. Estas características generan una alta capacidad de arrastre de sedimentos y disminuyen la estabilidad del cauce, lo que se traduce en un alto riesgo de desbordamiento.

Asimismo, en estos tramos se observa la presencia de secciones irregulares, estrechamientos naturales y taludes expuestos con escasa cobertura vegetal, lo cual incrementa la vulnerabilidad frente a eventos de crecida. La combinación de estos factores hidráulicos y geotécnicos favorece la ocurrencia de procesos erosivos intensos y la posible pérdida de capacidad hidráulica del cauce, incrementando la probabilidad de inundaciones en zonas aledañas.

Por otro lado, en los tramos comprendidos entre las progresivas 0+300 y 0+450, se evidencia una ligera mejora en las condiciones del cauce, caracterizada por una reducción relativa de la energía del flujo, mayor estabilidad de los taludes y presencia de depósitos de sedimentos. Estas condiciones permiten una menor incidencia de erosión lateral y una mayor disipación de energía, lo que se refleja en un riesgo medio de desbordamiento. Sin embargo, estos sectores aún presentan susceptibilidad ante eventos hidrológicos extremos, debido a la posible acumulación de sedimentos y reducción de la sección hidráulica efectiva.

En términos generales, el tramo evaluado del río Macro presenta un alto nivel de vulnerabilidad frente a inundaciones, especialmente en los primeros 300 metros, donde predominan condiciones hidráulicas y geomorfológicas desfavorables que incrementan significativamente el riesgo de desbordamiento. Los tramos finales, si bien presentan una vulnerabilidad moderada, no están exentos de riesgo, por lo que requieren medidas preventivas para garantizar su estabilidad.

4.2.Dando respuesta al segundo objetivo específico:

Elaborar el diseño del muro de contención como defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.

Para realizar el diseño de muro de contención se tomaron en cuenta los resultados de las dimensiones:

El levantamiento topográfico realizado en el tramo 0+000 – 0+450 del río Macro permitió caracterizar con precisión la geometría del cauce y del terreno, determinándose una pendiente promedio de 2.53%, correspondiente a una topografía de inclinación moderada que favorece el desplazamiento del flujo y su expansión lateral durante eventos de crecida. La obtención del perfil longitudinal y de secciones transversales cada 20 m permitió identificar variaciones en la sección del cauce, tales como estrechamientos y zonas con alta susceptibilidad a desbordamientos. Asimismo, la delimitación mediante coordenadas UTM definió un tramo de intervención de 450 m en el margen derecho del río, estableciendo con exactitud la ubicación del área vulnerable. Estos resultados constituyen la base fundamental para el análisis hidráulico y la definición del emplazamiento de la estructura de defensa ribereña.

En el estudio mecánico de suelos, el análisis de la muestra C-01 determinó que el terreno está conformado por una grava mal gradada (GP) según el sistema SUCS y clasificada como A-1-b según AASHTO, caracterizada por un comportamiento no plástico y una humedad natural de 9.26%. El ángulo de fricción interna de 35° indica una adecuada resistencia al corte, mientras que la cohesión es baja, lo cual es propio de suelos granulares. La capacidad portante admisible de 1.58 kg/cm² confirma que el suelo presenta condiciones favorables para la cimentación de estructuras superficiales como muros de contención. No obstante, debido a su naturaleza no cohesiva, es susceptible a la acción del agua, por lo que se requiere la implementación de sistemas de drenaje que eviten la acumulación de presiones hidrostáticas. Estos resultados permitieron establecer criterios técnicos adecuados para el diseño de la cimentación del muro.

El análisis hidrológico de la cuenca del río Macro evidenció que se trata de una cuenca de pequeña extensión (0.75 km^2), con forma alargada y una pendiente del cauce de 0.21 m/m , lo que le confiere una alta energía al flujo. El tiempo de concentración de 0.0668 horas y el coeficiente de escorrentía de 0.65 indican una respuesta hidrológica muy rápida ante eventos de precipitación intensa, generando incrementos bruscos en el caudal. A partir del procesamiento de datos pluviométricos de la estación Vilcas Huamán (periodo 1975–2023) y la aplicación del método racional modificado, se determinó una precipitación de diseño de 25.31 mm para un periodo de retorno de 50 años, obteniéndose un caudal máximo de $15.99 \text{ m}^3/\text{s}$. Estos resultados evidencian una alta susceptibilidad a crecidas rápidas, lo que incrementa el riesgo de inundaciones en el sector de estudio.

La modelación hidráulica realizada mediante el software HEC-RAS permitió simular el comportamiento del flujo en el tramo analizado frente al caudal de diseño, obteniéndose un tirante máximo de 3.39 m y una velocidad media de 1.85 m/s , correspondiente a un flujo de intensidad subcrítica. Estas condiciones reflejan la capacidad del río para generar esfuerzos significativos sobre las márgenes, especialmente en zonas críticas previamente identificadas. Con la finalidad de garantizar la seguridad hidráulica, se adoptó un borde libre de 0.80 m , el cual permite prevenir el sobrepaso del flujo durante eventos extremos. Este análisis fue determinante para establecer la altura requerida de la estructura de protección.

El diseño del muro de contención presenta dimensiones adecuadas para garantizar la estabilidad estructural frente a las cargas del suelo y la acción hidráulica. Se considera una altura total de 4.40 m y una longitud de 450 m , lo que evidencia una estructura de gran extensión destinada a la protección ribereña. La pantalla del muro cuenta con un espesor variable, de 0.30 m en la parte superior (T1) y 0.50 m en la base (T2), optimizando el uso del concreto en función de la distribución de esfuerzos. La zapata tiene un ancho total de 3.00 m y un espesor de 0.60 m , conformada por un talón (B2) de 1.70 m y una punta (B1) de 0.80 m , dimensiones que permiten una adecuada resistencia frente al deslizamiento, volteo y capacidad portante del suelo.

El muro será construido con concreto de resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, adecuado para garantizar la durabilidad y resistencia estructural frente a las condiciones hidráulicas y ambientales del entorno. Asimismo, se considera un recubrimiento de 7.5 cm en la zapata y 4 cm en la pantalla del muro, asegurando la protección del acero de refuerzo frente a la corrosión y contribuyendo a una mayor vida útil de la estructura.

En cuanto al refuerzo de acero, la pantalla del muro presenta una distribución eficiente en ambas caras. El acero vertical es de $\varnothing 5/8''$, colocado en la cara interior de manera intercalada con espaciamientos de 0.50 m o 0.25 m, incrementando la resistencia en zonas críticas, mientras que en la cara exterior se dispone a 0.35 m. El acero horizontal es uniforme en ambas caras con $\varnothing 5/8''$ a cada 0.20 m, lo que permite un adecuado control de fisuración y mejor comportamiento estructural.

Respecto a la zapata anterior (punta), se emplea acero principal de $\varnothing 1/2''$ a cada 0.30 m y acero transversal de $\varnothing 5/8''$ al mismo espaciamiento, asegurando la resistencia a los esfuerzos de tracción en esta zona. En la zapata posterior (talón), el acero principal es de $\varnothing 1/2''$ a cada 0.25 m, mientras que el acero transversal de $\varnothing 5/8''$ se dispone a cada 0.10 m, evidenciando un mayor refuerzo debido a que esta zona soporta mayores cargas provenientes del suelo retenido.

En conjunto, tanto las dimensiones como la distribución del acero, así como las características del concreto y los recubrimientos adoptados, reflejan un diseño estructural adecuado, priorizando mayor resistencia en las zonas críticas del muro, lo que garantiza su estabilidad, seguridad y durabilidad en condiciones de servicio.

4.1.1. Levantamiento topográfico

Tabla 13: resultados de levantamiento topográfico

	DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026	
Resumen de resultados de levantamiento topográfico		
Ítem	Descripción	Resultado
Ubicación del proyecto	Sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho	Zona de estudio definida (Anexo: Plano U-01)
Altitud del terreno	Rango de elevación	2506.02 – 2516.08 m.s.n.m. (Anexo: Plano PL-01)
Longitud del tramo	Progresiva evaluada	0+000 – 0+450 (Anexo: Plano PL-01)
Coordenadas UTM	Extremos del proyecto	Inicio: (592188.19 E, 8493538.08 N) / Fin: (592059.42 E, 8493146.23 N) (Anexo: Plano PL-01)
Pendiente promedio	Inclinación del terreno	2.53% (Anexo: Plano PL-01)
Tipo de topografía	Clasificación geomorfológica	Moderada (ligeramente inclinada)
Curvas de nivel	Equidistancia	Cada 10.00 m (Anexo: Plano PL-01)
Perfil longitudinal	Desarrollo del terreno	0+000 – 0+450 m (Anexo: Plano PL-01)
Secciones transversales	Intervalo de levantamiento	Cada 20 m

Poligonal del muro	Número de vértices	8 vértices (Anexo: Plano PL-01)
Longitudes de tramos	Distancias entre vértices	28.98 m – 102.35 m (Anexo: Plano PL-01)
Aplicación del estudio	Uso de la información	Modelación hidráulica (HEC RAS) y diseño del muro
Importancia	Finalidad del levantamiento	Determinación de geometría del cauce

Fuente: Elaboración Propia 2026

Tabla 14: Cuadro técnico de la poligonal del muro de contención

CUADRO DE COORDENADAS					
VÉRTICE	LADO	DISTANCIA	ÁNGULO	ESTE	NORTE
1	1-2	44.59	12°11'11.62"	592188.19	8493538.08
2	2-3	81.02	162°44'58.57"	592166.42	8493499.17
3	3-4	47.09	156°38'11.28"	592107.67	8493443.38
4	4-5	102.35	163°57'45.13"	592089.18	8493400.07
5	5-6	89.84	173°3'11.84"	592076.56	8493298.50
6	6-7	65.27	161°53'50.18"	592054.79	8493211.34
7	7-8	28.98	175°26'3.80"	592059.42	8493146.23

Fuente: Elaboración Propia 2026

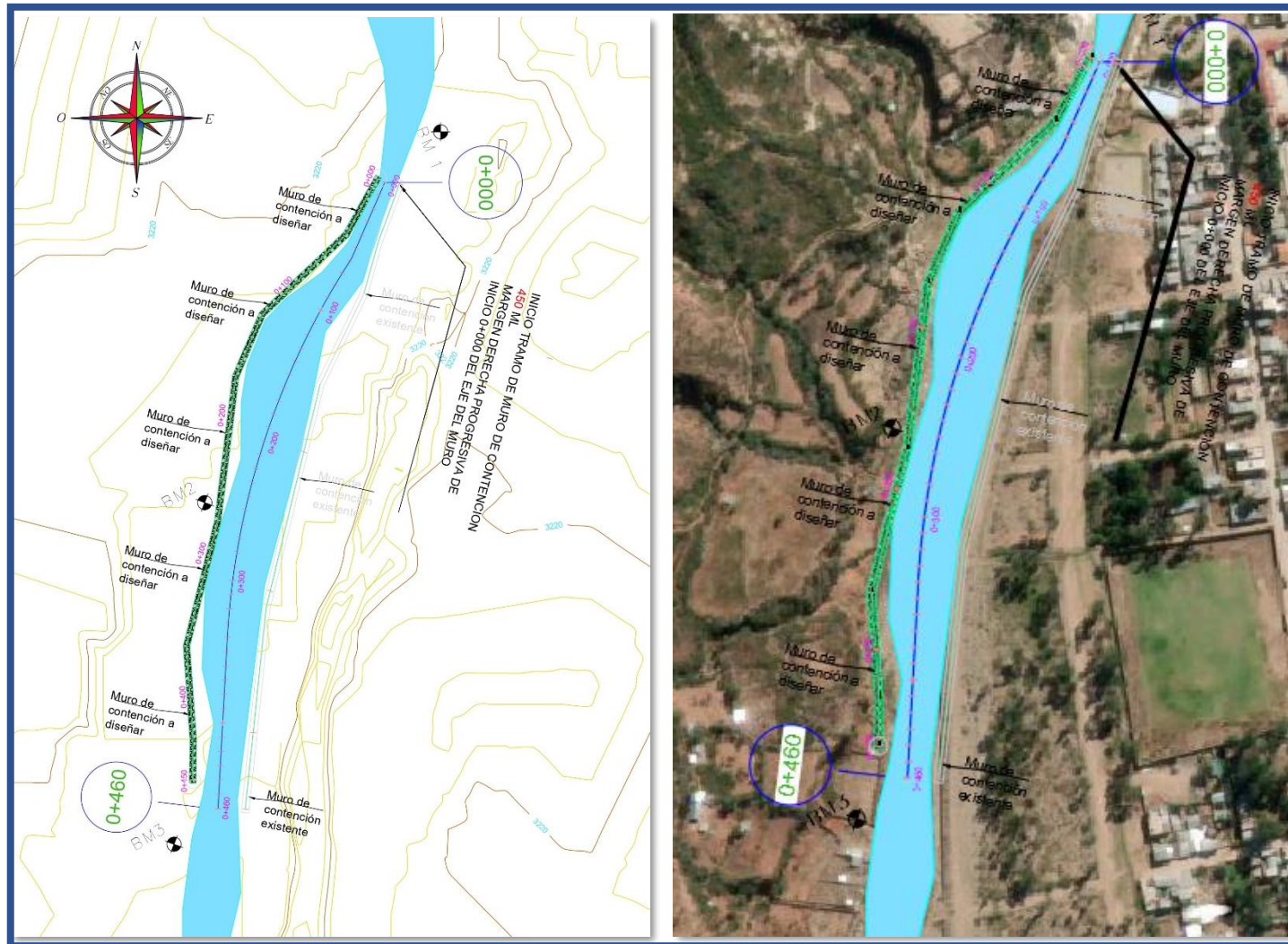


Figura 27: Vista panorámica en planta del trazo del proyecto
Fuente: Elaboración propia 2026.

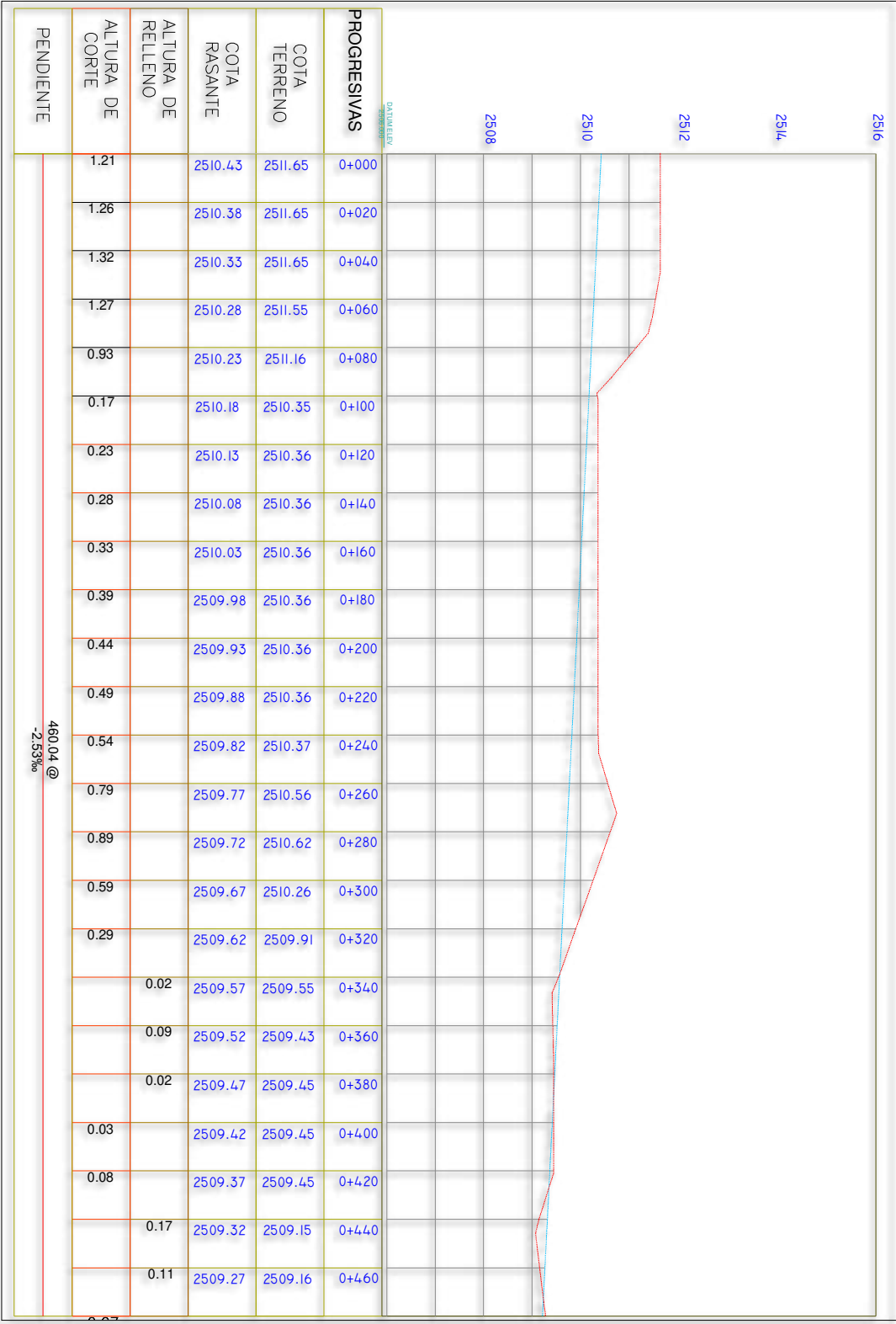


Figura 28: Perfil longitudinal del terreno
Fuente: Elaboración propia 2026.

El levantamiento topográfico realizado en el tramo 0+000 – 0+450 del río Macro permitió caracterizar de manera precisa la geometría del terreno y del cauce, constituyendo la base fundamental para los análisis hidráulicos y el diseño de la defensa ribereña. A partir de la información recopilada, se determinó una pendiente promedio de 2.53%, lo que corresponde a una topografía de inclinación moderada, favoreciendo el desplazamiento del flujo y su expansión lateral en eventos de crecida.

Asimismo, la elaboración del perfil longitudinal y las secciones transversales cada 20 m permitió identificar variaciones en la geometría del cauce, tales como cambios de sección, zonas de estrechamiento y sectores propensos a desbordamientos. Estas características resultan fundamentales para evaluar la capacidad hidráulica del río y su comportamiento frente a diferentes escenarios hidrológicos.

En relación con la ubicación del proyecto, la poligonal del muro de contención se encuentra delimitada por coordenadas UTM que inician en el punto (592188.19 E, 8493538.08 N) en la progresiva 0+000 y culminan en el punto (592059.42 E, 8493146.23 N) en la progresiva 0+450, abarcando un total de 8 vértices que definen el trazo del muro a lo largo del margen derecho del río. Esta delimitación espacial permitió establecer con precisión la ubicación de la estructura proyectada y su relación con el cauce natural.

Con la información topográfica obtenida, fue posible no solo definir la configuración geométrica del terreno, sino también calcular la capacidad máxima de caudal para diferentes periodos de retorno, de acuerdo con el estudio hidrológico. Esto permitió evaluar el comportamiento del flujo ante eventos extremos y determinar las zonas con mayor vulnerabilidad a inundaciones.

4.1.2. Estudio de mecánica de suelos.

En el marco del estudio geotécnico que acompaña la evaluación del proyecto, se realizó una calicata (C-01) en el margen del río Macro. La muestra obtenida fue enviada a laboratorio para llevar a cabo ensayos de caracterización física y clasificación del suelo, con el objetivo de determinar el comportamiento de los materiales ante carga estructural e hidráulica.

A continuación, se presentan los resultados más significativos.

Tabla 15: Resumen de resultados de estudio geotécnico

	DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026				
Resumen de resultados de estudio geotécnico					
Ítem	Parámetro	Símbolo	Unidad	C-01	Observación
Contenido de humedad	Humedad natural	w	%	9.26	Baja
Límites de Atterberg	Índice de plasticidad	IP	%	NP	No plástico
Granulometría SUCS	Clasificación SUCS	-	-	GP	Grava bien graduada
Granulometría AASHTO	Clasificación AASHTO	-	-	A-1-b	Suelo granular de muy buena calidad
Gravedad específica	Método del picnómetro	Gs	-	2.70	Referencial
Ángulo de fricción interna	Resistencia al corte	ϕ	°	25.00	Parámetro principal
Cohesión	Cohesión del suelo	c	t/m ²	0.80	Puede despreciarse

Peso unitario sumergido	Peso específico efectivo	γ'	t/m ³	1.85	Considerar saturación
Ancho de cimentación	Ancho de base	B	m	1.50	-
Longitud de cimentación	Longitud de base	L	m	1.50	-
Profundidad de desplante	Profundidad de cimentación	Df	m	1.50	-
Factor de seguridad	Seguridad global	FS	-	3.00	Adecuado
Capacidad admisible	Capacidad portante	qadm	kg/cm ²	1.58	Parámetro principal
Densidad relativa	Densidad relativa	Dr	-	2.60	Referencial
Peso específico natural	Peso unitario	γ	t/m ³	1.08	Bajo
Densidad mínima	Estado suelto	γ_{min}	t/m ³	1.04	-
Densidad máxima	Estado denso	γ_{max}	t/m ³	1.11	-

Fuente: Elaboración Propia 2026

El análisis de la muestra de suelo C-01 indica que se trata de un material predominantemente granular, clasificado como grava mal gradada (GP) según el sistema SUCS y como A-1-b según AASHTO, lo cual corresponde a un suelo de muy buena calidad para fines de ingeniería. Presenta un contenido de humedad natural de 9.26%, lo que evidencia condiciones relativamente secas, favoreciendo su estabilidad. El índice de plasticidad es no plástico (NP), confirmando la ausencia de finos cohesivos y, por tanto, un comportamiento controlado principalmente por fricción. En cuanto a sus propiedades mecánicas, el ángulo de fricción interna es de 35°, valor que indica una resistencia moderada al corte, mientras que la cohesión es baja (0.80 Tn/m²), característica típica de suelos granulares, por lo que en muchos análisis puede despreciarse. La gravedad específica

de 2.70 y los valores de densidad sugieren un suelo con adecuada compacidad. La capacidad portante admisible de 1.58 kg/cm² resulta suficiente para soportar estructuras como muros de contención, especialmente considerando un factor de seguridad de 3.00. En general, el suelo presenta condiciones favorables para la cimentación; sin embargo, debido a su naturaleza no cohesiva, es susceptible a la pérdida de estabilidad en presencia de agua, por lo que se recomienda implementar sistemas de drenaje adecuados, como filtros y llorones, para evitar la acumulación de presión hidrostática detrás del muro.

4.1.3. Estudio Hidrológico

4.1.3.1. Geomorfología de la cuenca

Empleando la carta nacional del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y las imágenes satelitales .DEM, se subieron las imágenes en ArcGis y se procedió a delinear la cuenca, para después calcular los parámetros geomorfológicos con un modelado en ArcGis y obtener como resultado los siguientes indicadores geomorfológicos de la cuenca:

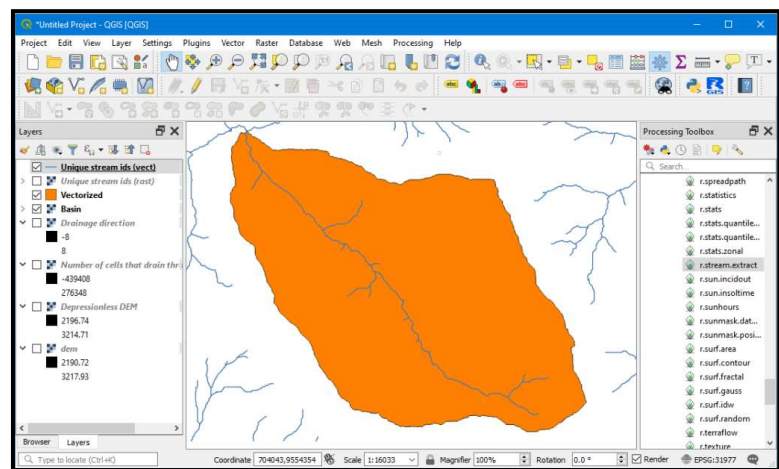


Figura 29: Vista panorámica en planta de la delimitación de cuenca

Fuente: Elaboración propia QGIS,2026.

Tabla 16: Resumen de resultados de delimitación de la cuenca en AGIS

 DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026					
Resumen de resultados de delimitación de la cuenca en AGIS					
Ítem	Parámetro	Unidad	Valor	Importancia en estudio hidrológico	Fórmula
Área de la cuenca	Área de drenaje	km ²	0.75	Fundamental para cálculo de caudal	A = área delimitada en ArcGIS
Perímetro de la cuenca	Perímetro	km	3.6	Secundario	P = longitud del contorno
Longitud del cauce principal	Longitud	km	0.2	Clave para Tc	L = longitud del cauce principal
Longitud total de drenaje	Red de drenaje	km	1.85	Importante	$L_t = \sum \text{longitudes de drenaje}$

Pendiente media	Pendiente	m/m	0.21	Fundamental	$S = \frac{\Delta H}{L}$
Elevación mínima	Altura mínima	m.s.n.m.	2506.02	Referencial	H_{min} =Cota mínima
Elevación máxima	Altura máxima	m.s.n.m.	2516.08	Referencial	H_{max} =Cota máxima
Elevación media	Altura promedio	m.s.n.m.	2510.5	Referencial	$H_m = \frac{H_{min} + H_{max}}{2}$
Desnivel total	Diferencia de altura	m	10.06	Importante	$\Delta H = H_{max} - H_{min}$
Orden de corriente	Strahler	-	2	Referencial	Método de Strahler
Densidad de drenaje	Drenaje	km/km ²	2.47	Importante	$D_d = \frac{L}{A}$
Factor de forma	Forma de la cuenca	-	0.36	Influye en caudal	$F_f = \frac{A}{L^2}$
Coefficiente de compacidad	Compacidad	-	1.17	Secundario	$k_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$
Tiempo de concentración	Tiempo	hr	0.0668	Crítico	$T_c = 0.3(L/S^{0.25})^{0.76}$
Precipitación de diseño	Lluvia	mm	25.31	Fundamental	$P = P_d(k_A)$
Coefficiente de escorrentía	Escorrentía	-	0.65	Fundamental	suelo granular tipo GP – A-1-b

Fuente: Elaboración Propia 2026

El análisis de los parámetros geomorfológicos obtenidos mediante la delimitación de la cuenca en ArcGIS evidencia que se trata de una cuenca de pequeña extensión (0.75 km²) y forma alargada, lo cual influye directamente en su comportamiento hidrológico. Esta condición geométrica, junto con una longitud de cauce principal reducida (0.20 km), determina una respuesta rápida ante eventos de precipitación.

La pendiente media del cauce (0.21 m/m) y el desnivel total de 10.06 m indican que el flujo presenta una energía considerable, favoreciendo el transporte de sedimentos y el incremento de la velocidad del agua. Esto se ve reflejado en una densidad de drenaje

de 2.47 km/km², que sugiere una red de drenaje moderadamente desarrollada, capaz de evacuar rápidamente el agua de escorrentía hacia el cauce principal.

Asimismo, el tiempo de concentración (0.0668 horas) confirma que la cuenca tiene una respuesta hidrológica muy rápida, lo que implica que las precipitaciones intensas generan incrementos casi inmediatos en el caudal. Esta condición, combinada con una precipitación de diseño de 25.31 mm y un coeficiente de escorrentía de 0.65 (propio de suelos granulares tipo GP – A-1-b), favorece la generación de caudales de avenida significativos en cortos periodos de tiempo.

Por otro lado, parámetros como el factor de forma (0.36) y el coeficiente de compacidad (1.172) indican que la cuenca no presenta una forma compacta, lo que tiende a distribuir el flujo en el tiempo; sin embargo, debido a su reducido tamaño y pendiente, este efecto es limitado frente a eventos de lluvia intensa.

En conjunto, los resultados evidencian que la cuenca presenta alta susceptibilidad a crecidas rápidas y eventos de avenida, lo que incrementa el riesgo de desbordamiento en el cauce del río Macro. En este contexto, los parámetros analizados constituyen la base fundamental para la determinación del caudal de diseño y justifican técnicamente la necesidad de implementar obras de defensa ribereña, como el muro de contención propuesto, a fin de reducir el riesgo de inundaciones y proteger a la población y las áreas agrícolas del sector Asociación Virgen de la Asunción.

4.1.3.2. Hidrología.

Los registros pluviométricos diarios, mensuales y anuales de las estaciones de Vilcashuaman, facilitarán la identificación de los caudales máximos anuales.

Una vez obtenidos todos los registros pluviométricos completados del año 1975 al 2023, hallamos los caudales máximos para los diferentes años mediante el método racional modificado.

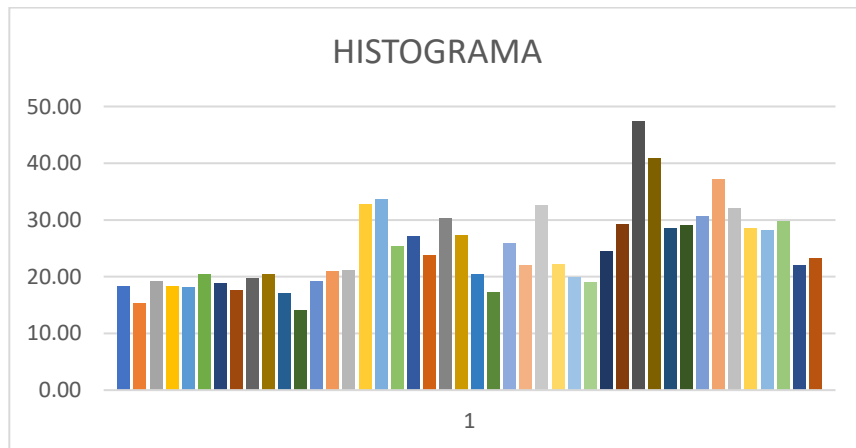


Figura 30: Histograma
Fuente: Elaboración Propia 2026

Tabla 17: Caudales máximos de la estación Vilcas Huamán

ESTACIONES					
AÑO	Pd	P	I	C	Q (m ³ /s)
1980	18.30	42.11	30.87	0.99	6.34
1981	15.20	34.98	25.64	0.98	5.24
1982	19.14	44.04	32.29	0.99	6.64
1983	18.20	41.88	30.70	0.98	6.30
1984	18.10	41.65	30.54	0.98	6.27
1985	20.50	47.17	34.58	0.99	7.12
1986	18.80	43.26	31.72	0.99	6.52
1987	17.50	40.27	29.52	0.98	6.06
1988	19.70	45.33	33.23	0.99	6.84
1989	20.50	47.17	34.58	0.99	7.12
1990	17.10	39.35	28.85	0.98	5.91
1991	14.10	32.44	23.79	0.98	4.84
1992	19.10	43.95	32.22	0.99	6.63
1993	21.00	48.32	35.43	0.99	7.30
1994	21.20	48.78	35.76	0.99	7.37
1995	32.80	75.47	55.33	0.99	11.48
1996	33.70	77.54	56.85	1.00	11.80
1997	25.30	58.22	42.68	0.99	8.82
1998	27.10	62.36	45.72	0.99	9.46
1999	23.80	54.76	40.15	0.99	8.29

2000	30.30	69.72	51.12	0.99	10.59
2001	27.20	62.59	45.89	0.99	9.50
2002	20.50	47.17	34.58	0.99	7.12
2003	17.20	39.58	29.02	0.98	5.95
2004	25.90	59.60	43.69	0.99	9.04
2005	22.10	50.85	37.28	0.99	7.69
2006	32.60	75.01	55.00	0.99	11.41
2007	22.20	51.08	37.45	0.99	7.73
2008	19.80	45.56	33.40	0.99	6.87
2009	19.00	43.72	32.05	0.99	6.59
2010	24.40	56.15	41.16	0.99	8.51
2011	29.20	67.19	49.26	0.99	10.21
2012	47.40	109.07	79.97	1.00	16.63
2013	40.80	93.88	68.83	1.00	14.30
2014	28.50	65.58	48.08	0.99	9.96
2015	29.10	66.96	49.09	0.99	10.17
2016	30.70	70.64	51.79	0.99	10.74
2017	37.20	85.60	62.76	1.00	13.03
2018	32.00	73.63	53.98	0.99	11.19
2019	28.50	65.58	48.08	0.99	9.96
2020	28.10	64.66	47.41	0.99	9.82
2021	29.70	68.34	50.10	0.99	10.38
2022	22.10	50.85	37.28	0.99	7.69
2023	23.30	53.61	39.31	0.99	8.12

Fuente: Elaboración Propia 2026

Con los registros hidrométricos completados, se obtienen las descargas máximas para los diferentes periodos de retorno, donde se registraron 49 caudales

4.1.3.3. Análisis de las máximas avenidas

Para la determinación del caudal de diseño en la cuenca del río Macro, se realizó un análisis hidrológico basado en registros pluviométricos de la estación de Vilcas Huamán, correspondientes al periodo 1975–2023. A partir de estos datos, se identificaron las precipitaciones máximas diarias anuales, las cuales fueron procesadas para obtener los caudales máximos mediante el método racional modificado, adecuado para cuencas menores a 10 km².

El procedimiento incluyó el cálculo del coeficiente de escorrentía en función de la precipitación, así como la determinación de la intensidad de lluvia mediante relaciones intensidad-duración-frecuencia (IDF), considerando el tiempo de concentración de la cuenca. Con estos parámetros, se estimaron los caudales máximos anuales, obteniendo una serie hidrológica representativa.

Posteriormente, se aplicó un análisis estadístico de frecuencia, validado mediante la prueba de bondad de ajuste de Smirnov-Kolmogorov, lo que permitió determinar los caudales asociados a diferentes periodos de retorno. Asimismo, se elaboró el hietograma de diseño para representar la distribución temporal de la precipitación.

Como resultado final, se estableció que para un periodo de retorno de 50 años, la precipitación de diseño es de 25.31 mm, generando un caudal máximo de 15.99 m³/s, valor que fue adoptado como caudal de diseño para el dimensionamiento del muro de contención y las obras de defensa ribereña.

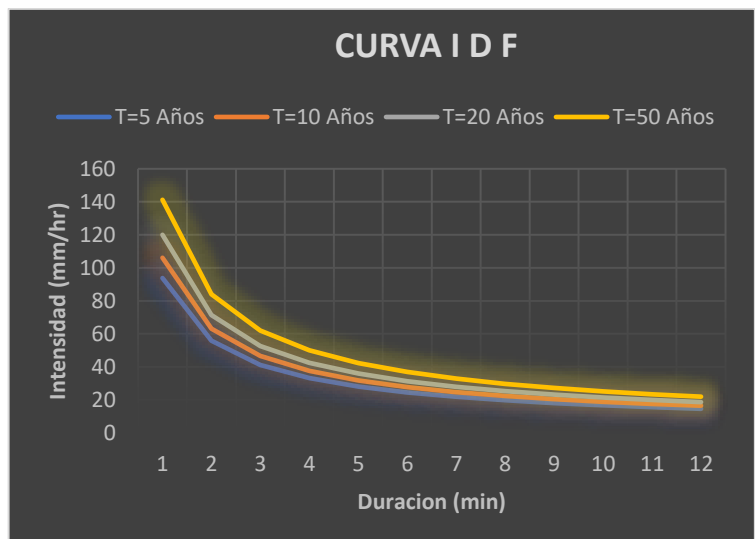


Figura 31: Curvas de intensidad duración frecuencia
Fuente: Elaboración Propia 2026

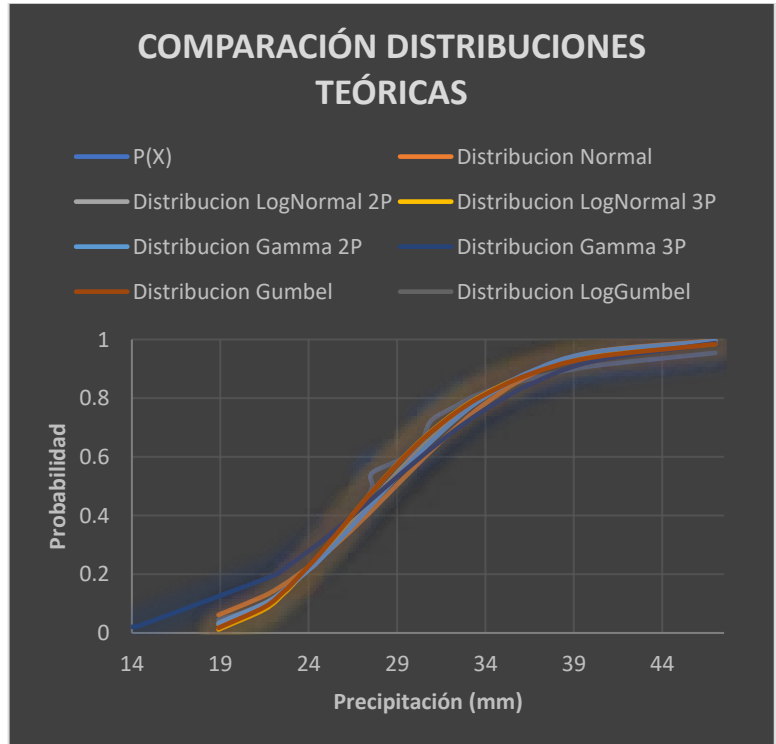


Figura 32: Comparación distribuciones teóricas prueba
Fuente: Elaboración Propia 2026

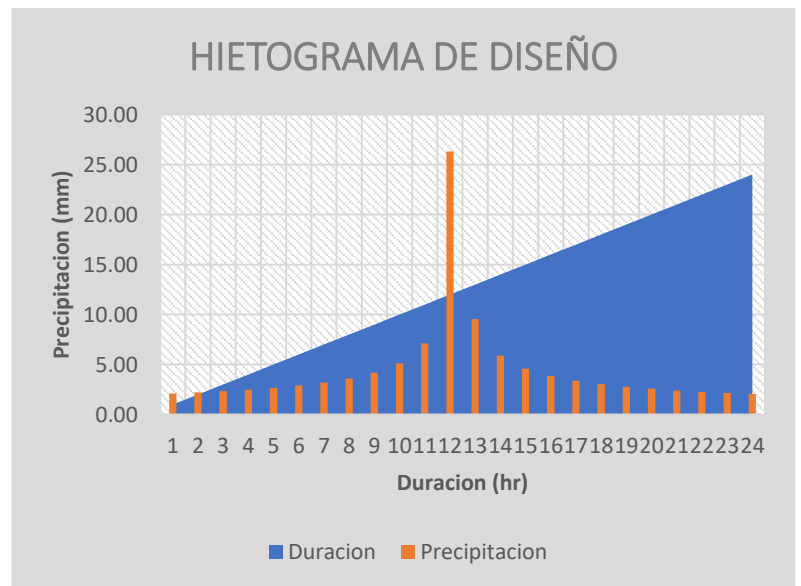


Figura 33: Hietograma de diseño para periodo de retorno de 50 años
Fuente: Elaboración Propia 2026

4.1.3.4. Predimensionamiento de las estructuras hidráulicas.

Simulación para el caso sin defensa ribereña.

Teniendo en cuenta el caudal de máximas avenidas para el periodo de retorno de diseño, se muestra los resultados de la simulación en forma completa a través del programa HEC-RAS 4.0. A continuación, se muestra el tramo de análisis en planta, donde se puede observar las 10 secciones transversales ingresadas perpendiculares a la línea del thalweg,

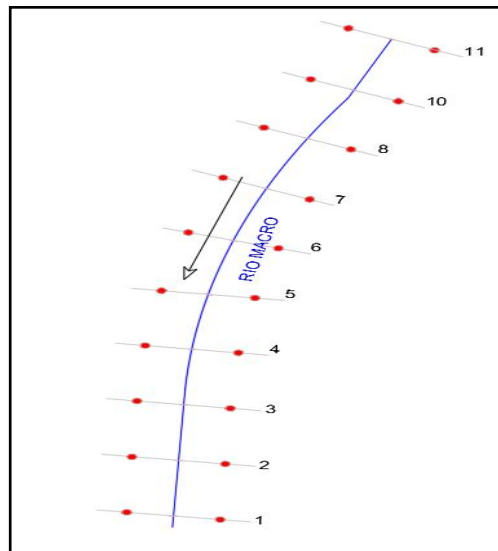


Figura 34: Análisis en planta HECRAS

Fuente: Elaboración Propia 2026

Sección transversal km 0+000 al km 0+450.00

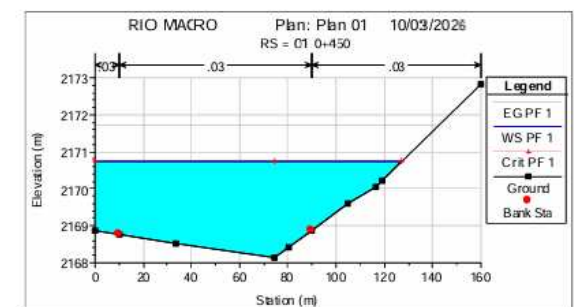
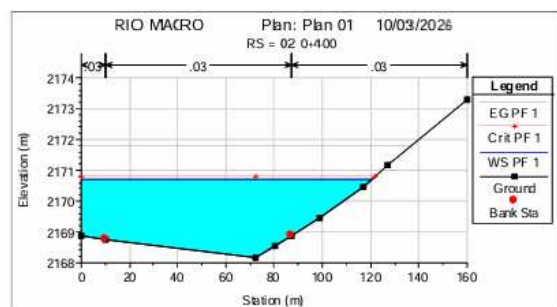
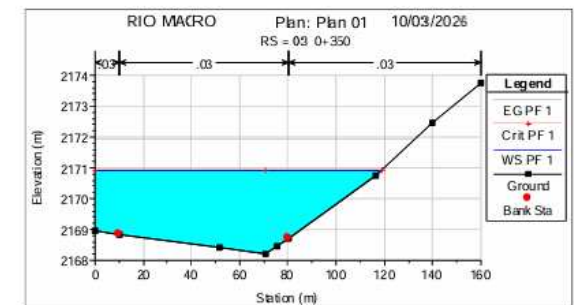
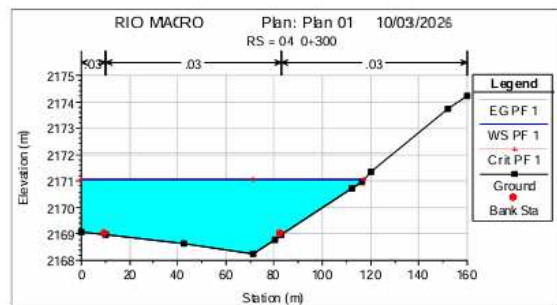
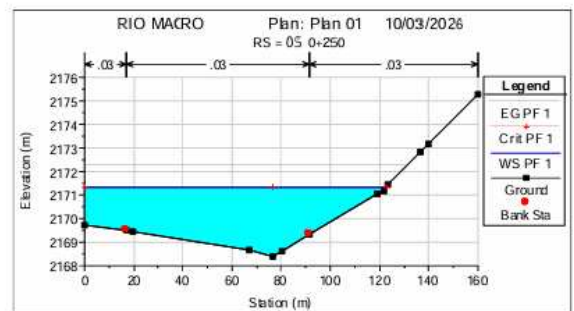
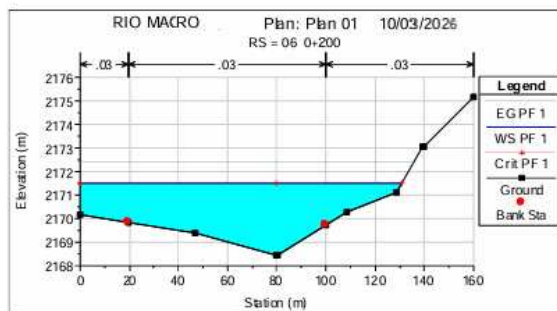
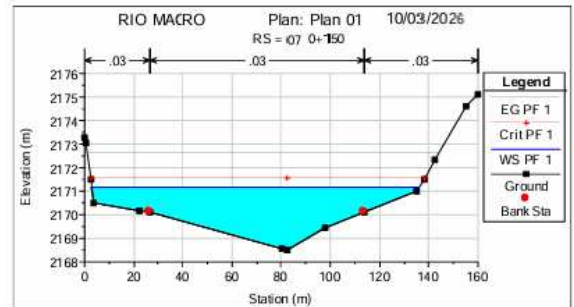
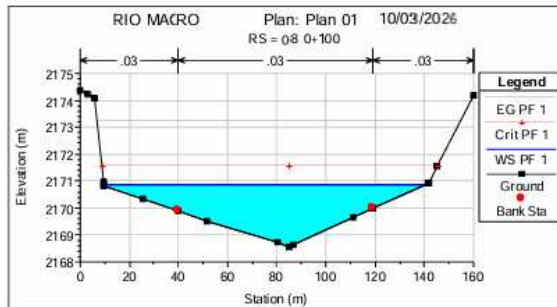
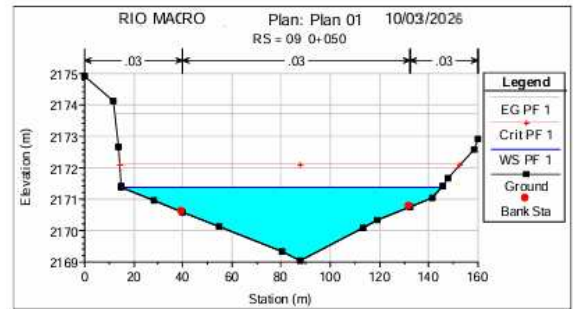
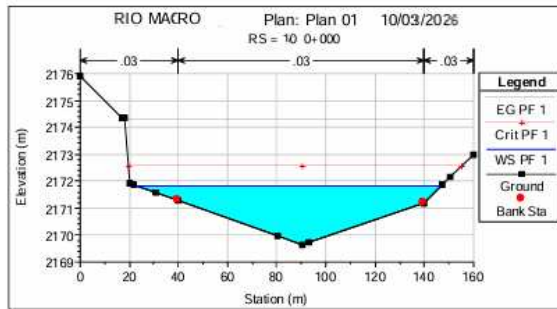


Tabla 18: Resultados para el predimensionamiento del muro de contención

Ítem	Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor	Descripción
Longitud del tramo	Tramo de intervención	(L)	m	450	Zona vulnerable identificada
Caudal de diseño	Caudal máximo	(Q)	m ³ /s	15.99	Máxima avenida (T = 50 años)
Nivel de agua	Tirante máximo	(Y)	m	3.39	Nivel en sección crítica (0+050)
Velocidad media	Velocidad del flujo	(V)	m/s	1.85	Flujo moderado-alto
Borde libre	Seguridad hidráulica	(BL)	m	0.8	Protección contra sobrepaso
Altura total del muro	Altura de diseño	(H)	m	4.4	Incluye tirante + borde libre

Fuente: Elaboración Propia 2026

4.1.4. Diseño estructural de muro de contención

RESUMEN GENERAL DEL ACERO

1.- PANTALLA:

*

ACERO VERTICAL

- Cara Interior = Ø 5/8 @ 0.50 m Intercalado ó a una (h) de 2.00
= Ø 5/8 @ 0.25 m

- Cara Exterior = Ø 5/8 @ 0.35 m

*

ACERO HORIZONTAL

- Cara Interior = Ø 5/8 @ 0.20 m

- Cara Exterior = Ø 5/8 @ 0.20 m

2.- ZAPATA ANTERIOR

(PUNTA)

* ACERO PRINCIPAL = Ø 1/2 @ 0.30 m

* ACERO TRANSVERSAL = Ø 5/8 @ 0.30 m

3.- ZAPATA POSTERIOR

(TALON) * ACERO PRINCIPAL = Ø 1/2 @ 0.25 m

* ACERO TRANSVERSAL = Ø 5/8 @ 0.10 m

DIMENSIONES DEL DISEÑO DE MURO DE CONTENCION

		UND	LARGO (M)	ANCHO (M)	ALTO(M)
				Altura H:4.40 m	
1.-	LONGITUD DE MURO	ml	450.00		
2.-	PANTALLA	m2		3.00 – 4.00	450.00
3.-	TALÓN (B2)	m		1.70	0.60
4.-	PUNTA (B1)	m		0.80	
5.-	ZAPATA (BASE TOTAL)	m		3	0.60
6.-	ESPESOR SUPERIOR (T1)	m		0.30	
7.-	ESPESOR INFERIOR (T2)	m		0.50	

RESUMEN GENERAL DEL ACERO

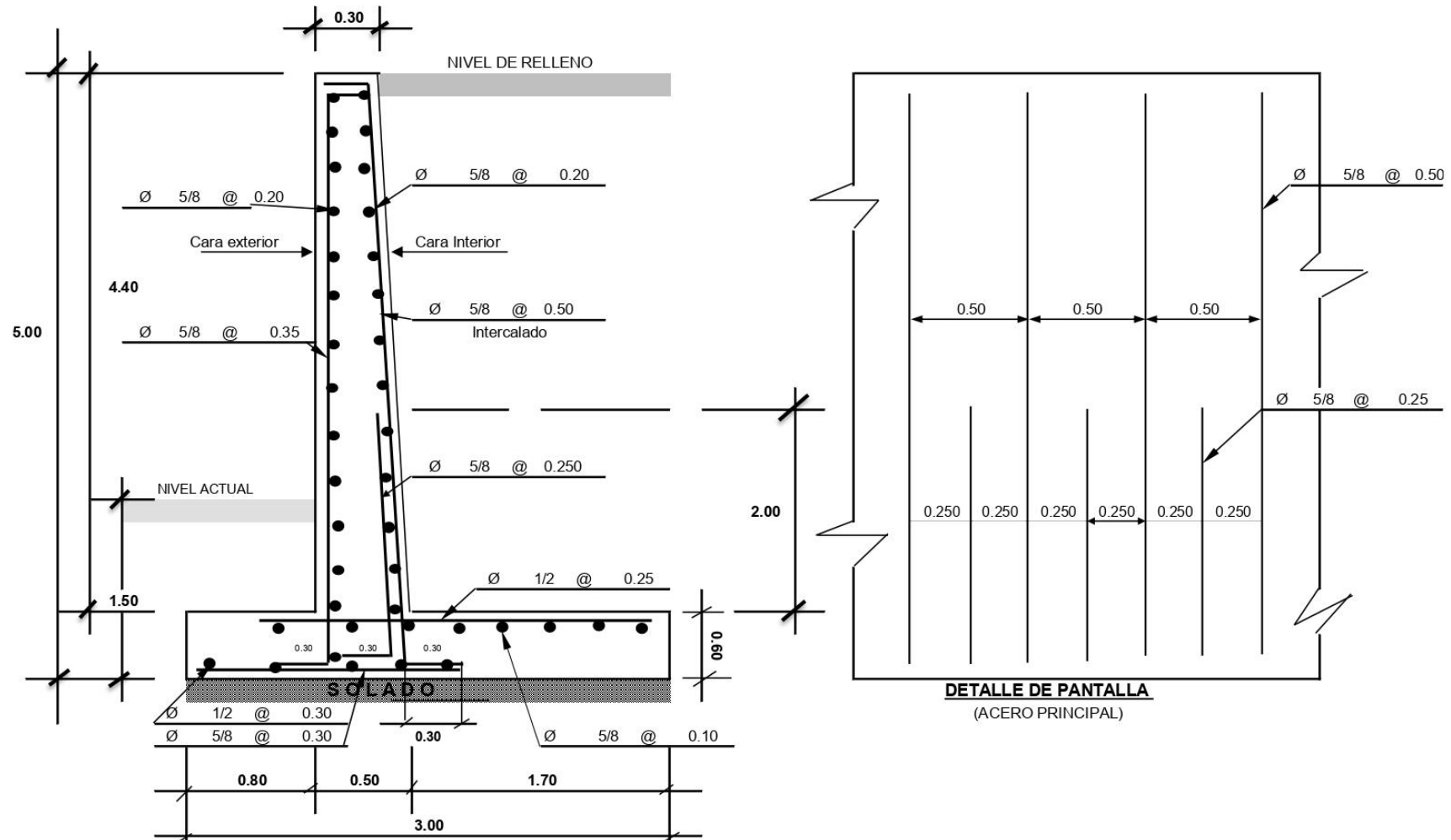


Figura 35: Resumen general de distribución del acero en muro en voladizo.
Fuente: Elaboración Propia 2026

Interpretación:

El diseño del muro de contención presenta dimensiones adecuadas para garantizar la estabilidad estructural frente a las cargas del suelo y la acción hidráulica. Se considera una altura total de 4.40 m y una longitud de 450 m, lo que evidencia una estructura de gran extensión destinada a la protección ribereña. La pantalla del muro cuenta con un espesor variable, de 0.30 m en la parte superior (T1) y 0.50 m en la base (T2), optimizando el uso del concreto en función de la distribución de esfuerzos. La zapata tiene un ancho total de 3.00 m y un espesor de 0.60 m, conformada por un talón (B2) de 1.70 m y una punta (B1) de 0.80 m, dimensiones que permiten una adecuada resistencia frente al deslizamiento, volteo y capacidad portante del suelo.

En cuanto al refuerzo de acero, la pantalla del muro presenta una distribución eficiente en ambas caras. El acero vertical es de $\varnothing 5/8''$, colocado en la cara interior de manera intercalada con espaciamientos de 0.50 m o 0.25 m, incrementando la resistencia en zonas críticas, mientras que en la cara exterior se dispone a 0.35 m. El acero horizontal es uniforme en ambas caras con $\varnothing 5/8''$ a cada 0.20 m, lo que permite un adecuado control de fisuración y mejor comportamiento estructural.

Respecto a la zapata anterior (punta), se emplea acero principal de $\varnothing 1/2''$ a cada 0.30 m y acero transversal de $\varnothing 5/8''$ al mismo espaciamiento, asegurando la resistencia a los esfuerzos de tracción en esta zona. En la zapata posterior (talón), el acero principal es de $\varnothing 1/2''$ a cada 0.25 m, mientras que el acero transversal de $\varnothing 5/8''$ se dispone a cada 0.10 m, evidenciando un mayor refuerzo debido a que esta zona soporta mayores cargas provenientes del suelo retenido.

En conjunto, tanto las dimensiones como la distribución del acero reflejan un diseño estructural adecuado, priorizando mayor resistencia en las zonas críticas del muro, lo que garantiza su estabilidad, seguridad y durabilidad en condiciones de servicio.

4.3.Dando respuesta al tercer objetivo específico:

Proponer la mejora de la defensa ribereña del margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.

La propuesta de mejora de la defensa ribereña del margen derecho del río Macro, en el sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho, se sustenta en el análisis hidráulico, geotécnico, estructural y social del tramo comprendido entre las progresivas 0+000 y 0+450, mediante el diseño de un muro de contención complementado con sistemas de drenaje y protección del pie de cimentación.

En el tramo comprendido entre las progresivas 0+000 y 0+150 se registran las mayores presiones laterales del sistema, con valores máximos en la base entre 44.73 kN/m² y 40.95 kN/m², configurando una zona crítica de alta vulnerabilidad estructural, por lo que la propuesta de mejora requiere medidas de mayor robustez. Cuando el socavamiento supera los 2 m, se plantea una intervención integral basada en un muro de contención reforzado, complementado con sistemas de drenaje mediante llorones y drenes de evacuación tipo dren francés, así como con enrocado en el pie del muro. Estas acciones permiten reducir la presión hidrostática acumulada en el trasdós, disminuir la erosión en la cimentación y mejorar la estabilidad global de la estructura frente a sollicitaciones severas.

En el tramo 0+150 a 0+300, las presiones laterales disminuyen progresivamente y alcanzan valores entre 39.06 kN/m² y 33.38 kN/m², configurando una zona de exigencia media. Aunque la demanda estructural es menor que en el tramo inicial, el muro continúa sometido a cargas significativas que pueden comprometer su estabilidad si no se adoptan medidas adecuadas. En estos sectores, asociados a niveles de socavamiento medio de entre 1 y 2 m, la mejora propuesta considera la implementación de drenaje controlado y refuerzos en la base del muro, con la finalidad de garantizar un comportamiento estable frente a condiciones hidráulicas moderadas, evitando tanto el subdimensionamiento como el sobredimensionamiento de la estructura.

Por su parte, en el tramo 0+300 a 0+450, la presión total disminuye a valores comprendidos entre 31.49 kN/m² y 27.71 kN/m², identificándose una zona de presión baja y menor tendencia al volteo. En este sector, las condiciones hidráulicas son relativamente más favorables, por lo que la propuesta de mejora puede resolverse mediante soluciones básicas, especialmente en zonas con socavamiento bajo de 0 a 1 m. Entre estas medidas se incluyen drenaje simple y protección superficial, suficientes para controlar el deterioro del margen y conservar la estabilidad del muro sin recurrir a intervenciones más complejas..

Complementariamente, el análisis social realizado mediante encuestas a 21 pobladores del sector Asociación Virgen de la Asunción demuestra un alto nivel de aceptación de la propuesta. El 95% de los encuestados considera que la construcción del muro permitirá reducir las pérdidas humanas y de terrenos agrícolas, evidenciando la percepción de vulnerabilidad existente y la confianza en la obra como medida de mitigación. Asimismo, el 100% reconoce que la implementación de sistemas de drenaje mejorará la seguridad estructural del muro, validando socialmente uno de los componentes técnicos más importantes del diseño. De igual forma, el 90% de la población está de acuerdo con la ejecución del proyecto, mientras que el 100% confía en que la obra reducirá el riesgo de inundaciones en el futuro, lo que refleja una percepción altamente positiva y expectativas favorables respecto a su funcionamiento.

En consecuencia, la integración del análisis técnico y la evaluación social permite dar cumplimiento al objetivo de proponer la mejora de la defensa ribereña del margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026. La propuesta no solo responde a las condiciones hidráulicas, geotécnicas y estructurales del cauce mediante la incorporación de soluciones diferenciadas según el nivel de socavamiento y presión lateral, sino que además cuenta con el respaldo de la población beneficiaria, lo que garantiza su viabilidad social. Por tanto, se concluye que el diseño planteado constituye una solución integral, técnicamente adecuada y socialmente aceptada, orientada a reducir los riesgos de inundación, proteger la infraestructura existente y salvaguardar la seguridad de la población y sus actividades económicas.

4.3.1. Protección contra erosión

Tabla 19: Resultados de socavación en Progresivas

METODO	Socavación en Progresivas								
	0+000	0+050	0+100	0+150	0+200	0+250	0+300	0+350	0+400
	— 0+050	— 0+100	— 0+150	— 0+200	— 0+250	— 0+300	— 0+350	— 0+400	— 0+450
Lacey	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	1.20	1.20	1.20	1.20
Maza & Echevarria	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	2.10	2.10	2.10	2.10
Kellerhals	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	1.75	1.75	1.75	1.75
LIST VAN LEVEDIEV	6.03	6.10	2.96	2.97	0.10	1.95	2.50	2.10	2.10
PROMEDIO	3.64	3.65	2.87	2.87	2.15	1.75	1.89	1.79	1.79

Fuente: Elaboración Propia 2026

4.3.2. Protección contra presión hidrostática

Tabla 20: Resultados de presión hidrostática detrás del muro SAP2000

Progresiva	Tirante h (m)	Presión hidrostática del agua en base (kN/m ²)	Resultante del agua (kN/m)	Presión total de suelo saturado + agua en base (kN/m ²)	Resultante total suelo saturado + agua (kN/m)
0+000	3.39	33.26	56.37	44.73	75.82
0+050	3.25	31.85	51.7	42.84	69.54
0+100	3.1	30.44	47.24	40.95	63.54
0+150	2.96	29.04	42.98	39.06	57.8
0+200	2.82	27.63	38.91	37.17	52.34
0+250	2.67	26.23	35.05	35.27	47.15
0+300	2.53	24.82	31.4	33.38	42.23
0+350	2.39	23.41	27.94	31.49	32.58
0+400	2.24	22.01	24.68	29.6	31.2
0+450	2.1	20.6	21.63	27.71	29.09

Fuente: Elaboración Propia 2026

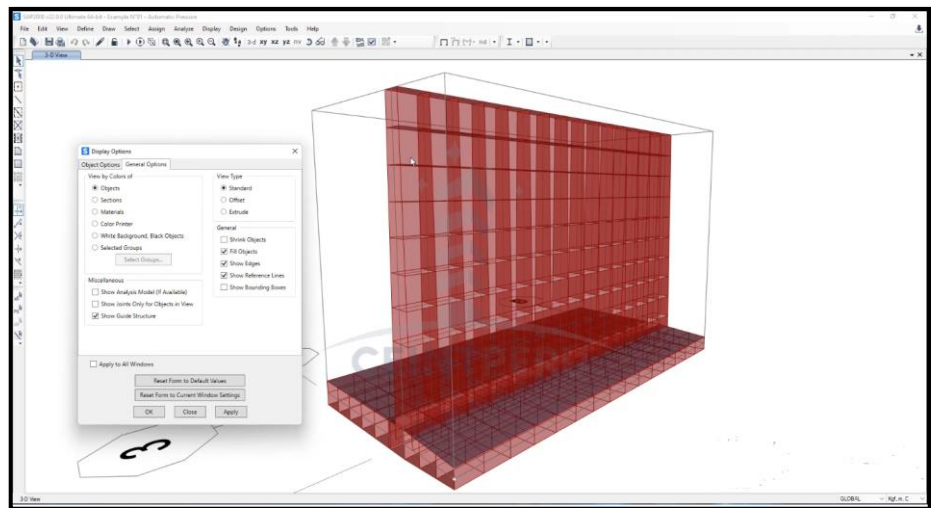


Figura 36: Modelación de muro de contención SAP2000
Fuente: Elaboración Propia 2026

El muro de contención fue modelado en el programa SAP2000 empleando el sistema de unidades kN-m-C, mediante elementos tipo shell para representar tanto la pantalla como la zapata de cimentación. La estructura se definió con una longitud total de 450 m y una altura de 4.40 m, considerando una pantalla de espesor variable entre 0.30 m en la parte superior y 0.50 m en la base, así como una zapata de 3.00 m de ancho y 0.60 m de espesor. La base del muro se idealizó como un empotramiento, restringiendo desplazamientos y giros, con el propósito de simular una condición de apoyo rígido y evaluar de manera conservadora la respuesta estructural ante las acciones laterales.

La carga hidráulica se aplicó sobre la cara derecha del muro mediante una presión superficial variable de distribución triangular, definida en función del tirante de agua correspondiente a cada progresiva. Asimismo, se incorporó el empuje lateral del suelo saturado, adoptando un peso unitario saturado de 18.15 kN/m^3 , un ángulo de fricción interna de 25° y un coeficiente de empuje activo $K_a=0.406$. Bajo estas condiciones, el modelo permitió representar la acción combinada del agua y del suelo saturado a lo largo del tramo analizado, considerando una disminución progresiva del tirante hidráulico desde 3.39 m en la progresiva 0+000 hasta 2.10 m en la progresiva 0+450.

Los resultados obtenidos evidencian que el comportamiento del muro no es uniforme en toda su extensión, sino que varía en función de la disminución del tirante de agua y, por ende, de la presión lateral total ejercida sobre la estructura. Esta variación permite identificar tres zonas de comportamiento claramente diferenciadas en términos de exigencia estructural

En el tramo comprendido entre las progresivas 0+000 y 0+150 se registran las mayores presiones laterales del sistema, con valores máximos en la base que oscilan entre 44.73 kN/m² y 40.95 kN/m². Esta condición corresponde a la zona más crítica del muro, debido a que la mayor altura de agua genera también mayores empujes laterales y, en consecuencia, mayores momentos de volteo. Desde el punto de vista estructural, este sector representa el tramo de mayor vulnerabilidad frente a una posible inestabilidad, por lo que requiere especial atención en el diseño y en la verificación de seguridad. La presencia de estas presiones elevadas pone en evidencia la necesidad de considerar medidas complementarias, como un sistema de drenaje eficiente, que permita reducir la acumulación de presión hidrostática en el trasdós y mejorar la estabilidad global del muro.

Entre las progresivas 0+150 y 0+300, la presión lateral disminuye progresivamente, alcanzando valores intermedios comprendidos entre 39.06 kN/m² y 33.38 kN/m². Este tramo puede clasificarse como una zona de presión media, en la cual el muro continúa sometido a sollicitaciones importantes, aunque menores que las observadas en el sector inicial. La reducción del tirante hidráulico en esta zona disminuye parcialmente la demanda lateral, lo que se traduce en una condición estructural moderada, pero que aún requiere control en términos de estabilidad al deslizamiento, volteo y resistencia interna.

Finalmente, en el tramo de las progresivas 0+300 a 0+450, los valores de presión total descienden a un rango de 31.49 kN/m² a 27.71 kN/m², configurando una zona de presión baja. En este sector, la menor altura de agua reduce significativamente los esfuerzos laterales y, por tanto, la

tendencia al volteo del muro. No obstante, aunque la condición es más favorable en comparación con los tramos anteriores, dichas presiones siguen siendo estructuralmente relevantes y deben ser incluidas en la evaluación integral del comportamiento del muro, ya que contribuyen a la respuesta global de la estructura a lo largo de todo su desarrollo longitudinal.

Tabla 21: FICHA 3 – Propuesta de mejora de la defensa ribereña

	DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026 (FICHA 3 – Propuesta de mejora de la defensa ribereña)						
DIMENSIONES	Protección contra erosión, socavación y presión hidrostática						
Progresiva	Indicadores						
	Socavamiento (m)			Sistema de drenaje a incorporar para la mejora		Eficiencia de lo recomendado	
	Baja (0-1)	Media (1-2)	Alta (>2)	Filtros o llorones	Dren de evacuación (dren francés)	Mala	Buena
0+000 – 0+050			3.64	x	x		x
0+050 – 0+100			365	x	x		x
0+100 – 0+150		2.87			x		x
0+150 – 0+200		2.87			x		x
0+200 – 0+250		2.15					x
0+250 – 0+300	1.75						x
0+300 – 0+350	1.89						x
0+350 – 0+400	1.79						x
0+400 – 0+450	1.79						x

Fuente: Elaboración Propia 2026

El análisis del tramo 0+000 – 0+450 evidencia que la propuesta de diseño del muro de contención incorpora medidas diferenciadas en función del nivel de socavamiento, optimizando así la estabilidad estructural y el control de la erosión en el margen derecho del río.

En los tramos con socavamiento alto (> 2 m), se adoptan soluciones estructurales más robustas, tales como la implementación de sistemas de drenaje mediante llorones y drenes de evacuación tipo dren francés, así como la protección del pie del muro con enrocado o elementos similares. Estas medidas permiten disipar la presión hidrostática, reducir la infiltración de agua y minimizar el riesgo de socavación en la cimentación, mejorando significativamente la seguridad del sistema.

En los tramos con socavamiento medio ($1 - 2$ m), se mantienen medidas de protección intermedias, como el uso de drenaje controlado y refuerzos en la base del muro, lo que garantiza una adecuada estabilidad frente a condiciones hidráulicas moderadas. Estas soluciones permiten prevenir la evolución de la socavación hacia niveles críticos, asegurando un comportamiento estructural eficiente sin incurrir en sobredimensionamientos.

Finalmente, en los tramos con socavamiento bajo ($0 - 1$ m), las condiciones del cauce son más estables, por lo que se adoptan soluciones básicas como drenaje simple mediante llorones y protección superficial del talud. Estas medidas son suficientes para mantener la estabilidad del sistema, optimizando los recursos y evitando intervenciones innecesarias.

En conjunto, la aplicación de estas soluciones según el nivel de socavación permite mejorar la eficiencia del diseño, incrementando la seguridad, estabilidad y durabilidad del muro de contención frente a las condiciones hidráulicas variables del río Macro.

4.3.3. Encuestas y evaluación social, percepción de satisfacción

El cuestionario fue aplicado en relación a la mejora dirigido a 21 pobladores del Sector Asociación virgen de la Asunción, obteniendo los siguientes resultados de acuerdo a la tabulación:

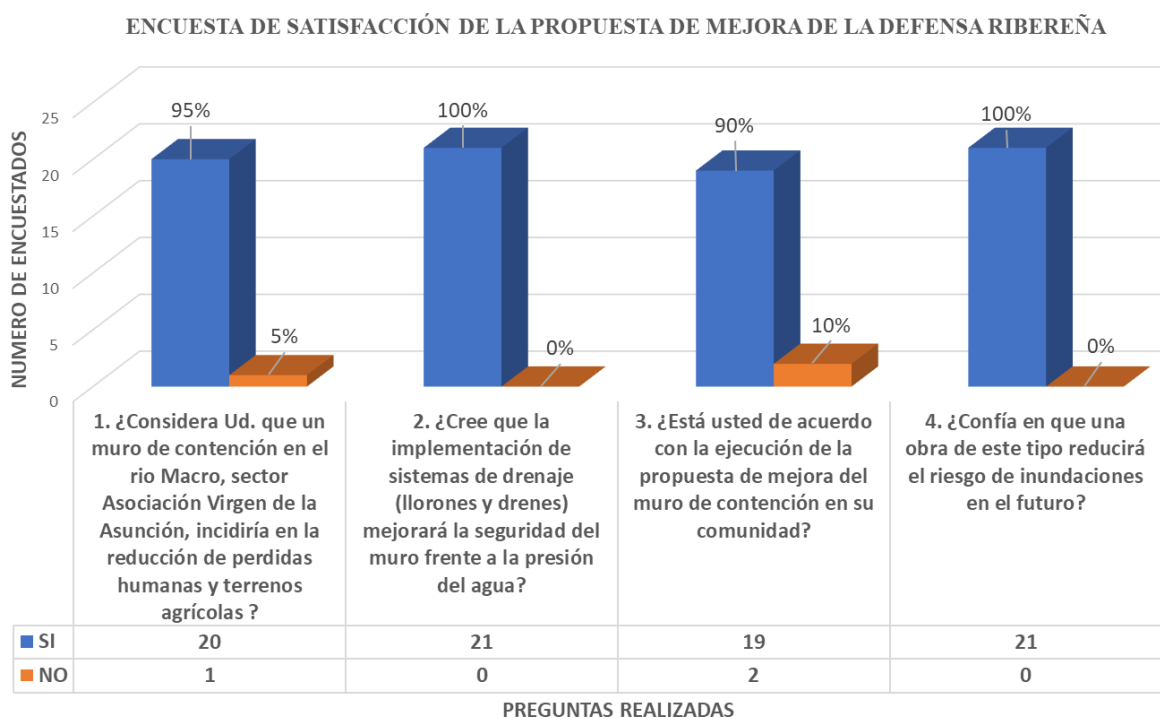


Figura 37: Resultado de la encuesta y percepción de satisfacción
Fuente: Elaboración Propia 2026

Interpretación:

En la primera pregunta, el 95%(20) de los encuestados considera que la construcción del muro de contención permitirá reducir las pérdidas humanas y de terrenos agrícolas, mientras que solo el 5%(1) no está de acuerdo. Esto evidencia que la población reconoce el problema de vulnerabilidad frente a inundaciones y percibe el muro como una solución efectiva para mitigar riesgos.

En la segunda pregunta, el 100%(21) de los encuestados afirma que la implementación de sistemas de drenaje, como llorones y drenes, mejorará la seguridad del muro frente a la presión del agua. Este resultado refleja una aceptación total de los componentes técnicos de la propuesta, destacando la importancia del drenaje en la estabilidad estructural.

En la tercera pregunta, el 90% (19) de la población está de acuerdo con la ejecución del proyecto, mientras que el 10% (2) muestra desacuerdo. Aunque existe un alto nivel de aceptación, este pequeño porcentaje sugiere

la necesidad de fortalecer la comunicación y socialización del proyecto para lograr una aprobación más uniforme.

Finalmente, en la cuarta pregunta, el 100% (21) de los encuestados confía en que la obra reducirá el riesgo de inundaciones en el futuro. Este resultado demuestra una percepción positiva y una alta expectativa en la efectividad del proyecto, consolidando su viabilidad desde el punto de vista social.

Los resultados de la encuesta evidencian un alto nivel de aceptación y confianza de la población respecto a la propuesta de mejora del muro de contención en el río Macro. La mayoría de los encuestados reconoce su importancia en la reducción de riesgos de inundación, pérdidas humanas y daños a terrenos agrícolas, así como en la mejora de la seguridad estructural mediante sistemas de drenaje. Aunque existe un pequeño porcentaje de desacuerdo, este no afecta significativamente la percepción general positiva.

V. DISCUSIÓN

1. Según el primer objetivo específico de: *Identificar las zonas vulnerables a inundaciones del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026*, los resultados mostraron que el tramo comprendido entre las progresivas 0+000 y 0+300 presenta las condiciones más críticas, debido a pendientes de hasta 2.53%, flujo de alta energía, presencia de material granular grueso, erosión lateral activa, socavación y márgenes inestables, mientras que el tramo 0+300 a 0+450 presenta vulnerabilidad media por reducción relativa de la energía del flujo, aunque con susceptibilidad a eventos extremos por acumulación de sedimentos y disminución de la sección hidráulica efectiva. Comparando este hallazgo con los antecedentes, **Cárdenas** (6) identificó en el río Cauca un proceso de erosión lateral a lo largo de 550 m, con ampliación del cauce hasta 30 m, concluyendo que era necesaria la implementación de obras de protección para controlar la erosión; de manera similar, en la presente investigación se reconoce que la combinación de erosión, socavación y estrechamientos naturales incrementa directamente la amenaza de desbordamiento. Asimismo, **Eusebio** (12) identificó en el río Miskibamba un escenario de alta vulnerabilidad entre las progresivas 0+000 y 0+250, caracterizado por erosión activa, socavación de márgenes, inestabilidad de taludes y acumulación de sedimentos, resultados que guardan estrecha relación con lo encontrado en el río Macro, donde también se evidencia mayor criticidad en los primeros tramos del cauce. Del mismo modo, **Camacho et al.** (9) sostienen que la evaluación de vulnerabilidad y riesgo, junto con el análisis hidráulico, constituye una base indispensable para plantear obras de defensa ribereña técnicamente viables; en ese sentido, la identificación del sector más inestable del río Macro aporta un criterio técnico preciso para priorizar intervenciones en los primeros 300 m del tramo evaluado. En consecuencia, la discusión permite afirmar que la vulnerabilidad observada en el río Macro no es un hecho aislado, sino una condición coherente con otros estudios donde la erosión, la socavación y la inestabilidad geomorfológica han sido determinantes para justificar la necesidad de estructuras de protección ribereña.

2. Según el segundo objetivo específico de: *Elaborar el diseño del muro de contención como defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026*, los resultados determinaron un tramo de intervención de 450 m, una pendiente promedio de 2.53%, un suelo clasificado como grava mal gradada (GP) con humedad natural de 9.26%, ángulo de fricción interna de 35° y capacidad portante admisible de 1.58 kg/cm²; además, el análisis hidrológico definió una precipitación de diseño de 25.31 mm y un caudal máximo de 15.99 m³/s para 50 años de periodo de retorno, mientras que la modelación hidráulica en HEC-RAS obtuvo un tirante máximo de 3.39 m, velocidad media de 1.85 m/s y un borde libre de 0.80 m. Con base en ello, se planteó un muro de 4.40 m de altura y 450 m de longitud, con pantalla de 0.30 m en la parte superior y 0.50 m en la base, y una zapata de 3.00 m de ancho y 0.60 m de espesor. Al comparar estos resultados con los antecedentes, **Preto** (7) concluyó que el muro de gravedad demanda mayor base y mayor volumen de excavación, mientras que el muro de concreto armado resulta más eficiente estructuralmente en términos de dimensiones y comportamiento; esta apreciación coincide con la presente investigación, donde se opta por una solución de concreto armado técnicamente adecuada frente a las exigencias hidráulicas y geotécnicas del cauce. De manera similar, **Ruiz** (8) destacó que el diseño estructural de un muro debe responder a normas, factores de carga y criterios de optimización seccional para garantizar seguridad y economía, aspecto que también se observa en el río Macro mediante la definición de espesores variables, recubrimientos y acero de refuerzo diferenciados según la zona estructural. A nivel nacional, **Camacho et al** (9), señalaron que no siempre una solución inicialmente planteada resulta viable si las condiciones del terreno limitan el ancho de cimentación; sin embargo, en el caso del río Macro, la capacidad portante de 1.58 kg/cm² y las características del suelo permitieron plantear una cimentación superficial técnicamente factible, lo que representa una diferencia favorable respecto a dicho antecedente. Asimismo, **Morales** (10) diseñó un muro con alturas entre 3.00 m y 4.00 m para resistir un caudal de 5.8 m³/s, mientras que en la presente investigación se requirió una altura mayor de 4.40 m para un caudal bastante más exigente de 15.99 m³/s, lo cual evidencia que las dimensiones del muro del río Macro responden a una demanda hidráulica superior. En ese mismo sentido, **Peña** (11) diseñó una estructura para resistir 3.800

m³/s, valor menor al obtenido en esta investigación, lo que refuerza la idea de que el muro propuesto en Cangallo fue dimensionado para condiciones más severas de escorrentía y crecida. Por tanto, la discusión demuestra que el diseño planteado para el río Macro se encuentra técnica y comparativamente justificado, al integrar de manera coherente los estudios topográficos, geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos con las exigencias estructurales de una defensa ribereña permanente.

3. Según al tercer objetivo específico de: ***Proponer la mejora de la defensa ribereña del margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026***, los resultados evidenciaron que la propuesta incorpora medidas diferenciadas de acuerdo con el nivel de socavamiento: en sectores con socavamiento alto (> 2 m) se planteó drenaje mediante llorones, drenes tipo francés y protección con enrocado en el pie del muro; en sectores con socavamiento medio (1–2 m) se propusieron drenaje controlado y refuerzos en la base; y en sectores con socavamiento bajo (0–1 m) se recomendó drenaje simple y protección superficial. Además, el análisis social aplicado a 21 pobladores mostró una elevada aceptación de la propuesta: 95% considera que el muro reducirá pérdidas humanas y de terrenos agrícolas, 100% reconoce que el drenaje mejorará la seguridad estructural, 90% está de acuerdo con la ejecución del proyecto y 100% confía en que la obra reducirá el riesgo de inundaciones futuras. Comparando estos resultados con los antecedentes, **Morales** (10) encontró que el 88% de la población consideró que un muro reduciría pérdidas humanas, el 92% que mejoraría la defensa ribereña y el 96% que aumentaría la percepción de seguridad; estos porcentajes son consistentes con el alto nivel de aceptación social obtenido en el río Macro. Del mismo modo, **Peña** (11) reportó que el 92% de la población consideró apropiado el diseño del muro, el 88% destacó su valor protector y el 96% afirmó que incrementaría la percepción de seguridad, lo cual coincide con la valoración positiva observada en Cangallo. A nivel local, **Llancce** (13) indicó que el 90% de los participantes consideró que una estructura de concreto armado disminuiría el riesgo de inundación y el 100% expresó que mejoraría la percepción de seguridad, resultados muy próximos a los obtenidos en esta investigación; asimismo, **Quicaña** (14) concluyó que el diseño de defensa ribereña fue respaldado por la percepción social de necesidad y por su capacidad para brindar estabilidad a

largo plazo. En consecuencia, la discusión demuestra que la mejora propuesta para el río Macro no solo se sustenta en criterios técnicos de control de socavación, drenaje y protección estructural, sino también en un sólido respaldo social, condición que fortalece su viabilidad y sostenibilidad en el tiempo.

VI. CONCLUSIONES

1. El análisis hidráulico y geomorfológico del río Macro permitió identificar que el tramo comprendido entre las progresivas 0+000 y 0+300 presenta alta vulnerabilidad a inundaciones, debido a la combinación de pendientes elevadas (hasta 2.53%), flujo de alta energía, presencia de material granular grueso y márgenes inestables con evidencias de erosión lateral y socavación activa. Estas condiciones generan una disminución de la capacidad hidráulica del cauce y un incremento significativo del riesgo de desbordamiento. Asimismo, en el tramo 0+300 – 0+450 se determinó una vulnerabilidad media, caracterizada por una ligera reducción de la energía del flujo y mayor estabilidad de taludes; sin embargo, la acumulación de sedimentos y la posible reducción de la sección hidráulica efectiva mantienen el riesgo ante eventos extremos. En términos generales, se concluye que el río Macro presenta un comportamiento crítico frente a eventos de crecida, siendo los primeros 300 m el sector de mayor riesgo, lo que justifica la necesidad de implementar medidas de protección ribereña.
2. La integración de los estudios topográficos, geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos permitió definir un diseño de muro de contención técnicamente adecuado como defensa ribereña en el margen derecho del río Macro. En primer lugar, el levantamiento topográfico permitió identificar el tramo crítico de 450 m, estableciendo con precisión el sector de intervención. Asimismo, el estudio de suelos evidenció condiciones favorables para la cimentación, con una capacidad portante admisible de 1.58 kg/cm^2 , lo que confirma la factibilidad de una cimentación superficial. Por otro lado, el análisis hidrológico determinó un caudal de diseño de $15.99 \text{ m}^3/\text{s}$ para un período de retorno de 50 años, evidenciando que la cuenca presenta una respuesta rápida y una alta susceptibilidad a crecidas. Del mismo modo, la modelación hidráulica estableció un tirante máximo de 3.39 m y la necesidad de considerar un borde libre de 0.80 m, parámetros que permitieron definir una altura total del muro de 4.40 m. En consecuencia, el diseño del muro de contención fue dimensionado con base en las condiciones topográficas, geotécnicas e hidráulicas del tramo evaluado entre las progresivas 0+000 y 0+450 m. En ese sentido, la estructura proyectada presenta una altura total de 4.40 m y una longitud de 450 m; además, la pantalla tiene un espesor de 0.30 m en la parte superior y 0.50 m en la base, mientras que la zapata posee un ancho total de 3.00 m y un espesor de 0.60 m, conformada por una punta de 0.80 m y un talón

de 1.70 m. De igual manera, se consideró el uso de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con recubrimientos de 7.5 cm en la zapata y 4 cm en la pantalla, así como refuerzo principal con acero de $\varnothing 5/8''$ y $\varnothing 1/2''$ según la zona estructural. Por tanto, estas características garantizan la resistencia del muro frente a las cargas del suelo y a la acción hidráulica del flujo, representado por el caudal de diseño de $15.99 \text{ m}^3/\text{s}$, el tirante máximo de 3.39 m y la velocidad media de 1.85 m/s.

3. Se concluyó que la propuesta de mejora de la defensa ribereña del margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026, se sustentó en la modelación estructural realizada en SAP2000 para el cálculo de la presión hidrostática y de la presión lateral total del suelo saturado, lo que permitió identificar la variación de la exigencia estructural a lo largo del tramo 0+000–0+450 m. Los resultados del modelamiento evidenciaron que entre las progresivas 0+000–0+150 se presentaron las mayores presiones laterales, con valores entre 44.73 kN/m^2 y 40.95 kN/m^2 , constituyendo la zona más crítica; entre 0+150–0+300 las presiones disminuyeron a un rango de 39.06 kN/m^2 a 33.38 kN/m^2 ; y entre 0+300–0+450 descendieron a valores entre 31.49 kN/m^2 y 27.71 kN/m^2 , evidenciando una condición más favorable hacia el final del sector. A partir del promedio de los métodos de Lacey, Maza y Echevarría, Kellerhals y Lischtván-Levediev para la socavación, se determinó que los mayores valores se registraron en las progresivas 0+000–0+050 y 0+050–0+100, con 3.64 m y 3.65 m, respectivamente, mientras que en las progresivas siguientes la socavación disminuyó progresivamente hasta alcanzar valores de 1.75 m a 1.89 m en el tramo final, lo que confirmó una reducción gradual de la afectación erosiva. Asimismo, mediante la encuesta de satisfacción aplicada a 21 pobladores para conocer la percepción de la población, se evidenció una alta aceptación de la propuesta, ya que el 95% consideró que el muro reduciría las pérdidas humanas y de terrenos agrícolas, el 100% reconoció que el drenaje mejoraría la seguridad estructural, el 90% estuvo de acuerdo con la ejecución del proyecto y el 100% confió en que la obra disminuiría el riesgo de inundaciones futuras.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda priorizar la intervención del tramo 0+000 a 0+300, por ser el sector con mayor vulnerabilidad a inundaciones, mediante la ejecución de obras de defensa ribereña, estabilización de taludes, protección contra erosión lateral y control de socavación; estas acciones deberán iniciarse en el corto plazo, preferentemente antes del inicio de la temporada de lluvias, y desarrollarse durante la etapa de ejecución del proyecto. Asimismo, en el tramo 0+300 a 0+450, donde la vulnerabilidad es media, se recomienda aplicar medidas preventivas mediante limpieza de sedimentos, retiro de material acumulado, reperfilado local del cauce cuando sea necesario y conservación de la sección hidráulica, con una frecuencia semestral y de manera extraordinaria después de cada evento de crecida o lluvia intensa. De igual forma, el monitoreo del comportamiento del cauce deberá realizarse mediante inspecciones técnicas visuales y medición de zonas erosionadas, evaluando taludes, márgenes inestables, estrechamientos y puntos de posible desbordamiento; este control deberá ejecutarse mensualmente durante la época de lluvias y trimestralmente en época seca. Finalmente, se recomienda implementar un programa de vigilancia local con participación de la población y autoridades del sector, mediante jornadas de observación y reporte de daños cada 2 o 3 meses, a fin de detectar oportunamente procesos de erosión, socavación o colmatación del cauce y reducir el riesgo de afectación en todo el tramo evaluado de 450 m, especialmente en los primeros 300 m, donde se identificó la mayor susceptibilidad.
2. Se recomienda que durante la ejecución del muro se garantice el cumplimiento estricto de las especificaciones técnicas del concreto ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) y de los recubrimientos establecidos (7.5 cm en zapata y 4 cm en pantalla), a fin de asegurar la durabilidad de la estructura; asimismo, resulta indispensable implementar sistemas de drenaje, como llorones y drenes, para evitar la acumulación de presión hidrostática detrás del muro, además de realizar un adecuado control de calidad en obra mediante la supervisión del acero de refuerzo, del proceso constructivo y de la compactación del terreno de cimentación, complementando finalmente la obra con medidas de protección adicional, como enrocado en la base, para incrementar la estabilidad frente a procesos de socavación.

3. Se recomienda ejecutar la mejora de la defensa ribereña de manera sectorizada, de acuerdo con los niveles de socavación y de presión hidrostática identificados a lo largo del tramo 0+000–0+450, priorizando las progresivas 0+000–0+150, donde se registraron las condiciones más críticas, por lo que debe implementarse dren tipo francés, llorones y protección de enrocado tipo colchón en la base del muro con mayor rigurosidad, a fin de reducir la acumulación de presión hidrostática y controlar la erosión en la cimentación; en las progresivas 0+150–0+300, donde la socavación y la presión lateral disminuyen a un nivel medio, corresponde mantener estas mismas medidas, pero con una disposición acorde a la exigencia hidráulica y geotécnica del sector, asegurando la evacuación del agua y la protección de la base del muro; mientras que en las progresivas 0+300–0+450, donde se presentan las condiciones más favorables, resulta pertinente considerar igualmente llorones, dren tipo francés y enrocado tipo colchón, con un criterio de protección preventiva que permita conservar la estabilidad del tramo y evitar el avance progresivo de la erosión. Asimismo, considerando que el 100% de la población señaló que la obra reducirá el riesgo de inundaciones y que el 90% manifestó su conformidad con su ejecución, conviene complementar la intervención con un programa de mantenimiento y control periódico de los llorones, del dren tipo francés y del enrocado tipo colchón, especialmente después de temporadas de lluvias intensas o eventos de crecida, a fin de garantizar la funcionalidad hidráulica, la estabilidad estructural y la durabilidad de la defensa ribereña.

Referencias bibliográficas

1. Cardenas M. Priorización de los recursos públicos para la protección contra la erosión de las riberas fluviales [Internet]. Barcelona: Diego Vieira: ScienceDirect; 2024 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S221242092400791X>
2. Instituto Nacional de Defensa Civil. Manual básico para la estimación de riesgo [Internet]. Lima: Instituto Nacional de Defensa Civil; 2006 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sial-sialtrujillo/archivos/public/docs/565.pdf>
3. Cabrera RM. Estrategia regional de cambio climático Ayacucho [Internet]. Ayacucho: Editorial DFernández; 2015 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siarayacucho/archivos/public/docs/7.estrategia regional de cambio climatico ayacucho.pdf>
4. ThinkHazard. Inundación del río - Ayacucho [Internet]. Ayacucho; 2024 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: <https://thinkhazard.org/en/report/2332-peru-ayacucho/FL>
5. Alvarez Mendez C. Metodología de la investigación en ciencias económicas y administrativas [Internet]. Colombia: Biblioteca UDA; 2020 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: <https://sea8401dd76b4febd.jimcontent.com/download/version/1564230307/module/14444440630/name/MENDEZ%20ALVAREZ%20%20Metodologia%20Investigacion%20Ciencias%20Economicas%20y%20Administrat.pdf>
6. Cardenas JC. Estudios y diseños de las obras de protección de orillas en la margen izquierda del río Cauca en el sector Candelaria en el distrito de Río Roldanillo – La Unión – Toro [Tesis de titulación]. Cali: Universidad del Valle; 2021 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/dafd79f8-0765-4dbfa920>
7. Preto RG. Diseño de muros de contención de concreto armado y de gravedad en predio ubicado en el libramiento oriente de la ciudad de Uruapan [Tesis de titulación]. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2020 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: [https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=yWzXww&i=1&d=false&t=search_0&v=1&as=0&q=*.:](https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=yWzXww&i=1&d=false&t=search_0&v=1&as=0&q=*.)

8. Ruiz JA. Análisis y diseño estructural de un muro de contención de hormigón armado en cerramiento perimetral, lado oeste del hospital de Monte Sinaí 2016 [Tesis de titulación]. [lugar desconocido]: Ecuador; 2019 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: <https://repositorioacademico.une.edu.pe/handle/10757/6587314>.
9. Camacho A, Vargas B. Propuesta de diseño de un muro de defensa ribereña con sistema de drenaje LGD en el Río Rímac desde el puente colgante al puente estela montti, Chosica [Tesis de titulación]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2021 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/658731>
10. Morales MC. Diseño de muro de contención para mejorar la defensa ribereña en el margen derecho del Río Mosna, sector Wishcapampa, distrito de San Marcos, provincia de Huari, departamento de Áncash-2024 [Tesis de titulación]. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2024 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/37141>
11. Peña CJB. Diseño de muro de contención para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha del Río Piura, en el AA. HH. Quinta Julia, distrito y provincia de Piura, departamento de Piura – 2023 [Tesis de titulación]. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2023 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/35630>
12. Perez Gutierrez E. Diseño del muro de contención, para mejorar la defensa ribereña en la margen izquierda del río Miskibamba, sector quebrada Huamanhuaycco, progresivas km 0+030 - 0+250, distrito de Patibamba, provincia de La Mar, región Ayacucho-2025 [Tesis de titulación]. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2025 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/42922/DEFENSA_RIBERENA_DISENO_DE_MURO_DE_CONTENCION_PEREZ_GUTIERREZ_EUSEBIO.pdf
13. Llancece AY. Diseño de muro de contención, para mejorar la defensa ribereña del río Hitanayocc, en la margen derecha entre las progresivas 0+000 a 0+300, del distrito de Tambo, provincia La Mar, departamento de Ayacucho – 2024 [Tesis de titulación]. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2024 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/39651>

14. Quicaña CC. Diseño de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Río Huatatas en el centro recreacional Glorieta, distrito de Andrés Avelino Cáceres Dorregaray, provincia de Huamanga, región Ayacucho - 2023 [Tesis de titulación]. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2023 [citado el 28 de enero de 2026]. Disponible en: <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/35685>
15. Autoridad Nacional del Agua. Actualización mapeo de actores CRHC Pampas [Internet]. Lima: Autoridad Nacional del Agua; 2024 [citado el 20 de febrero de 2026]. Disponible en: https://crhc.ana.gob.pe/pampas/sites/default/files/archivos/Actualizaci%C3%B3n%20Mapeo%20de%20Actores%20CRH%20Pampas_2019.pdf
16. Mapcarta. Río Macro [Internet]. Perú - Ayacucho: Mapcarta; 2026 [citado el 20 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://mapcarta.com/es/20216930/Mapa>
17. Autoridad Nacional del Agua. Manual de diseño de defensas ribereñas [Internet]. Lima: Autoridad Nacional del Agua; 2016 [citado el 29 de enero de 2026]. Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/prevencion_y_desastres/GUIA_SERVICIO_DE_PROTECCION_VERSION_FINAL_JUNIO24.pdf
18. Gil Lurdes G. Levantamientos topográficos [Internet]. Mexico: [editor desconocido]; 2015 [citado el 03 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/74a2ca70-e639-47f3-b1c0-ea47dbfcbe65/content>
19. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: topografía, geodesia y cartografía [Internet]. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones; 2018 [citado el 03 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/543618-carrera-de-topografia-y-geodesia>
20. Loczy L, Ladeira E. Proyección estereográfica de buzamientos de planos de este a oeste, para varios ángulos. En: Topografía en terrenos accidentados. Argentina, Buenos Aires: Editorial Petro; 1976. p.
21. Mendoza Dueñas J. Topografía: técnicas modernas. 1a ed. Lima: Editorial UNI; 2012.
22. Terzaghi K, Peck RB, Mesri G. Mecánica de suelos en la práctica de la ingeniería [Internet]. New York: Willey Interciencia; 1996 [citado el 03 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://cequcest.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/09/terzaghi129883967-soil->

[mechanics-in-engineering-practice-3rd-edition-karl-terzaghi-ralph-b-peck-gholamreza-mesri-1996.pdf](#)

23. Peck Ralph B.. Muros de contención [Internet]. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia; 2008 [citado el 03 de febrero de 2026]. Disponible en: <http://victoryepes.blogs.upv.es/tag/muro-de-contencion/>
24. Chow VT, Maidment DR, Mays LW. Estudio Hidrológico [Internet]. Colombia: Editorial Colombia; 2022 [citado el 03 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/447733434/Hidrologia-Aplicada-Ven-Te-Chow-pdf>
25. Gestión de Cuencas Hidrográficas. Tipología de cuencas hidrográficas [Internet]. Peru, Lima: Gestión de Cuencas Hidrográficas; 2022 [citado el 03 de febrero de 2026]. Disponible en: https://vennukp.blogspot.com/2015/03/semana-2_30.html
26. Kirpich ZP. Época de concentración de pequeñas cuencas agrícolas. Ingeniería Civil [Internet]. 1940 [citado el 03 de febrero de 2026]. Disponible en: https://www.campus-virtual.mineria.unam.mx/Mineria/Cursos/HVT/Unidad3/pdf/RM_U2.pdf
27. Das BM. Fundamentos de la geotecnia. 4a ed. México D.F.: Cengage Learning; 2015.
28. Libre Ingeniería Civil. Tipos de muros de contención [Internet]. Blog: Libre Ingeniería Civil; 2023 [citado el 03 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.libreingenieriacivil.com/2023/07/tipos-de-muros-de-contencion.html>
29. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.060: concreto armado [Internet]. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; 2018 [citado el 20 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional->
30. Prontubeam. Recomendaciones geotécnicas para obras marítimas y portuarias (ROM 0.5-05): coeficiente de empuje activo y pasivo según Coulomb y Rankine [Internet]. Blog: Prontubeam; 2024 [citado el 19 de febrero de 2026]. Disponible en: https://www.prontubeam.com/articulos/articulos_2024/2024-09-20-Coeficiente-empuje-activo-pasivo-Coulomb-Rankine/2024-09-20-Coeficiente-empuje-activo-pasivo-Coulomb-Rankine_articulo.pdf
31. Gonzales F. Muros de contención y muros de sótano. En: [autor/editor por verificar]. T-4.1. Madrid: INTEMAC; 2001. p. 71.

32. Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica E.060: concreto armado. Muros estructurales: espesores mínimos [Internet]. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; 2018 [citado el 20 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/informes-publicaciones/2309793-reglamento-nacional->
33. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. CEPAL [Internet]. Santiago de Chile: CEPAL; 2018 [citado el 03 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://www.cepal.org/>
34. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de hidrología, hidráulica y drenaje. 3a ed. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles; 2011.
35. Rocha Felices A. Introducción a la hidráulica de las riberas. 1a ed. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería; 1998.
36. Suárez Díaz J. Deslizamientos: análisis geotécnico. Vol. 2, Técnicas de estabilización. 1a ed. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander; 2009.
37. Ander-Egg E. Metodología y práctica de la evaluación de programas sociales. 2a ed. Buenos Aires: Lumen; 2005.
38. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación. 6a ed. España: McGraw-Hill Education; 2014.
39. Bernal CA. Metodología de la investigación [Internet]. Caracas: Editorial Edi; 2010 [citado el 29 de enero de 2026]. Disponible en: <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
40. ULADECH. Reglamento de integridad científica en la investigación [Internet]. Chimbote: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote; 2024 [citado el 03 de febrero de 2026]. Disponible en: https://campus.uladech.edu.pe/pluginfile.php/415820/mod_resource/content/1/IN.pdf
41. Limia LJM. Ingeniería en cimentaciones especiales [Internet]. Blog IMO; 2023 [citado el 03 de febrero de 2026]. Disponible en: <https://cimentacionespecial.es/blog/muros-de-contencion/>

Anexos

Anexo 01. Carta de recojo de datos



Chimbote, 28 de marzo del 2026

CARTA N° 0000000358- 2026-CGI-VI-ULADECH CATÓLICA

Señor/a:

**TEÓFILO NÚÑEZ ACHALLMA
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANGALLO**

Presente.-

A través del presente reciba el cordial saludo a nombre del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, asimismo solicito su autorización formal para llevar a cabo una investigación titulada DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026, con la LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LOS RÍOS Y EN CANALES, que involucra la recolección de información/datos en TRAMO DEL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO QUE ATRAVIESA EL SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, UBICADO EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO, a cargo de ANDERSSON OSCAR HUAMACCTO TAYPE, perteneciente al PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL, con DNI N° 70091297, durante el período de 09-01-2026 al 24-04-2026.

La investigación se llevará a cabo siguiendo altos estándares éticos y de confidencialidad y todos los datos recopilados serán utilizados únicamente para los fines de la investigación.

Es propicia la oportunidad para reiterarle las muestras de mi especial consideración.

Atentamente.

Dr. Nilo Albert Velásquez Castillo
Director de Investigación y Postgrado
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.



Chimbote, 28 de marzo del 2026

CARTA N° 0000000358- 2026-CGI-VI-ULADECH CATÓLICA

Señor/a:

**TEÓFILO NÚÑEZ ACHALLMA
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANGALLO**

Presente.-

A través del presente reciba el cordial saludo a nombre del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica Los Angeles de Chimbote, asimismo solicito su autorización formal para llevar a cabo una investigación titulada DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026, con la LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA EN LOS RÍOS Y EN CANALES, que involucra la recolección de información/datos en TRAMO DEL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO QUE ATRAVIESA EL SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, UBICADO EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO, a cargo de ANDERSSON OSCAR HUAMACCTO TAYPE, perteneciente al PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL, con DNI N° 70091297, durante el periodo de 09-01-2026 al 24-04-2026.

La investigación se llevará a cabo siguiendo altos estándares éticos y de confidencialidad y todos los datos recopilados serán utilizados únicamente para los fines de la investigación.

Es propicia la oportunidad para reiterarle las muestras de mi especial consideración.

Atentamente.

Dr. Nilo Albert Velásquez Castillo
Director de Investigación y Postgrado
Universidad Católica Los Angeles de Chimbote.



Anexo 02. Documento de autorización para el desarrollo de la investigación



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANGALLO
Ayacucho - Perú
"Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia"



Cangallo, 31 de marzo del año 2026

CARTA N°096 -2026-MPC/TÑA-A

SEÑOR : Dr. NILO ALBERT VELASQUEZ CASTILLO
Director de Investigación y Postgrado

ASUNTO : Remito autorización formal para la investigación, del documento en referencia.

REFERENCIA : - CARTA N°358-2026-CGI-VI-ULADECH CATÓLICA

Por medio del presente me es grato dirigirme a usted, expresándole mi cordial y afectuoso saludo, y a la vez manifestarle que en atención al documento en referencia; infórmele como alcalde, facilitar la **AUTORIZACION FORMAL** para una investigación titulada; **"DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026"**, a cargo del estudiante **HUAMACCTO TAYPE ANDERSSON OSCAR** con **DNI N° 70091297**, perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.

Es todo cuanto se da la conformidad de la presente solicitud para su conocimiento y demás fines que sirva determinar.

Atentamente




MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANGALLO - AYACUCHO
Teófilo Nuñez Achallma
ALCALDE

¡Comprometidos con nuestra Provincial

Visítanos en:

www.gob.pe/municipiocangallo

Cangallo: Plaza Principal de Cangallo N° 012 - Telf. 966 036 889
mesadepartes@municipiocangallo.gob.pe
www.gob.pe/municipiocangallo alcaldia@municipiocangallo.gob.pe


Teófilo Nuñez Achallma
Gestión 2023 - 2026

Anexo 03. Declaración Jurada de Integridad Científica y Conflictos de Interés



Declaración Jurada de Integridad Científica y Conflictos de Interés

Yo, **ANDERSSON OSCAR HUAMACCTO TAYPE**, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad (DNI) N.º **70091297**, con domicilio en Asociación Virgen de la Asunción Mz.01 S/N, distrito y provincia Cangallo - Ayacucho, en mi condición de: Autor vinculado al proyecto de investigación titulado: **"DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026"**.

DECLARO BAJO JURAMENTO lo siguiente:

I. DECLARACIÓN DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

1. Que el proyecto de investigación presentado ha sido elaborado respetando los principios de honestidad, veracidad, rigor metodológico, transparencia y responsabilidad científica, conforme al Reglamento de Integridad Científica de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.
2. Que los datos, resultados, fuentes bibliográficas, instrumentos y procedimientos metodológicos declarados en el proyecto son auténticos y verificables, y no han sido fabricados, falsificados ni manipulados.
3. Que me comprometo a ejecutar la investigación conforme a lo aprobado por el Comité de Ética de la Investigación (CEI), absteniéndome de realizar modificaciones sustanciales sin la autorización previa correspondiente.
4. Que respeto y respetaré los derechos de autor, la propiedad intelectual y las normas de citación académica vigentes, evitando toda forma de plagio, autoplagio o apropiación indebida.
5. Que conozco que cualquier infracción a los principios de integridad científica será evaluada conforme al Reglamento de Integridad Científica y demás normativa institucional aplicable.

II. DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS

6. Que declaro haber evaluado la existencia de conflictos de interés reales, potenciales o aparentes que pudieran influir en el diseño, ejecución, análisis o difusión de los resultados de la investigación.
7. En relación con el proyecto de investigación señalado:

☒ **NO PRESENTO** conflictos de interés.

☐ **SÍ PRESENTO** conflictos de interés, los cuales describo a continuación:

8. Que me comprometo a informar oportunamente al Comité de Ética de la Investigación cualquier situación sobreviniente que pudiera constituir un conflicto de interés durante el desarrollo de la investigación.

III. DECLARACIÓN FINAL

9. Que la información consignada en la presente declaración jurada es verdadera, completa y fidedigna, y que soy consciente de las responsabilidades administrativas, académicas y legales que se derivan de una declaración falsa u omisión deliberada.
10. Que autorizo al Comité de Ética de la Investigación y a las instancias competentes de la universidad a verificar la información declarada, en el marco de sus funciones.

Lugar y fecha: Sedex Asociación Virgen de la Asunción

Firma del declarante: [Firma]

Nombres y apellidos: Andersson Oscar Huamaccto Taype

DNI: 70091297

Nota: La presente Declaración Jurada deberá ser registrada obligatoriamente en el Módulo de Investigación Científica (MOIC) y constituye requisito indispensable para la evaluación ética del proyecto por parte del Comité de Ética de la Investigación

Anexo 04. Formato de consentimiento informado u otros que corresponda a la investigación.



Formato de consentimiento informado u otros que corresponda a la investigación

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026

INVESTIGADOR RESPONSABLE: ANDERSSON OSCAR HUAMACCTO TAYPE

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es: Diseñar el muro de contención para mejorar la defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará: **Información mediante el llenado de un cuestionario.**
La duración aproximada de su participación será de: **10 minutos.**

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio implica los siguientes riesgos o molestias (si corresponde): **No implica riesgos físicos ni psicológicos para el participante.**
En caso de no existir riesgos, se indicará expresamente. **Que la presente investigación no presenta ningún tipo de riesgo para los participantes**

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio podrían contribuir a: **Mejorar la seguridad y calidad de vida de la población.**

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N.º 29733 – Ley de Protección de Datos Personales.

Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:
Investigador responsable: **Andersson Oscar Huamaccto Taype** Correo electrónico: **Huamaccto33@Gmail.com**
Teléfono: **916098558**
Comité de Ética en Investigación (CEI): 936276637 Correo institucional: **Ciel@uladech.edu.pe**

8. DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Lenoris Tinco Denir

Documento de identidad: 71446048

Firma del participante: [Firma]

Lugar y fecha: Solar, Asociación Virgen de la Asunción 10/03/2026

Firma del investigador responsable: [Firma]



Formato de consentimiento informado u otros que corresponda a la investigación

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026

INVESTIGADOR RESPONSABLE: ANDERSSON OSCAR HUAMACCTO TAYPE

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es: Diseñar el muro de contención para mejorar la defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará: **Información mediante el llenado de un cuestionario.**
La duración aproximada de su participación será de: **10 minutos.**

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio implica los siguientes riesgos o molestias (si corresponde): **No implica riesgos físicos ni psicológicos para el participante.**
En caso de no existir riesgos, se indicará expresamente. **Que la presente investigación no presenta ningún tipo de riesgo para los participantes**

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio podrían contribuir a: **Mejorar la seguridad y calidad de vida de la población.**

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N.º 29733 – Ley de Protección de Datos Personales.

Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:
Investigador responsable: **Andersson Oscar Huamaccto Taype** Correo electrónico: **Huamaccto33@Gmail.com**
Teléfono: **916098558**
Comité de Ética en Investigación (CEI): 936276637 Correo institucional: **Ciel@uladech.edu.pe**

8. DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Percy Linco Cerda

Documento de identidad: 44966193

Firma del participante: [Firma]

Lugar y fecha: Stc. Asociación Virgen de la Asunción 17/03/2026

Firma del investigador responsable: [Firma]



Formato de consentimiento informado u otros que corresponda a la investigación

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026

INVESTIGADOR RESPONSABLE: ANDERSSON OSCAR HUAMACCTO TAYPE

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es: Diseñar el muro de contención para mejorar la defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará: **Información mediante el llenado de un cuestionario.**
La duración aproximada de su participación será de: **10 minutos.**

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio implica los siguientes riesgos o molestias (si corresponde): **No implica riesgos físicos ni psicológicos para el participante.**
En caso de no existir riesgos, se indicará expresamente. **Que la presente investigación no presenta ningún tipo de riesgo para los participantes**

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio podrían contribuir a: **Mejorar la seguridad y calidad de vida de la población.**

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N.º 29733 – Ley de Protección de Datos Personales.

Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:
Investigador responsable: **Andersson Oscar Huamaccto Taype** Correo electrónico: **Huamaccto33@Gmail.com**
Teléfono: **916098558**
Comité de Ética en Investigación (CEI): 936276637 Correo institucional: **Ciel@uladech.edu.pe**

8. DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Vivanco Huaman Hugo Arlvaro

Documento de identidad: 44916693

Firma del participante: 

Lugar y fecha: Sto. Asociación Virgen de la Asunción 18/03/2026

Firma del investigador responsable: 



Formato de consentimiento informado u otros que corresponda a la investigación

TÍTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026

INVESTIGADOR RESPONSABLE: ANDERSSON OSCAR HUAMACCTO TAYPE

INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

1. INVITACIÓN A PARTICIPAR

Usted está siendo invitado(a) a participar de manera voluntaria en un proyecto de investigación. Antes de decidir si desea participar, es importante que lea cuidadosamente la siguiente información. Si tiene alguna duda, puede realizar las preguntas que considere necesarias.

2. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo del presente estudio es: Diseñar el muro de contención para mejorar la defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.

3. PROCEDIMIENTOS

Si usted acepta participar, se le solicitará: **Información mediante el llenado de un cuestionario.**
La duración aproximada de su participación será de: **10 minutos.**

4. RIESGOS Y MOLESTIAS POTENCIALES

La participación en este estudio implica los siguientes riesgos o molestias (si corresponde): **No implica riesgos físicos ni psicológicos para el participante.**
En caso de no existir riesgos, se indicará expresamente. **Que la presente investigación no presenta ningún tipo de riesgo para los participantes**

BENEFICIOS

Su participación no generará beneficios económicos directos. Sin embargo, los resultados del estudio podrían contribuir a: **Mejorar la seguridad y calidad de vida de la población.**

5. CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES

La información que usted proporcione será tratada de manera confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y científicos. Sus datos personales serán protegidos conforme a la Ley N.º 29733 – Ley de Protección de Datos Personales.

Los resultados serán presentados de forma agregada, sin revelar su identidad.

6. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA Y DERECHO A RETIRO

Su participación es completamente voluntaria. Usted puede negarse a participar o retirarse del estudio en cualquier momento, sin que ello genere ningún tipo de sanción o perjuicio.

7. CONSULTAS Y CONTACTO

Si tiene preguntas sobre el estudio o sobre sus derechos como participante, puede comunicarse con:

Investigador responsable: **Andersson Oscar Huamaccto Taype** Correo electrónico: **Huamaccto33@Gmail.com**
Teléfono: **916098558**

Comité de Ética en Investigación (CEI): 936276637 Correo institucional: **Ciel@uladech.edu.pe**

8. DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO

He leído la información proporcionada, se me han aclarado mis dudas y acepto participar de manera voluntaria en el presente proyecto de investigación.

Nombre del participante: Maytaza Mandes Richard

Documento de identidad: 42747117

Firma del participante: [Firma]

Lugar y fecha: Sector Asociación Virgen de la Asunción 20/03/2026

Firma del investigador responsable: [Firma]

Anexo 05. Matriz de Consistencia y operacionalización

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026

Tabla 22: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL: ¿El diseño de muro de contención mejorará la defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026?	OBJETIVO GENERAL: Diseñar el muro de contención para mejorar la defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026. OBJETIVO ESPECIFICOS: ✓ Identificar las zonas vulnerables a inundaciones del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026. ✓ Elaborar el diseño del muro de contención como defensa ribereña en el margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026. ✓ Proponer la mejora de la defensa ribereña del margen derecho del río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho-2026.	No aplica	Variable Independiente Diseño del muro de contención Dimensiones ✓ Levantamiento topográfico ✓ Estudio mecánico de suelos ✓ Estudio hidrológico ✓ Diseño estructural de muro de contención Variable dependiente Proponer la mejora de la defensa Ribereña Dimensiones ✓ Protección contra erosión ✓ Sistema de protección contra presión hidrostática ✓ Evaluación social	Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de la investigación: Se define como nivel Descriptivo Diseño de la investigación No experimental y de corte transversal. Población y Muestra: ✓ La población de la investigación está constituida por todo el tramo del margen derecho del río Macro que atraviesa el sector Asociación Virgen de la Asunción, ubicado en el distrito y provincia de Cangallo, región Ayacucho. ✓ La muestra está conformada por un tramo de 450 ml, en el margen derecho del río Macro, seleccionado por presentar mayores condiciones de vulnerabilidad frente a desbordes e inestabilidad del cauce, así como por su proximidad a viviendas, infraestructura y áreas agrícolas del sector Asociación Virgen de la Asunción.

Fuente: Elaboración Propia (2026).

Anexo 06. Ficha de Identificación del Experto

Primer experto

CARTA DE PRESENTACIÓN

Magíster: Rejos Velasquez Jim Terry

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: **ANDERSSON OSCAR HUAMACCTO TAYPE**, egresado del programa académico de INGENIERÍA CIVIL de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: **"DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026"** y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,


Firma

DNI: 70091297

Egresado

Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación

Nombres y Apellidos: Rojas Velasquez Jim Terry
N° DNI/CE: 7126562 Edad: 42
Teléfono celular: 963 451 012 Email: Rovelas.23@hotmail.com

Título profesional:

Ingeniero Civil

Grado académico: Maestría ☒

Doctorado: ☐

Especialidad: Estructuras

Institución que labora: Municipalidad Provincial de Cangallo

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026.

Autor: Andersson Oscar Huamaccto Taype.

Programa académico: Ingeniería Civil.


 ROJAS VELASQUEZ JIM TERRY
INGENIERO CIVIL
Firma


Huella digital

FICHA DE VALIDACIÓN									
TÍTULO: "DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026".									
	Variable 1: Diseño del muro de contención	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones	
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple		
1	Dimensiones:								
2	Levantamiento topográfico	X		X		X			
3	Estudio mecánico de suelos	X		X		X			
4	Estudio hidrológico	X		X		X			
	Diseño estructural de muro de contención	X		X		X			
	Variable 2: Propuesta de mejora de la defensa Ribereña								
	Dimensiones:								
1	Protección contra erosión	X							
2	Protección contra presión hidrostática	X		X		X			
3	Encuestas y evaluación social	X		X		X			

Recomendaciones:

Opinión de experto: Aplicable (X) No aplicable ()

Nombres y Apellidos de experto: Dr / Mg Lim Terry Rojas Valdez DNI 7126562

[Firma]



TITULO: "DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026".

Responsable:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIONES DE DATOS

La investigación fue realizada con el objetivo de proporcionar información necesaria sobre las características para el diseño de muro de contención de dicho anexo. Es por eso que se solicita rellenar la encuesta de veracidad

Para mejorar la validación se consideran los siguientes aspectos:

Nº	Rubro	1	2	3	4
1	La encuesta y ficha guardan relación con el tema de investigación				X
2	Las preguntas de la ficha técnica han sido elaboradas de manera clara y concisa				X
3	En la ficha técnica se hace uso de las palabras técnicas de acuerdo al tema de investigación				X
4	Las preguntas de las fichas técnicas han sido elaboradas de acuerdo a los indicadores de su cuadro de variables de su investigación				X
5	Las preguntas de la encuesta han sido elaboradas de manera general				X
6	El formato de las fichas técnicas y de la encuesta son las adecuadas				X

Apellidos y Nombres: Rojas Velasquez Jim Terry

Fecha: 15/03/2026

Profesional: Ingeniero Civil

Grado Académico: Magister

Firma




Segundo experto

CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister:Eulogia...Haspinal...Rosa...huz.....

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: **ANDERSSON OSCAR HUAMACCTO TAYPE**, egresado del programa académico de INGENIERÍA CIVIL de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: "**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026**" y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,



Elmra

DNI: 70091297

Egresado

Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación

Nombres y Apellidos: Eulogia Hospinal Rosa Luz
N° DNI/CE: 46.012310 Edad: 39
Teléfono celular: 945 912 410 Email: Roshospinal.c.19.2@Gmail.com

Título profesional:

Ingeniera Civil

Grado académico: Maestría ☒

Doctorado: ☐

Especialidad: Hidráulica

Institución que labora: Independiente - Consorcio Vilhua

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026.

Autor: Andersson Oscar Huamaccto Taype.

Programa académico: Ingeniería Civil.


Rosa Luz Hospinal
INGENIERO CIVIL
CIP M 17162

Firma



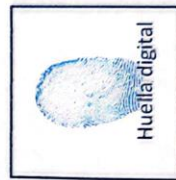
Huella digital

FICHA DE VALIDACIÓN						
TÍTULO: "DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026".						
	Variable 1: Diseño del muro de contención	Relevancia		Pertinencia		Observaciones
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
	Dimensiones:					
1	Levantamiento topográfico	✓		✓		✓
2	Estudio mecánico de suelos	✓		✓		✓
3	Estudio hidrológico	✓		✓		✓
4	Diseño estructural de muro de contención	✓		✓		✓
	Variable 2: Propuesta de mejora de la defensa Ribereña					
	Dimensiones:	✓		✓		
1	Protección contra erosión	✓		✓		✓
2	Protección contra presión hidrostática	✓		✓		✓
3	Encuestas y evaluación social	✓		✓		✓

Recomendaciones:

Opinión de experto: ☒ Aplicable (☒) No aplicable ()

Nombres y Apellidos de experto: Dr / Mg *Rosa Loz...* Edugio... *Kaspina*..... DNI *46012310*.....



TITULO: "DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026".

Responsable:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIONES DE DATOS

La investigación fue realizada con el objetivo de proporcionar información necesaria sobre las características para el diseño de muro de contención de dicho anexo. Es por eso que se solicita rellenar la encuesta de veracidad

Para mejorar la validación se consideran los siguientes aspectos:

Nº	Rubro	1	2	3	4
1	La encuesta y ficha guardan relación con el tema de investigación				✓
2	Las preguntas de la ficha técnica han sido elaboradas de manera clara y concisa				✓
3	En la ficha técnica se hace uso de las palabras técnicas de acuerdo al tema de investigación				✓
4	Las preguntas de las fichas técnicas han sido elaboradas de acuerdo a los indicadores de su cuadro de variables de su investigación				✓
5	Las preguntas de la encuesta han sido elaboradas de manera general				✓
6	El formato de las fichas técnicas y de la encuesta son las adecuadas				✓

Apellidos y Nombres: Eulogia Hospinal Rosa Luz

Fecha: 15/03/2026

Profesional: Ingeniera Civil

Grado Académico: Magister

Firma




Tercer experto

CARTA DE PRESENTACIÓN

Magíster: Dante Raúl Avilez Pérez.....

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: **ANDERSSON OSCAR HUAMACCTO TAYPE**, egresado del programa académico de INGENIERÍA CIVIL de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: **"DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026"** y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,



Firma

DNI: 70091297
Egresado

Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación

Nombres y Apellidos: Dante Paul Aviles Perez
N° DNI/CE: 43509213 Edad: 44
Teléfono celular: 946794310 Email: AvilesP.421@live.com

Título profesional:

Ingeniero Civil

Grado académico: Maestría: ☒

Doctorado: ☐

Especialidad: Suelos

Institución que labora: libre

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026.

Autor: Andersson Oscar Huamaccto Taype.

Programa académico: Ingeniería Civil.


Firma


Huella digital

FICHA DE VALIDACIÓN								
TÍTULO: "DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026".								
	Variable 1: Diseño del muro de contención	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
	Dimensiones:							
1	Levantamiento topográfico	✓		✓		✓		✓
2	Estudio mecánico de suelos	✓		✓		✓		✓
3	Estudio hidrológico	✓		✓		✓		✓
4	Diseño estructural de muro de contención	✓		✓		✓		✓
	Variable 2: Propuesta de mejora de la defensa Riberena							
	Dimensiones:	✓		✓		✓		
1	Protección contra erosión	✓		✓		✓		✓
2	Protección contra presión hidrostática	✓		✓		✓		✓
3	Encuestas y evaluación social	✓		✓		✓		✓

Recomendaciones:

Opinión de experto: ☒ Aplicable ☐ No aplicable después de modificar () No aplicable ()

Nombres y Apellidos de experto: Dr / Mg Donde Raúl Riviolo Pérez DNI 43.509.213



TITULO: "DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026".

Responsable:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIONES DE DATOS

La investigación fue realizada con el objetivo de proporcionar información necesaria sobre las características para el diseño de muro de contención de dicho anexo. Es por eso que se solicita rellenar la encuesta de veracidad

Para mejorar la validación se consideran los siguientes aspectos:

Nº	Rubro	1	2	3	4
1	La encuesta y ficha guardan relación con el tema de investigación				✓
2	Las preguntas de la ficha técnica han sido elaboradas de manera clara y concisa				✓
3	En la ficha técnica se hace uso de las palabras técnicas de acuerdo al tema de investigación				✓
4	Las preguntas de las fichas técnicas han sido elaboradas de acuerdo a los indicadores de su cuadro de variables de su investigación				✓
5	Las preguntas de la encuesta han sido elaboradas de manera general				✓
6	El formato de las fichas técnicas y de la encuesta son las adecuadas				✓

Apellidos y Nombres: Aviles Perez Dante

Fecha: 09/03/2026

Profesional: Ingeniero Civil

Grado Académico: Magister

Firma

DANTE PAUL AVILES PEREZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 220771

Anexo 07. Ficha técnica de los instrumentos

 DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026 (FICHA 1 – Identificación de zonas vulnerables a inundaciones)		LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO – ESTUDIO HIDROLÓGICO – SIMULACIÓN DE INUNDACIÓN										
Progresiva	Longitud (m)	Pendiente %			Caudal (m³/s)			Riesgo por desbordamiento			Descripción de la zona vulnerable	Panel fotográfico
		Baja < 5	Media 5-15	Alta > 15	Baja < 5	Media 5-20	Alta > 20	Baja	Media	Alta		
0+000 – 0+050												
0+050 – 0+100												
0+100 – 0+150												
0+150 – 0+200												


ROSAS VELÁSQUEZ JIM TERRY
INGENIERO CIVIL
CIP N° 3377


ROSA LEIZAOLA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 11194


DANTE PAUL ÁVILES PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP N° 70771



DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026

(FICHA 2 – Elaborar el diseño del muro de contención como defensa ribereña)

PROVINCIA /DISTRITO											INICIO UTM:	
LOCALIDAD												
DIMENSIONES	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, ESTUDIO MECÁNICO DE SUELOS, ESTUDIO HIDROLÓGICO, DISEÑO ESTRUCTURAL DEL MURO										FIN UTM:	
Progresiva	Altura total del muro promedio (m)	Profundidad de cimentación (m)	Ancho de corona (m)	Recubrimiento de muro (cm)	Recubrimiento de zapata (cm)	Capacidad portante del terreno (kg/cm ²)	Resistencia del concreto (kg/cm ²)	Dimensión de la zapata (m)	Dimensión de la punta (m) y talón (m)	Espeor de la zapata (m)	Factor de seguridad ante volteo y deslizamiento (Normal E-020)	Verificación
									Punta	Talón	FSv	FSd
0+000 – 0+050												
0+000 – 0+050												
0+050 – 0+100												
0+100 – 0+150												
0+150 – 0+200												
0+200 – 0+250												
0+250 – 0+300												
0+300 – 0+350												
0+350 – 0+400												
0+400 – 0+450												


DANTE PAUL ÁVILES PÉREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 220771


Rosalva Llanos
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 11147


ROJAS VELÁSQUEZ JIM TERRY
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 7317

	DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026 (FICHA 3 – Propuesta de mejora de la defensa ribereña)									
	Protección contra erosión, socavación y presión hidrostática									
	Indicadores									
	Socavamiento (m)		Sistema de drenaje a incorporar para la mejora			Eficiencia de lo recomendado				
Progresiva	Baja (0-1)	Media (1-2)	Alta (>2)	Filtros o llorones	Dren de evacuación (dren francés)	Mala	Buena			
0+000 – 0+050										
0+050 – 0+100										
0+100 – 0+150										
0+150 – 0+200										
0+200 – 0+250										
0+250 – 0+300										
0+300 – 0+350										
0+350 – 0+400										
0+400 – 0+450										


ROMÁN VELÁSQUEZ JIM TERRI
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 237


ROSA LIZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 11.447


DANTE PAUL AVILES PEREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 22071

		DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026	
Autor			
Asesor			
N°	Ítems de Consulta Comunal		
Pregunta 1	¿Considera Ud. que un muro de contención en el río Macro, sector Asociación Virgen de la Asunción, incidiría en la reducción de pérdidas humanas y terrenos agrícolas ?	SI	NO
Pregunta 2	¿Cree que la implementación de sistemas de drenaje (llorones y drenes) mejorará la seguridad del muro frente a la presión del agua?		
Pregunta 3	¿Está usted de acuerdo con la ejecución de la propuesta de mejora del muro de contención en su comunidad?		
Pregunta 4	¿Confía en que una obra de este tipo reducirá el riesgo de inundaciones en el futuro?		


 ROJAS VELÁSQUEZ JIM TERRY
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 22071


 Rosa Liz
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 11144


 DANTE PAUL AVILES PEREZ
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 22071

Panel fotográfico



Figura 38: Vista panorámica del río Macro en el sector de la Asociación Virgen de la Asunción en el distrito y provincia de Cangallo, Ayacucho.

Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 39: Vista panorámica del río Macro aguas abajo en el sector de la Asociación Virgen de la Asunción en el distrito y provincia de Cangallo, Ayacucho.

Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 40: Se observa la evaluación de río Macro en las progresivas 0+000 al 0+050
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 41: Se observa la evaluación de río Macro en las progresivas 0+100 al 0+150
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 42: Se observa la evaluación de río Macro en las progresivas 0+100 al 0+150
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 43: Se observa la evaluación de río Macro en las progresivas 0+200 al 0+250
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 44: Se observa la evaluación de río Macro en las progresivas 0+300 al 0+350
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 45: Se observa la evaluación de río Macro en las progresivas 0+350 al 0+400
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 46: Se observa el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 47: Se observa el levantamiento topográfico para realizar perfil longitudinal del río.
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 48: Se observa el levantamiento topográfico para realizar perfil longitudinal del río.
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 49: Se observa la realización de la calicata C-01, para la toma de muestras del suelo.
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 50: Se observa la realización del ensayo del estudio de suelo con la muestra obtenida.
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 51: Se observa la realización del ensayo del estudio de suelo con la muestra obtenida.
Fuente: Elaboración Propia 2026

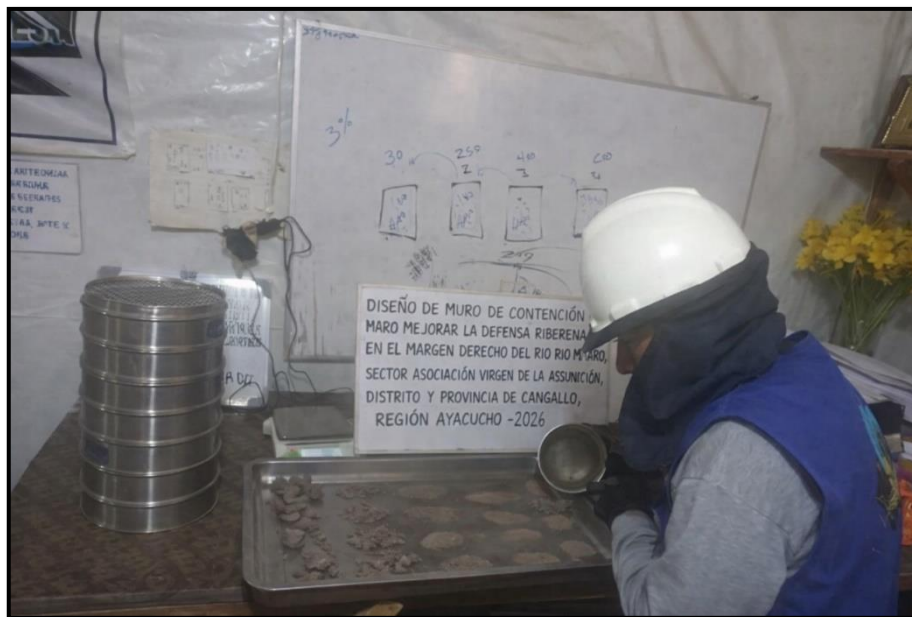


Figura 52: Se observa la realización del ensayo de granulometría del suelo.
Fuente: Elaboración Propia 2026



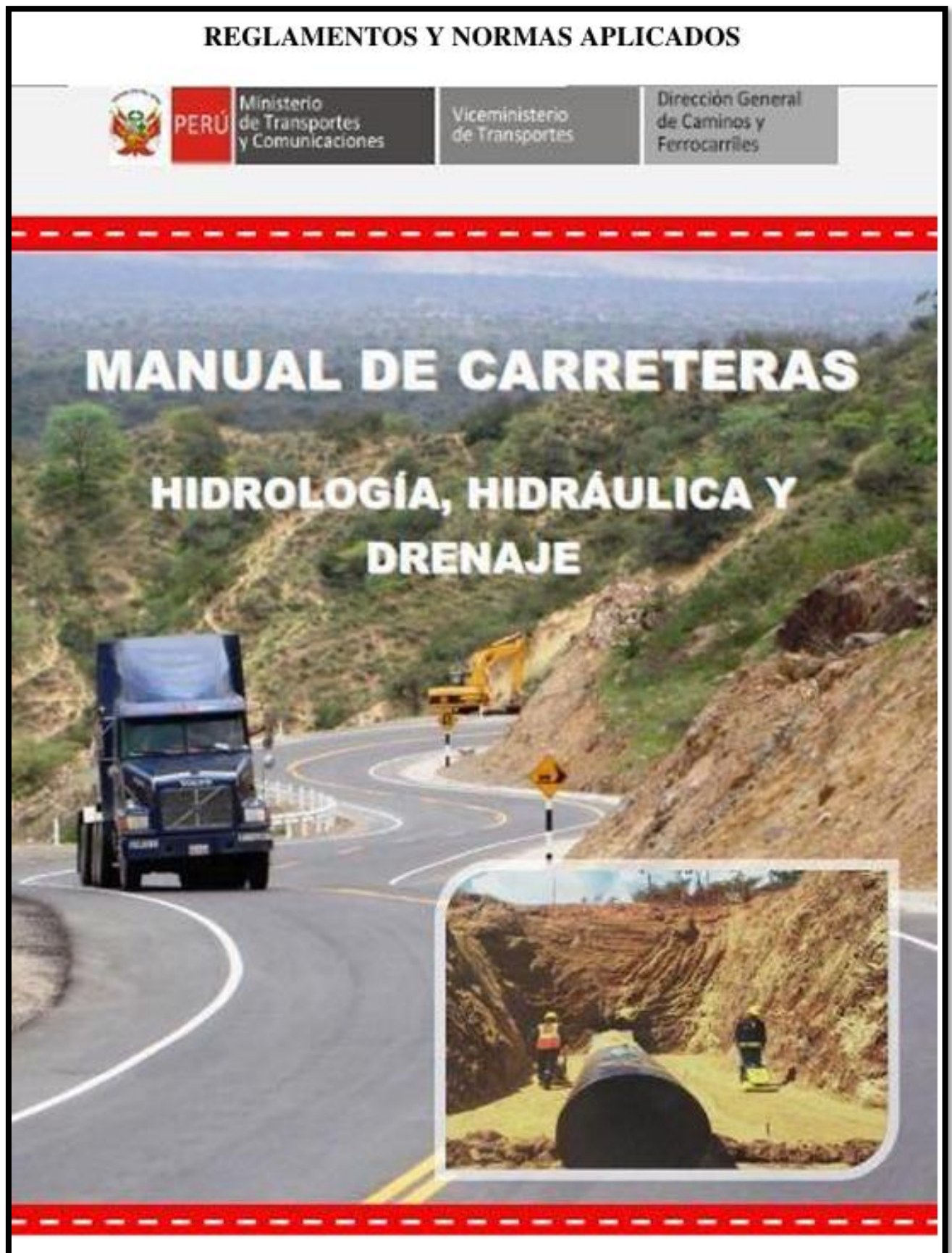
Figura 53: Se observa la realización del ensayo de granulometría del suelo.
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 54: Evidencia de la encuesta y percepción de satisfacción al poblador
Fuente: Elaboración Propia 2026



Figura 55: Evidencia de la encuesta y percepción de satisfacción al poblador
Fuente: Elaboración Propia 2026



S = pendiente media (m/m)

A = superficie de la cuenca (km^2)

Los resultados de estas fórmulas difieren alarmantemente. Cada una de ellas fue obtenida utilizando datos empíricos de determinados países o regiones. Por tanto deben manejarse con precaución.

Como ejemplo: Para una cuenca de 200 km^2 de superficie, pendiente media = 0,008 y longitud del cauce 25 km. se obtienen los siguientes valores del tiempo de concentración:

Kirpich: 305 minutos, Bransby: 564 minutos, Ministerio Fomento: 520 minutos

Método racional

Recibe este nombre la primera aproximación, la más sencilla, para evaluar el caudal que producirá una precipitación. (Mediante este método realizaremos los procesos 1 a 3 del esquema de la página 2).

Supongamos una precipitación constante de intensidad I (mm/hora) que cae homogéneamente sobre una cuenca de superficie A (km^2). Si toda el agua caída produjera escorrentía, el caudal generado sería:

$$Q (\text{m}^3/\text{hora}) = I (\text{mm}/\text{hora}) \cdot 10^{-3} \cdot A (\text{km}^2) \cdot 10^6 \quad (4)$$

(Con 10^{-3} convertimos mm./hora en metros/hora y con 10^6 pasamos km^2 a m^2 . Así el producto es m^3/hora)

Para que el caudal se obtenga en m^3/seg , dividimos por 3600 segundos que tiene una hora y la expresión (4) quedaría de este modo:

$$Q (\text{m}^3/\text{seg}) = I (\text{mm}/\text{hora}) \cdot A (\text{km}^2) / 3,6 \quad (5)$$

En este cálculo hemos supuesto que la intensidad I era intensidad de precipitación neta. Si I es precipitación real, solamente una parte generará escorrentía: debemos aplicar un coeficiente de escorrentía C , con lo que finalmente, la fórmula (5) resultaría:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \quad (6)$$

donde: Q = caudal (m^3/seg)

C = coeficiente de escorrentía (típicamente 0,1 a 0,7)

I = intensidad de precipitación (mm/hora)

A = superficie de la cuenca (km^2)

Muchos textos de hidrología ofrecen tablas de valores aproximados del coeficiente C para distintos usos del suelo (cultivos, bosques, terreno pavimentado, etc.).

En este método no consideramos el tiempo, no nos proporciona la forma del hidrograma: es un cálculo en régimen permanente y sólo calculamos el caudal constante que se obtendría como resultado de una precipitación constante.

Como lo hemos visto aquí, por su simplicidad, el método racional solamente puede servir para obtener una estimación del caudal en cuencas pequeñas y con precipitaciones cortas y homogéneas.

Para la aplicación real de este método de acuerdo con la normativa española, ver el Anexo I.

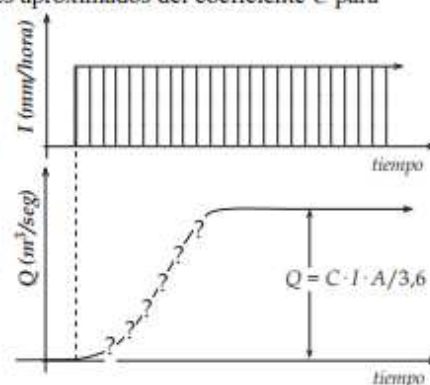
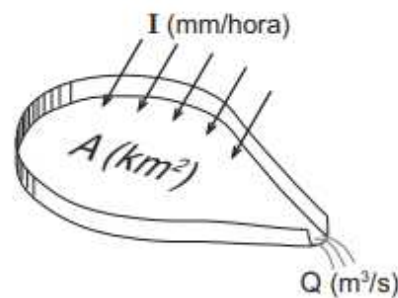


Fig. 2.- El método racional supone una intensidad de precipitación constante

Algunos procesos de cálculo que estudiamos a continuación mezclan algunas de las fases que acabamos de diferenciar. Por ejemplo, como indicamos más arriba, el *método Racional* engloba los pasos 1 y 3 (evalúa qué parte de la lluvia es neta y la convierte en caudal), o el método de Clark básicamente trabaja la fase 3, pero considerando la 5 (calcula el caudal teniendo en cuenta el tránsito del mismo a lo largo de la cuenca).

Cálculo de la Precipitación neta

Como se indica en el esquema anterior, en la fase 1 debemos separar qué parte de la precipitación total va a generar escorrentía directa. El resto de la precipitación se denominan *abstracciones* (en inglés, *loss*, pérdidas); esta parte, las abstracciones, puede haber quedado retenida sobre la vegetación (*intercepción*), retenida en depresiones superficiales, o bien se ha infiltrado en el suelo.

En muchos textos (concretamente en el modelo HMS, que comentamos al final de este tema), se refieren a esta etapa como de cálculo de las pérdidas (*Loss*).

El cálculo de la P neta puede abordarse a partir del estudio de la infiltración: medidas, ecuaciones y modelos que reflejan la capacidad de infiltración y su evolución con el tiempo.

Más sencilla es la evaluación del S.C.S., que, mediante tablas y ecuaciones sencillas, evalúa el porcentaje de precipitaciones que produce escorrentía directa, en función de los siguientes factores: (1) Tipo de suelo; distingue sólo 4 tipos. (2). Utilización de la tierra: pastizal, cultivo, bosque, urbanizado,...(3) Pendiente (4) Humedad previa del suelo, basada en las precipitaciones producidas durante los 5 días anteriores.

(Ver el documento "Cálculo de la Precipitación Neta con el método del S.C.S." en la sección "Prácticas Superficial").

Una modificación de esta metodología es la que utiliza la norma española 5.2-IC, que aplica el método racional incluyendo el cálculo de la precipitación neta (Anexo I).

Tiempo de concentración

El tiempo de concentración puede definirse como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de la superficie de la cuenca contribuyan **simultáneamente** al caudal recibido en la salida. Efectivamente, si el tiempo es un poco menor, cuando lleguen las gotas caídas en los puntos más alejados, la superficie próxima a la salida ya no está aportando escorrentía.

Para los diversos cálculos que veremos a continuación necesitaremos conocer el **tiempo de concentración** de la cuenca. Se han desarrollado numerosas fórmulas que proporcionan una aproximación de este parámetro. La más utilizada en España es la que se incluye en la **Instrucción de carreteras 5.2-IC** (Ministerio de Fomento, 2016):

$$t_c = 0,3 \cdot \frac{L^{0,76}}{S^{0,19}} \quad (1) \quad \text{donde:} \quad \begin{array}{l} t_c = \text{tiempo de concentración (horas)} \\ L = \text{longitud del cauce (km.)} \\ S = \text{pendiente media (m/m)} \end{array}$$

Otras expresiones del tiempo de concentración son las siguientes:

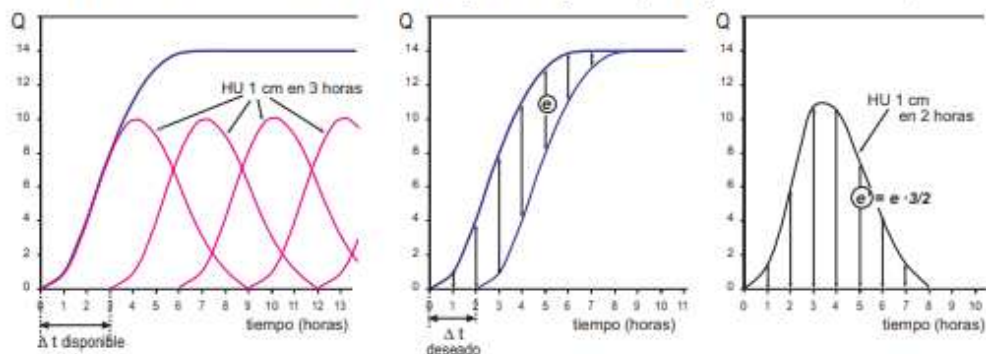
Kirpich (en Wanielista, 1997, modificada aquí a unidades métricas):

$$t_c = 3,98 \cdot \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,77} \quad (2) \quad \text{donde:} \quad \begin{array}{l} t_c = \text{tiempo de concentración (minutos)} \\ L = \text{longitud del cauce (km.)} \\ S = \text{pendiente media (m/m)} \end{array}$$

Bransby Williams (en Pilgrim y Cordery, 1993)

$$t_c = 14,6 \cdot L \cdot A^{-0,1} \cdot S^{0,2} \quad (3) \quad \text{donde:} \quad \begin{array}{l} t_c = \text{tiempo de concentración (minutos)} \\ L = \text{longitud del cauce (km.)} \end{array}$$

- 1º. Generamos el HS sumando varios HU desplazados 3 horas (Δt disponible).
- 2º. Representamos dos HS desplazados 2 horas (Δt deseado).
- 3º. La diferencia entre los dos HS la multiplicamos por $3/2$ (Δt disponible/ Δt deseado).



1º. Construir el Hidrograma en S

t (horas)	H.U.	H.U.	H.U.	H.U.	Hidr. S
0	0				0
1	1				1
2	4				4
3	8	0			8
4	10	1			11
5	9	4			13
6	6	8	0		14
7	3	10	1		14
8	1	9	4		14
9	0	6	8	0	14
10		3	10	1	14
11		1	9	4	14
12		0	6	8	14
13			3	10	14
14			1	9	14
15			0	6	14
16				3	14
17				1	14
18				0	14

2º. Restar dos hidrog-S desfasándolos dos horas

3º. Multiplicar por Δt tiempo original / Δt tiempo deseado

t (horas)	Hidr S	Hidr S	dif.	dif x3/2
0	0		0	0
1	1		1	1.5
2	4	0	4	6
3	8	1	7	10.5
4	11	4	7	10.5
5	13	8	5	7.5
6	14	11	3	4.5
7	14	13	1	1.5
8	14	14	0	0
9	14	14	0	0
10	14	14	0	0
11	14	14	0	0
12	14	14	0	0
13	14	14	0	0
14	14	14	0	0
15	14	14	0	0
16	14	14	0	0
17	14	14	0	0
18	14	14	0	0

Modelos

El proceso completo de calcular la escorrentía que producirá una precipitación determinada es mucho más complejo que los conceptos básicos esbozados aquí. Como se indicaba en la introducción, para afrontar este tipo de problemas en casos reales, hemos de acudir a modelos de ordenador. Básicamente, hay dos familias de modelos que hacen la tarea de calcular el hidrograma generado en una cuenca:

- a) *Modelos que simulan un suceso puntual*. HEC-HMS (del Hydrologic Engineering Center), y TR-55 (del NRCS)
- b) *Modelos de simulación continua*, como HPFS (elaborado por la EPA, Environmental Protection Agency). El modelo HEC-HMS puede aproximarse a la utilización como modelo continuo.

Los primeros necesitan datos de la precipitación, más las características físicas de las diversas subcuencas. Los segundos, además de necesitar la serie continua de precipitaciones, deben computar la evapotranspiración, fusión de la nieve, flujo subsuperficial en la zona no saturada, etc.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

**MANUAL:
CRITERIOS DE DISEÑOS DE OBRAS
HIDRAULICAS PARA LA FORMULACION DE
PROYECTOS HIDRAULICOS
MULTISECTORIALES Y DE AFIANZAMIENTO
HIDRICO**

**DIRECCION DE ESTUDIOS DE PROYECTOS HIDRAULICOS
MULTISECTORIALES**

Lima, Diciembre 2010

a. Caudales Máximos

Los cálculos para obtener los caudales máximos necesarios en las 59 sub cuencas comprometidas directamente con la carretera, se han desarrollado utilizando el método del Hidrograma Triangular, este método tiene como base fundamental los niveles de precipitación efectiva, previamente estimados mediante análisis estadísticos.

Cabe señalar que existen otros métodos para el cálculo de caudales, como el de Mack Matt, el Hec Hms, el de Fuller, el Método Racional, etc, sin embargo por el tipo de información pluviométrica que se tiene en el Perú, se adapta mejor al Hidrograma Triangular que al Hec Hms, método también aceptable pero que requiere para sus cálculos de información de lluvias provenientes de un pluviógrafo, que ninguna de nuestras estaciones meteorológicas tiene.

La precipitación efectiva, que determina el Hidrograma Triangular, es la lluvia que escurre libre de procesos de infiltración, porque previamente el suelo ha sido saturado con las primeras lluvias que han creado la escorrentía base subterránea, por lo tanto esa precipitación efectiva es el escurrimiento superficial neto que forma el verdadero caudal máximo, cuyo cálculo lo ejecuta el Hidrograma Triangular.

Mockus desarrolló un hidrógrama unitario sintético de forma triangular. De la geometría del hidrograma unitario, se escribe el gasto pico como:

$$q_p = \frac{0.555A}{t_b}$$

Donde:

A = Área de la cuenca en km²

t_b = Tiempo base en horas

q_p = Descarga pico en m³/s/mm.

Del análisis de varios hidrogramas, Mockus concluye que el tiempo base y el tiempo de pico t_p se relacionan mediante la expresión:

$$t_b = 2.67 t_p$$

A su vez, el tiempo de pico se expresa como:

$$t_p = \frac{t_c}{2} + t_r$$

Sin embargo para cuencas de más de 5.00 Km² de área el tiempo pico se calcula como:

$$t_p = \sqrt{t_c} + t_r$$

Donde: t_c es la duración en exceso y t_r el tiempo de retraso, el cual se estima mediante el tiempo de concentración t_c como:

$$t_r = 0.6 t_c$$

o bien con la ecuación:

$$t_r = 0.005 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.64}$$

Donde L es la longitud del cauce principal en m, S su pendiente en % y t_r el tiempo de retraso en horas

El caudal máximo se determina tomando en cuenta la precipitación efectiva P_e .

$$Q_{\max} = q_p \times P_e$$

P_e puede ser calculada tomando en cuenta los números de escurrimiento propuesto por el U.S. Soil Conservation Service.

$$P_e = \frac{\left[P - \frac{508}{N} + 5.08 \right]^2}{P + \frac{2032}{N} - 20.32}$$

Donde N es el número de escurrimiento, P_e y P están en cm.

Los números de curva han sido tabulados por el Soil Conservation Service con base en el tipo de suelo y el uso de la tierra. Se definen cuatro grupos de suelos:

Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.

Grupo B: Suelos pocos profundos depositados por el viento, marga arenosa.

Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla. 39



Sistema Nacional de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres

**Plan Nacional de
Protección Civil,
Prevención y Mitigación
de Desastres**



Con el auspicio de:



Marzo, 2012

CUADRO 1.1.: CALIFICACIÓN DE PELIGROS

	Características	Ejemplos	Restricciones y Recomendaciones
PELIGRO MUY ALTO	a) Amenaza Alta: las fuerzas naturales son tan grandes que ninguna construcción puede resistir el impacto. b) Pérdidas llegan al 100% c) Costo de prevención demasiado alto.	Sectores amenazados por ❖ Alud-avalanchas ❖ Huaicos ❖ Flujos Piroclásticos o Lava ❖ Deslizamientos ❖ Inundaciones a gran velocidad, gran Fuerza hidrodinámica y poder erosivo ❖ Tsunamis: vértices de bahías en forma de V o U ❖ Licuación generalizada o suelos colapsables	Prohibido su uso con fines urbanos Uso recomendable: Reservas ecológicas, recreación abierta, cultivo de plantas de ciclo corto.
PELIGRO ALTO	a) Amenaza Alta pero se pueden tomar medidas efectivas b) Pérdidas max. 50 % c) Costo de Prevención aceptables con técnicas y materiales adecuados	❖ Franjas contiguas de sectores altamente peligrosos, amenaza se reduce notoriamente pero peligro todavía es alto ❖ Sectores donde se esperan: ❖ Altas aceleraciones sísmicas ❖ Inundaciones a baja velocidad y que permanecen bajo agua por varios días ❖ Ocurrencia parcial de licuación y suelos expansivos	Se permite su uso urbano después de estudios detallados para fijar los límites con el sector anterior. Recomendable para usos urbanos de baja densidad.
PELIGRO MEDIO	a) Amenaza natural Moderada b) Pérdidas menores c) Costos de Prevención aceptables	❖ Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas ❖ Inundaciones muy esporádicas con bajo tirante y velocidad.	Adecuado para usos urbanos. Investigaciones geotécnicas normales.
PELIGRO BAJO	a) Baja probabilidad de fenómenos naturales intensos o de falla gradual del suelo. b) Baja amplificación sísmica de los suelos c) Costos de prevención mínimos.	❖ Terrenos planos o con poca pendiente, roca o suelo compacto y seco con alta capacidad portante ❖ Terreno alto no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznales, No amenazados por actividad volcánica o tsunamis	Ideal para Uso Urbano Usos Recomendables: ❖ Alta Densidad y de ❖ Equipamiento especializado como - Hospitales - Centros Educativos - Bomberos

Fuente: Ing. Julio Kuroiwa / Reducción de Desastres- Viviendo en armonía con la naturaleza.

7. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DE LOS PELIGROS NATURALES

La propuesta está conformada por un conjunto de proyectos o acciones a tomar, cuyo propósito es reducir el impacto de los peligros naturales en el ámbito de estudio, evitando que se mantengan las situaciones negativas ante un evento peligroso.

Las Medidas de Mitigación deben ser entendidas como una inversión humanamente necesaria y económicamente favorable ; las mismas que deben ser incorporadas a los procesos de la Planificación Urbana.

Las medidas de mitigación planteadas se clasifican en: estructurales y no estructurales, de acuerdo al esquema siguiente:



7.1. OBJETIVO

Hacer propuestas que comprendan obras y acciones identificadas en cada uno de los sectores, para disminuir el efecto de los peligros en las zonas críticas. Estas propuestas deberán servir como instrumento orientador de la gestión de las autoridades.

7.2. ALCANCE

Las medidas de mitigación tiene como ámbito de aplicación el delta del río Camaná, comprendiendo en el litoral desde Pucchún hasta el balneario Las Cuevas.

7.3. FUNDAMENTACIÓN

El costo que implica la realización de las medidas de mitigación de los efectos producidos por fenómenos naturales, es altamente rentable, pues coadyuva al desarrollo sostenido al evitarse pérdidas que perjudiquen la economía local.

7.4. ACCIONES DE MITIGACIÓN

Las acciones de intervención propuestas se clasifican en Medidas Estructurales y Medidas No Estructurales.

7.4.1. MEDIDAS ESTRUCTURALES

Las medidas estructurales están referidas a la reducción de los efectos de los peligros naturales en las instalaciones existentes. Estas comprenden:

ACTUALIZADO

Reglamento Nacional de Edificaciones 2022

GENERALIDADES

- G.010 Consideraciones básicas
- G.020 Principios generales
- G.030 Derechos y responsabilidades
- G.040 Definiciones
- G.050 Seguridad durante la construcción

HABILITACIONES URBANAS

- II.1. TIPOS DE HABILITACIONES
- II.2. COMPONENTES ESTRUCTURALES
- II.3. OBRAS DE SANEAMIENTO
- II.4. OBRAS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA Y COMUNICACIONES

EDIFICACIONES

- III.1. ARQUITECTURA
- III.2. ESTRUCTURAS
- III.3. INSTALACIONES SANITARIAS
- III.4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS

NORMA TH.050

HABILITACIONES EN RIBERAS Y LADERAS

CAPITULO I GENERALIDADES

Artículo 1.- Son Habilitaciones en Riberas aquellas que se realizan en terrenos colindantes a las franjas reservadas de los ríos, playas o lagos, las cuáles se regirán por las normas técnicas correspondientes a la naturaleza de la habilitación urbana a realizarse, las disposiciones contenidas en la presente norma técnica y a las normas emitidas por los organismos competentes.

Artículo 2.- Son Habilitaciones en Laderas aquellas que se realizan en terrenos con pendientes mayores a 20% de pendiente, las cuáles se regirán por las normas técnicas correspondientes a la naturaleza de la habilitación urbana a realizarse y las disposiciones contenidas en la presente norma técnica.

CAPITULO II HABILITACIONES EN RIBERAS

Artículo 3.- El Ministerio de Agricultura, a través de sus órganos competentes establece los límites de la faja ribereña a ser respetada como área de uso público.

Artículo 4.- Las áreas ribereñas deberán tener vías de acceso público a una distancia no mayor de 300 metros entre ellos.

Artículo 5.- De acuerdo a las características de las obras existirán 4 tipos diferentes de habilitación, de acuerdo a lo consignado en el siguiente cuadro:

TIPO	CALZADAS (PISTAS)	ACERAS (VEREDAS)	AGUA POTABLE	DESAGUE	ENERGIA ELECTRICA	TELEFONO
A	CONCRETO	CONCRETO SIMPLE	CONEXIÓN DOMICILIARIA	CONEXIÓN DOMICILIARIA	PUBLICA Y DOMICILIARIA	PUBLICO DOMICILIARIO
B	ASFALTO	CONCRETO SIMPLE	CONEXIÓN DOMICILIARIA	CONEXIÓN DOMICILIARIA	PUBLICA Y DOMICILIARIA	PUBLICO DOMICILIARIO
C	ASFALTO	ASFALTO CON SARDINEL	CONEXIÓN DOMICILIARIA	CONEXIÓN DOMICILIARIA	PUBLICA Y DOMICILIARIA	PUBLICO
D	SUELO ESTABILIZADO	SUELO ESTABILIZADO CON SARDINEL	CONEXIÓN DOMICILIARIA	CONEXIÓN DOMICILIARIA	PUBLICA Y DOMICILIARIA	PUBLICO

Artículo 6.- Debe ejecutarse una red de desagüe general para la habilitación urbana, que se integre con las redes públicas existentes.

Podrán desarrollarse soluciones locales de abastecimiento de agua para consumo humano, mediante la captación de aguas subterráneas. Si no existiera una red pública

Estudios realizados y cálculos para diseño del muro de contención

Levantamiento topográfico

ESTUDIOS BÁSICOS – INFORME TOPOGRÁFICO DE:
"DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026"

ESTUDIOS BÁSICOS LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

1. GENERALIDADES

En el presente trabajo de topografía tiene como designio obtener al detalle, información del relieve del suelo, accidentes físicos (curso de ríos, quebradas, montículos, etc.) mediante mediciones lineales y angulares; los cálculos y ploteo en gabinete, para obtener los planos topográficos respectivos, para el diseño de las obras de ingeniería.

2. OBJETIVO

El presente estudio topográfico del proyecto **"DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026"**.

- Levantamiento topográfico de la zona de afectación, para fines del trazo de la defensa ribereña.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el desarrollo del levantamiento topográfico se utilizó diferentes equipos de última generación, entre estos fueron usados Estación Total, GPS, Radios de Comunicación, laptop, etc.

El método empleado para la elaboración del presente levantamiento topográfico fue el más adecuado, la que se ajusta a las normas requeridas para la obtención de los datos en campo, y así como son las correcciones de cierres, ya sean en poligonales cerradas, triangulaciones, cuadriláteros, nivelaciones, radiaciones, etc.

El posicionamiento de los puntos de apoyo para los trabajos topográficos se realizó con un sistema de posicionamiento GPS, considerando para iniciar los trabajos una base relativa con sus respectivas coordenadas planimetrías y altimétricas de la red universal.

- Datum de Referencia : WGS 84 (World Geodetic System Peru)
- Proyección Cartográfica : UTM - Universal Transversal Mercator

Por lo tanto, se ha utilizado un sistema de coordenadas a partir de una base inicial, conformada por las estaciones debidamente marcadas y pintadas BM0, BM1, BM2; BM3, las cuales fueron calculadas directamente con el GPS, y a partir de esta

ESTUDIOS BÁSICOS – INFORME TOPOGRÁFICO DE:
"DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN
DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA
DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026"

base se obtuvieron el resto de estaciones y puntos topográficos por medio de diferentes métodos ya sean triangulaciones, poligonales cerradas, poligonales abiertas y radiaciones topográficas.

TABLA DE PUNTOS DE BMs				
PUNTO	DESCRIPCION	NORTE	ESTE	ELEVACION
1	BM1	8493571.113	592232.479	2511.06
2	BM2	8493311.698	592067.479	2511.32
3	BM3	8493072.683	592046.019	2510.11

Para el desarrollo del levantamiento topográfico se procedió a utilizar la Estación Total SOKKIA CX-105, que posee un distanció metro con alcance de hasta 3500 metros y una precisión angular de $\pm 2''$, para lo cual se acopló con el uso de varios prismas, que son receptores láser emitido por la estación total para las lecturas y mediciones correspondientes; la estación total realiza un proceso de cálculo interno tomando como base los principios básicos de topografía, es decir la orientación del punto considerando los ángulos horizontal y vertical, la distancia inclinada y horizontal para luego arrojar valores de coordenadas XYZ por cada punto o lectura efectuada.

4. LOCALIZACION

El proyecto se encuentra ubicado en:

Distrito : Cangallo
 Provincia : Cangallo
 Región : Ayacucho

En el plano de código U-01 adjuntado en el anexo de planos, presenta la ubicación de la zona de estudio, tanto departamentalmente, como así también provincial y distrital.

La zona de estudio se encuentra sobre las alturas que fluctúan entre los 3220 m.s.n.m. ha 3205 m.s.n.m. Se encuentra enmarcado dentro de las siguientes coordenadas UTM:

EXTREMO KM	COORDENADA UTM ESTE	COORDENADA UTM NORTE	COTA m.s.n.m.
0+000	592188.194	8493538.085	2511.950
4+000	592059.177	8493117.260	2510.221

Tabla N°1: Coordenadas y Cota de los puntos extremos del proyecto.

**ESTUDIOS BÁSICOS – INFORME TOPOGRÁFICO DE:
"DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN
DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA
DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026"**

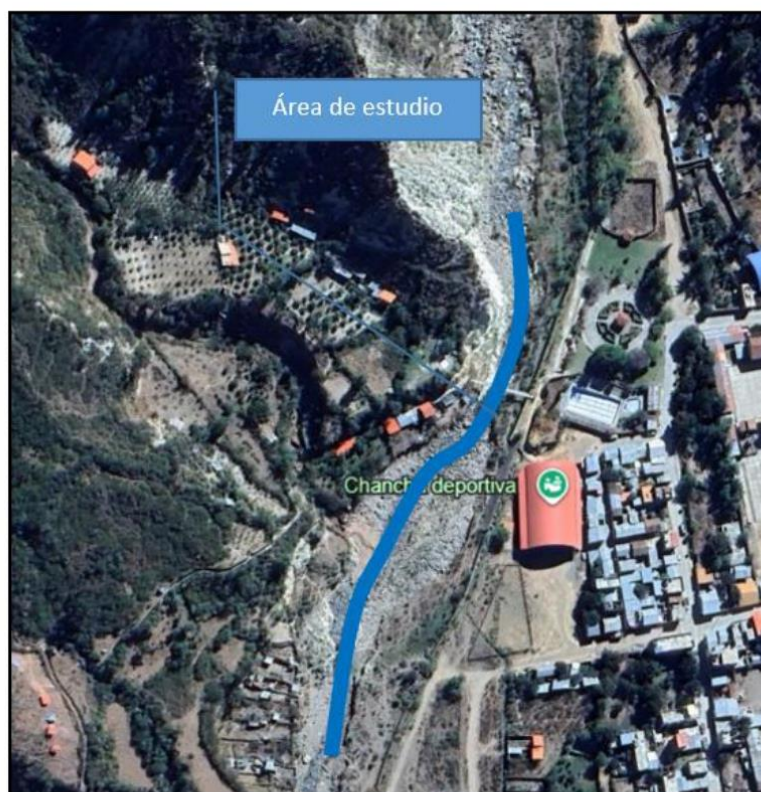


Fig. N° 1.- Vista panorámica en planta del trazo del proyecto

6.2. EQUIPO TOPOGRAFICO

A) ESTACIÓN TOTAL.-

El equipo empleado en el levantamiento topográfico se realizó con el equipo denominado Estación Total Marca SOKKIA CX-105, Medición de ángulos con precisión, que es propiedad del encargado para el levantamiento de Campo.

ESTACIÓN TOTAL MARCA SOKKIA CX-105

CARACTERISTICAS TÉCNICAS

TELESCOPIO

Longitud	: 150 mm.
Diámetro del Objetivo	: 55 mm.
Aumento Óptico	: 32X.
Imagen	: Directa.
Distancia Mín. de Enfoque	: 1.30 m.
Plomada	: Laser.

MEDICION DE DISTANCIAS

Con un prisma	: 3,500 mts.
Con tres prismas	: 3,000 mts.

EXACTITUD

Precisión	: 2".
-----------	-------

TIEMPO DE MEDICIÓN

Medición Fina 1mm	: 1.2 seg. (Inicial 4 seg.)
Medición Gruesa	: 0.7 seg. (Inicial 4 seg.)

PANTALLA

Doble Pantalla, Teclado Alfanumérico con 24 Teclas.
Pantalla Matriz de Punto LCD (160x24 puntos)



ESTUDIOS BÁSICOS – INFORME TOPOGRÁFICO DE:
"DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN
DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA
DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026"

OTROS

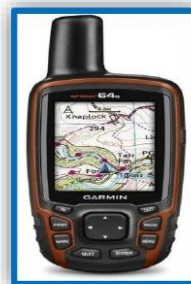
Memoria de Almacenamiento : 10,000 coordenadas.
Compensador de un solo eje, Plomada Laser.

ACCESORIOS INCLUIDOS

Un trípode pesado, Dos baterías Topcon, Tres bastón Telescópico. Tres prismas con Portaprismas, Un cargador de Batería, Juego de herramientas de Ajuste, Cable de Transferencia USB y Estuche de transporte.

B) GPS NAVEGADOR.-

Los puntos de control geodésico se establecieron haciendo uso de una navegador GPS marca **Garmin 64S**, receptor de alta sensibilidad, receptor de 20 canales con una precisión de 3 mts. Aprox., con altímetro barométrico (altitud exacta) y brújula electrónica.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

FÍSICO & DESEMPEÑO:

Dimensiones, Alto x Ancho x Profundo: 2.7" x 6.2" x 1.3" (6.1 x 16,0 x 3.6 cm)

Medidas de Pantalla, Ancho x Alto: 1.4" x 2.1" (3.6 x 5.5 cm)

Resolución de Pantalla: 160 x 240 pixeles : 160 x 240 pixeles.

Tipo de pantalla: tft : 256 color transfective TFT

Peso : 7.7 oz (218 g) con baterías

Batería : 2 baterías AA (no incluidas)

Duración de Batería : 18 horas (uso normal)

Aprueba de Agua : Sí.

Flotabilidad : Sí.

Interface : USB y serial

Waypoints/favoritos/locaciones : 5000

Rutas : 200

Seguimiento de rutas (Track log) : 10,000 puntos; 200 tracks guardados

ACCESORIOS INCLUIDOS

**ESTUDIOS BÁSICOS – INFORME TOPOGRÁFICO DE:
"DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN
DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA
DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026"**

GPS GARMIN 64S, 1GB microSD Card, Cable USB cable, Software: "MapSource Trip & Waypoint Manager" y muñequera.

D) UNA CÁMARA FOTOGRÁFICA DIGITAL.-

Con el objetivo de proporcionar imágenes que faciliten una mejor idea del entorno de trabajo del proyecto se ha empleado un cámara fotográfica marca Canon.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Imagen: Directa
Resolución de pantalla: 13.2 Mega
Píxeles.
Aumentos: 40X



6. TRABAJOS DE CAMPO

7.1. RECONOCIMIENTO DE ÁREA DE TRABAJO

En primer lugar, se estudió la zona del trabajo para organizar adecuadamente todo el levantamiento topográfico que se ha de realizarse en el tiempo acordado, confeccionando un plan de trabajo que al final de las diferentes fases dará como resultado el conjunto de los datos de campo imprescindibles para disponer de los valores numéricos necesarios para la confección de cualquier diseño de planos involucrados con la forma del relieve del terreno.

Una vez analizada la zona, se procedió a organizar la brigada de topografía para el levantamiento topográfico, la toma de gradiente, selección de BM's, etc.

En esta fase de reconocimiento del terreno las diferentes brigadas se organizaron para poder realizar en forma responsable sus diferentes tareas que han de realizar; entre estas se procedió a efectuar diferentes croquis y anotaciones en las libretas de campo concernientes al tipo de trabajo a realizarse. Es así que se llegó a determinar las ubicaciones adecuadas del trazo de la defensa ribereña.

La zona de ubicación del levantamiento del canal se ubica en el cuadrante 18S según el Google Earth las coordenadas de ubicación del trazo del eje del proyecto son las siguientes: Norte 8673830.5077 y Este 471074.2313 en el inicio y Norte 8670668.4846 y Este 472720.7842 al final.

7.2. RED DE CONTROL ALTIMETRICO

Para el apoyo altimétrico del levantamiento se ha partido del BM-0 inicial ubicado en la Prog 0+000, en la margen izquierda aproxima al eje del río Mantaro, cuyo valor es de 3208.22 msnm, obtenido mediante lectora de GPS de alta Precisión.

A partir del BM-0 inicial de cota conocida, se dio cotas a BM'S, monumentados en hitos con referencias pintados de color rojo. Los valores (altitud) de cada BM nivelado se ha obtenido con las lecturas de la estación total. Esto se efectuó para todo el levantamiento topográfico.

Para todo el levantamiento topográfico se ha monumentado BM's cada 1000 metros, pintado en roca sólida; cada uno pintado de color rojo con su nomenclatura. El valor del BM se ha obtenido, mediante lectura con Estación Total, con el valor conocido del BM inicial

7.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO PLANIMETRICO

Realizado el reconocimiento, pintado y posicionamiento de puntos de control básico con apoyo de equipos, la planimetría sólo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (vista en planta) que se supone que es la superficie media de la tierra; esta proyección se denomina base productiva y es la que se considera cuando se miden distancias horizontales y ángulos horizontales. Aquí no interesan las diferencias relativas de las elevaciones entre los diferentes puntos del terreno. La ubicación de los diferentes puntos sobre la superficie de la tierra se hace mediante la medición de ángulos y distancias a partir de puntos y líneas de referencia proyectadas sobre un plano horizontal. El conjunto de líneas que unen los puntos observados se denomina Poligonal Base y es la que conforma la red fundamental o esqueleto del levantamiento, a partir de la cual se referencia la posición de todos los detalles o accidentes naturales y/o artificiales de interés. Como resultado de los trabajos de planimetría se obtiene un esquema horizontal.

Para el control planimétrico de los vértices del levantamiento topográfico de los canales de riego se ha obtenido un cuadrilátero que es la unión de varias triangulaciones con lecturas de distancias y ángulos con estación total.

Para el relleno topográfico taquimétrico se ha tomado como apoyo planimétrico el cuadrilátero establecido por los BM's o puntos de control y desde cada uno de sus vértices se obtuvo puntos de estación secundarios, para el levantamiento topográfico del relieve del terreno, Pase vehicular, canales existentes, vías de acceso, obras de arte.

A través de este levantamiento topográfico podremos obtener distintos perfiles longitudinales y secciones transversales que nos permitirán realizar los diseños respectivos para las distintas obras que son requeridas para el desarrollo del estudio.

7. TRABAJOS DE GABINETE

Con los datos obtenidos en campo se procedió a realizar los cálculos respectivos en gabinete.

Taquimetría: Los datos de campo obtenidos mediante estación total, fueron transferidos al ordenador, para su procesamiento (Excel), con el cual se pudo obtener los puntos medidos en el software Civil CAD versión 2017 para luego a través del manejo apropiado obtener los planos respectivos de planta y perfil del trazo, a las escalas indicadas, con curvas de nivel a cada metro y complementando el dibujo con datos adicionales como cuadro de coordenadas, cuadro de área y volumen, la leyenda respectiva y otros para su fácil entendimiento.

En el desarrollo de las actividades de gabinete se contó con técnicos especializados en procesamiento de datos y diseño asistido por computadora, de manera general los trabajos comprendieron lo siguiente:

- Post-procesamiento de los trabajos topográficos en el software Autocad, Civil Cad. Autocad Civil 3d.
- Descripción de Estaciones.
- Elaboración de cuadros y gráficos.
- Elaboración y revisión de los planos.
- Elaboración y revisión del informe final.

Los equipos empleados para el desarrollo de esta fase de gabinete se tienen:

- Una Computadora Corel Quad 1600 MHz, 2Gb RAM, 500 Gb DDH, para procesamiento y post-procesamiento de datos topográficos.
- Un software para la recolección, procesamiento y post-procesamiento de datos, Autodesk Civil CAD versión 2016.
- Un plotter HP Designjet 110 Plus, para la impresión de los resultados topográficos, en multiformatos.
- Una impresora láser Jet, marca HP, en formato A4, para la impresión de los informes textuales.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La topografía se ha desarrollado entre altitudes de 2510 y 2511 metros sobre el nivel del mar.
 - El desarrollo de la agricultura es sobre terrenos en ladera para algunos casos y llano en otros.
- 

ESTUDIOS BÁSICOS – INFORME TOPOGRÁFICO DE:
"DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN
DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA
DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026"



- Los pobladores de la zona en estudio muestran aceptación a la ejecución del proyecto.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer el trabajo en fechas donde no se presenten lluvias
- Se recomienda hacer la des colmatación en algunos tramos del proyecto



Estudio hidrológico

Tabla 23: Precipitación total mensual (mm)

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)												
AÑOS	MESES											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1980	40.8	8.2	0	0	0	53.4	49.2	62.2	199.4	155.9	.	165.6
1981	5.5	4.6	7.3	0	4.1	3.1	29	43.5	63.8	158.5	92.1	209.2
1982	19.8	0	0	0	15	28.2	25.8	97.9	89.3	271.9	245	83
1983	38.7	0.01	0	0	0	50.2	24	34.2	167.8	378.2	188.8	108.8
1984	44	6.3	26	0	66.6	4	32.5	10.4	80.5	162.1	188.4	134.1
1985	37	8	0	0	0	79	26	7.3	93.7	335.5	282.3	150
1986	0	12.5	0	0	10	115.2	0	39	46	10	290.2	53.4
1987	12	0	0	20.7	0	0	49.5	82	112	147.4	87.4	36
1988	0.4	0	0	0	8.3	24.7	91	37.8	63	144	161	124
1989	22	3	0	0	0	25	16.2	45	39.2	93.5	119.6	104
1990	0	0	0	16	3	12	84.5	30.5	57.2	215.6	352	68.8
1991	27	0	13	10	94.8	59.2	78	130	114	169.2	202.2	64
1992	47.2	0	0	0	0	0	-519.4	-2326.4	0	125	-772.5	-3096.9
1993	-3096.9	-2797.2	-3096.9	-2997	-3096.9	-2997	-3096.9	-3096.9	-2997	-3096.9	-2997	-3096.9
1994	-3096.9	-2897.1	-3096.9	-2997	-3096.9	-2997	-3096.9	-3096.9	-2997	-3096.9	-2997	-3096.9
1995	-3096.9	-2797.2	-3096.9	-2997	-3096.9	-2997	-3096.9	-3096.9	-2997	-3096.9	-2997	-3096.9
1996	-3096.9	-2797.2	-3096.9	-2997	-3096.9	-3096.9	-3096.9	-2397.6	190	194	38.9	5.8
1997	.	.	23	0	16.9	6.6	72	60.4	70.9	255.6	106.1	189.9
1998	13	10.7	0	0	0	15	0	6.2	249	237.2	273	85.1
1999	88.9	104	11.6	12.4	40.9	41.5	164.3	5.8	78.2	153.1	49.9	4
2000	17.4	55.1	59.2	0	20.2	27.3	108.8	217.8	164.4	112	173.4	89.8
2001	85	0	47	0	0	9	69.2	4.2	17.4	62.4	109	36.9
2002	9.4	3.6	0	19.8	56.6	4.6	27.8	18.6	59.3	215.8	161.5	83.8
2003	69.6	13	10.4	11.6	27.2	55.2	63.8	166.4	175.6	275.9	95.6	106.9
2004	15.4	0	0	0	3	0	55.2	78.3	113	155.6	127.4	163.6
2005	6.4	8	0	3.81	4.8	29.01	57.9	93.2	104.6	174.5	209.9	87.4
2006	26.8	2.3	0	0	19.6	40.6	27.2	51.9	87.2	130	230.5	72.7
2007	34.9	10.9	0	11.3	33.5	67.9	60.9	55.2	71.9	108.6	58.7	114.9
2008	13.4	0	12.3	0	0	10.7	23.7	43.9	61.5	81.3	77.5	21.9
2009	16.8	0.2	0	6.8	2.6	69	0.6	59.8	42.5	88.2	118.5	54
2010	0.2	18.7	0	0	1.2	26	34.9	68.3	62.9	140.4	82.6	41.8
2011	0	16.7	2.4	0	25	31.5	16.9	41.9	55.7	162.6	219.6	131.6
2012	34.2	1	11.9	43.1	19.3	22.7	68.9	32.5	111.1	112.5	170.8	115.5

2013	22.8	0	0	7.5	-592.4	-2392.5	35.4	50.2	161.5	88.2	182.9	86.7
2014	43.9	4.2	23.9	0	-185.4	27.3	36.4	53.1	150.6	133.1	99.2	131.7
2015	13.2	28.7	0	3.4	18.9	55.6	37.2	45.8	173.4	233.6	125.5	154.3
2016	36.5	2.3	11.1	0	32.4	20.5	52.8	99.9	142	101.4	121.7	135.1
2017	26.6	0.5	2.5	11.6	12.8	14.4	35.4	88.9	167.6	193.9	160.5	89
2018	6.7	5.5	7.1	2.1	0	8.3	33.6	62.8	132.2	117.6	194.56	110.6
2019	21.3	3.5	2	22.8	2.1	5.1	51.1	131.8	140.2	216.3	186.6	83
2020	9.2	20.6	0	0	32.8	9.2	34.1	45.1	136	280.4	279.4	188.7
2021	18.4	7.4	8.1	0	0	43.6	47	39.1	113.8	172.7	344.4	97.6
2022	46.6	0	5.4	2.3	3.8	35	37.7	93.5	242.4	147.9	170.8	96.7
2023	0	20.3	14.8	2.7	39.2	13.1	32.5	63.4	172.8	231.2	103.3	152.3
P. MAX.	88.9	104.0	59.2	43.1	94.8	115.2	164.3	217.8	249.0	378.2	352.0	209.2
P. MIN.	-3096.9	-2897.1	-3096.9	-2997.0	-3096.9	-3096.9	-3096.9	-3096.9	-2997.0	-3096.9	-2997.0	-3096.9
P. PROM.	-265.5	-253.7	-274.7	-267.7	-285.2	-303.1	-252.6	-264.0	-100.4	-53.4	-76.3	-189.9

Tabla 24: *Precipitación máxima 24 horas*

PRICIPITACION MAXIMA 24 HORAS		
Nº	AÑO	Pmax (mm)
1	1980	18.30
2	1981	15.20
3	1982	19.14
4	1983	18.20
5	1984	18.10
6	1985	20.50
7	1986	18.80
8	1987	17.50
9	1988	19.70
10	1989	20.50
11	1990	17.10
12	1991	14.10
13	1992	19.10
14	1993	21.00
15	1994	21.20
16	1995	32.80
17	1996	33.70
18	1997	25.30
19	1998	27.10
20	1999	23.80
21	2000	30.30
22	2001	27.20
23	2002	20.50
24	2003	17.20
25	2004	25.90
26	2005	22.10
27	2006	32.60
28	2007	22.20
29	2008	19.80
30	2009	19.00
31	2010	24.40
32	2011	29.20
33	2012	47.40
34	2013	40.80
35	2014	28.50

36	2015	29.10
37	2016	30.70
38	2017	37.20
39	2018	32.00
40	2019	28.50
41	2020	28.10
42	2021	29.70
43	2022	22.10
44	2023	23.30

Figura 56: Histograma

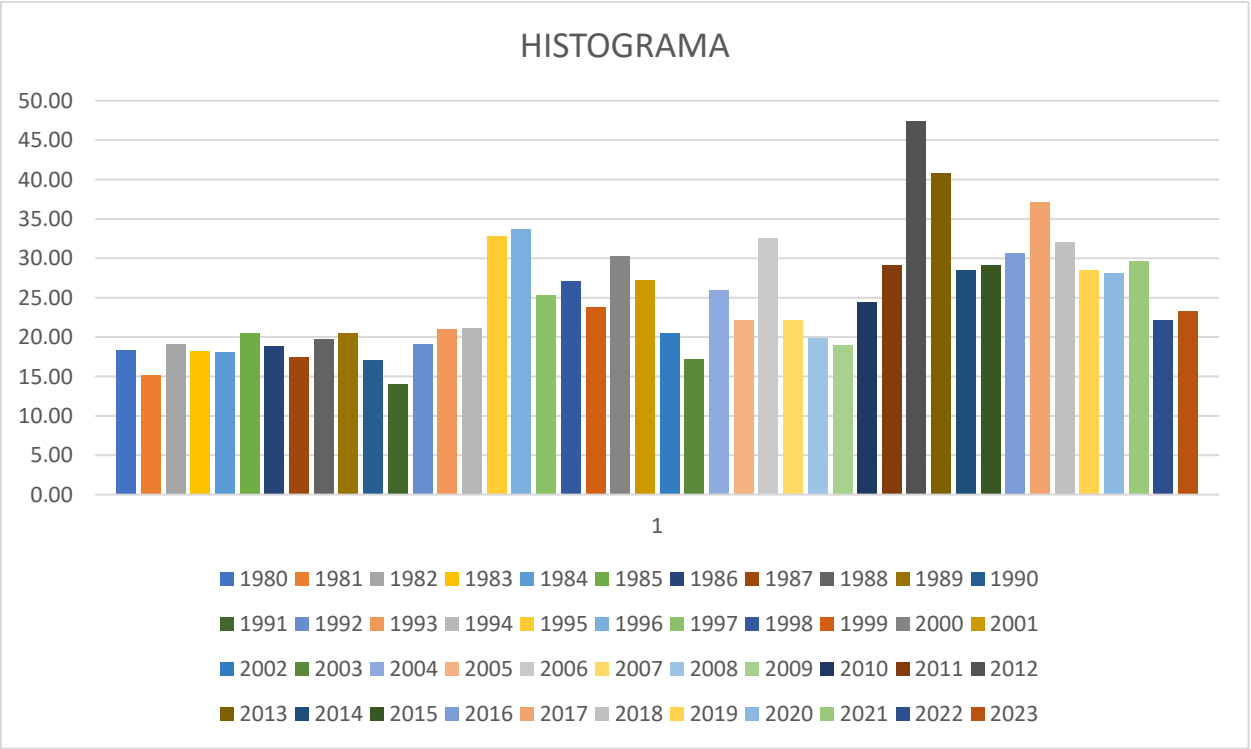


Tabla 25: *Datos dudosos*

PRICIPITACION MAXIMA 24 HORAS			
Nº	AÑO	PP 24hr	PP (Log 24hr)
1	2003	17.2	1.24
2	2004	25.9	1.41
3	2005	22.1	1.34
4	2006	32.6	1.51
5	2007	22.2	1.35
6	2008	19.8	1.30
7	2009	19	1.28

8	2010	24.4	1.39
9	2011	29.2	1.47
10	2012	47.4	1.68
11	2013	40.8	1.61
12	2014	28.5	1.45
13	2015	29.1	1.46
14	2016	30.7	1.49
15	2017	37.2	1.57
16	2018	32	1.51
17	2019	28.5	1.45
18	2020	28.1	1.45
19	2021	29.7	1.47
20	2022	22.1	1.34
21	2023	23.3	1.37

PARAMETROS ESTADISTICOS		PP 24hr	PP (Log 24hr)
Numero de datos (N)		21	21
Sumatoria		589.8	30.14
Valor Maximo		47.4	1.68
Valor Minimo		17.2	1.24
Media		28.681	1.4415
Varianza		58.7016	0.0158
Desviacion Estandar		7.6617	0.1255
Coeficiente Variacion		0.2671	0.0871
Coeficiente de Sesgo		0.2201	-0.8302
Coeficiente de Curtosis		4.2573	4.7064

N= 21
Kn= 2.41
Kn: Valor recomendado varia según el valor de n (Significancia 10%)

Umbral de datos dudosos altos (Xh: unidad logaritmica)

$$x_H = \tilde{x} + K_n * s$$

$$X_h = 1.74$$

Precipitacion maxima aceptada

$$P_{pmax} = 10^{(X_h)}$$

$$P_{pmax} = 55.46$$

NO EXISTE DATOS DUDOSOS

Umbral de datos dudosos bajos (Xh: unidad logaritmica)

$$x_H = \tilde{x} - K_n * s$$

$$Xh = 1.14$$

Precipitacion minima aceptada

$$P_{pmin} = 10^{(Xh)}$$

$$P_{pmin} = 13.77$$

NO EXISTE DATOS DUDOSOS

CUADRO: VALORES DE COEFICIENTES DE Kn							
TAMAÑO DE MUESTRA n	Kn	TAMAÑO DE MUESTRA n	Kn	TAMAÑO DE MUESTRA n	Kn	TAMAÑO DE MUESTRA n	Kn
10	2.04	24	2.47	38	2.66	60	2.84
11	2.09	25	2.49	39	2.67	65	2.87
12	2.13	26	2.5	40	2.68	70	2.89
13	2.18	27	2.52	41	2.69	75	2.92
14	2.21	28	2.53	42	2.7	80	2.94
15	2.25	29	2.55	43	2.71	85	2.96
16	2.28	30	2.56	44	2.72	90	2.98
17	2.31	31	2.58	45	2.73	95	3
18	2.34	32	2.59	46	2.74	100	3.01
19	2.36	33	2.6	47	2.74	110	3.05
20	2.39	34	2.62	48	2.75	120	3.08
21	2.41	35	2.63	49	2.76	130	3.1
22	2.43	36	2.64	50	2.77	140	3.13
23	2.45	37	2.65	55	2.8		

Tabla 26: Parámetros de forma

PARÁMETROS DE FORMA

	DESCRIPCION	SIMB.	U.M	VALOR
PARAMETROS DE FORMA DE UNA CUENCA	AREA TOTAL DE LA CUENCA	(A)	KM2	0.75
	PERIMETRO DE LA CUENCA	(P)	KM	3.6
	LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL	(L)	KM	0.2
	ANCHO PROMEDIO DE LA CUENCA	(AP)	KM	3.750
	COEFICIENTE DE COMPACIDAD	(Kc)		1.172
	FACTOR DE FORMA	(Ff)		18.750

	RECTANGULO EQUIVALENTE	L (Lado Mayor)	KM	1.174
		I (Lado Menor)	KM	0.639

Tabla 27: Caudal anual

DATOS DE MICROCUENCA				
Microcuenca	Area (Km2)	Perímetro (Km)	Longitud (Km)	Pendiente (m/m)
	0.75	3.6	0.2	0.5700

Tiempo de concentración

$$T_c = 0.3(L/S^{0.25})^{0.76}$$

L= Longitud del cauce mayor (km)
S= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m)

$T_c =$ **0.0668** hrs

Coefficiente de simultaneidad

$$K_A = 1 - (\log_{10} A/15)$$

A = Área de la cuenca (Km2)

$K_A =$ **2.3010**

Coefficiente de uniformidad

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

Tc= Tiempo de concentración (horas)

$K =$ **1.0024**

Precipitación maxima corregida	Intensidad
--------------------------------	------------

$$P = k_a P_d$$

ka= Factor Reductor
Pd = Precipitación Máxima Diaria

$$I = \left(\frac{P}{24}\right)^* (11)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

P = Precipitación Máxima Corregida (mm).
Tc = Tiempo de Concentración (horas)

Coeficiente de escorrentia

$$C = \frac{(P_d - P_o) * (P_d + 23 * P_o)}{(P_d + 11 * P_o)^2}$$

Pd= Precipitación Máxima Diaria (mm).

Tabla 24.- Valores del umbral de escorrentia o escurrimiento.

Uso del suelo	Área (km ²)	P _o (mm)
Agrícola-pecuaria-forestal	278.46	40
Selva subcaducifolia	155.25	60
Vegetación hidrofolia	142.68	40
Selva caducifolia	90.87	60
Pastizal	34.78	58

Area = 0.75 Km2

Po = Umbral de escorrentia

Po = 0.21

Caudal

$$Q = 0.278 \text{ CIAK}$$

ESTACIONES					
AÑO	Pd	P	I	C	Q (m ³ /s)
1980	18.30	42.11	30.87	0.99	6.34
1981	15.20	34.98	25.64	0.98	5.24
1982	19.14	44.04	32.29	0.99	6.64
1983	18.20	41.88	30.70	0.98	6.30
1984	18.10	41.65	30.54	0.98	6.27
1985	20.50	47.17	34.58	0.99	7.12
1986	18.80	43.26	31.72	0.99	6.52
1987	17.50	40.27	29.52	0.98	6.06
1988	19.70	45.33	33.23	0.99	6.84
1989	20.50	47.17	34.58	0.99	7.12
1990	17.10	39.35	28.85	0.98	5.91
1991	14.10	32.44	23.79	0.98	4.84
1992	19.10	43.95	32.22	0.99	6.63
1993	21.00	48.32	35.43	0.99	7.30
1994	21.20	48.78	35.76	0.99	7.37
1995	32.80	75.47	55.33	0.99	11.48
1996	33.70	77.54	56.85	1.00	11.80

1997	25.30	58.22	42.68	0.99	8.82
1998	27.10	62.36	45.72	0.99	9.46
1999	23.80	54.76	40.15	0.99	8.29
2000	30.30	69.72	51.12	0.99	10.59
2001	27.20	62.59	45.89	0.99	9.50
2002	20.50	47.17	34.58	0.99	7.12
2003	17.20	39.58	29.02	0.98	5.95
2004	25.90	59.60	43.69	0.99	9.04
2005	22.10	50.85	37.28	0.99	7.69
2006	32.60	75.01	55.00	0.99	11.41
2007	22.20	51.08	37.45	0.99	7.73
2008	19.80	45.56	33.40	0.99	6.87
2009	19.00	43.72	32.05	0.99	6.59
2010	24.40	56.15	41.16	0.99	8.51
2011	29.20	67.19	49.26	0.99	10.21
2012	47.40	109.07	79.97	1.00	16.63
2013	40.80	93.88	68.83	1.00	14.30
2014	28.50	65.58	48.08	0.99	9.96
2015	29.10	66.96	49.09	0.99	10.17
2016	30.70	70.64	51.79	0.99	10.74
2017	37.20	85.60	62.76	1.00	13.03
2018	32.00	73.63	53.98	0.99	11.19
2019	28.50	65.58	48.08	0.99	9.96
2020	28.10	64.66	47.41	0.99	9.82
2021	29.70	68.34	50.10	0.99	10.38
2022	22.10	50.85	37.28	0.99	7.69
2023	23.30	53.61	39.31	0.99	8.12

Tabla 28: Distribución teórica

DISTRIBUCION NORMAL					DISTRIBUCION LOGNORMAL 2 PARÁMETROS					DISTRIBUCION LOGNORMAL 3 PARÁMETROS					
m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	Delta	m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	Delta	m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	18.9	0.0455	0.0616	0.0161	1	18.9	0.0455	0.0287	0.0167	1	18.9	0.0455	-2.2736	0.0115	0.0034
2	21.5	0.0909	0.1268	0.0359	2	21.5	0.0909	0.0981	0.0071	2	21.5	0.0909	-1.4035	0.0802	0.0107
3	22.6	0.1364	0.1654	0.029	3	22.6	0.1364	0.1451	0.0087	3	22.6	0.1364	-1.1041	0.1348	0.0016
4	23.8	0.1818	0.1811	0.007	4	23.8	0.1818	0.1648	0.0171	4	23.8	0.1818	-1.0027	0.158	0.0238
5	24.3	0.2273	0.2385	0.112	5	24.3	0.2273	0.237	0.097	5	24.3	0.2273	-0.6968	0.243	0.0157
6	24.8	0.2727	0.263	0.098	6	24.8	0.2727	0.2676	0.052	6	24.8	0.2727	-0.5875	0.2784	0.0057
7	25.7	0.3182	0.31	0.082	7	25.7	0.3182	0.3255	0.073	7	25.7	0.3182	-0.4011	0.3442	0.0026
8	26.4	0.3636	0.349	0.147	8	26.4	0.3636	0.3723	0.087	8	26.4	0.3636	-0.2642	0.3958	0.0032
9	27.0	0.4091	0.3837	0.254	9	27.0	0.4091	0.413	0.039	9	27.0	0.4091	-0.1521	0.4396	0.00305
10	27.3	0.4545	0.4014	0.532	10	27.3	0.4545	0.4334	0.212	10	27.3	0.4545	-0.0977	0.4611	0.0066
11	27.6	0.505	0.4193	0.807	11	27.6	0.505	0.4537	0.463	11	27.6	0.505	-0.0443	0.4823	0.00177
12	27.6	0.5455	0.4193	0.261	12	27.6	0.5455	0.4537	0.918	12	27.6	0.5455	-0.0443	0.4823	0.00631
13	29.2	0.5909	0.5169	0.074	13	29.2	0.5909	0.5592	0.317	13	29.2	0.5909	0.2243	0.5887	0.0022
14	30.4	0.6364	0.5898	0.466	14	30.4	0.6364	0.6326	0.038	14	30.4	0.6364	0.41	0.6591	0.00227
15	30.6	0.6818	0.6017	0.801	15	30.6	0.6818	0.6442	0.376	15	30.6	0.6818	0.4397	0.6699	0.00119
16	31.0	0.7273	0.6253	0.102	16	31.0	0.7273	0.6667	0.606	16	31.0	0.7273	0.4983	0.6909	0.00364
17	32.3	0.7727	0.6982	0.745	17	32.3	0.7727	0.7338	0.389	17	32.3	0.7727	0.6807	0.752	0.00208
18	33.8	0.8182	0.7734	0.448	18	33.8	0.8182	0.799	0.192	18	33.8	0.8182	0.8773	0.8098	0.00084
19	36.4	0.8636	0.8749	0.113	19	36.4	0.8636	0.8824	0.188	19	36.4	0.8636	1.1881	0.8826	0.0019
20	40.0	0.9091	0.9558	0.467	20	40.0	0.9091	0.9486	0.395	20	40.0	0.9091	1.5682	0.9416	0.00325
21	47.0	0.9545	0.9973	0.427	21	47.0	0.9545	0.9916	0.371	21	47.0	0.9545	2.1851	0.856	0.0031

$\Delta_{teórico}$	0.1261	Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%
$\Delta_{tabular}$	0.2968	

$\Delta_{teórico}$	0.0918	Los datos se ajustan a la distribución Log Normal de dos parámetros, con un nivel de
$\Delta_{tabular}$	0.2968	

$\Delta_{teórico}$	0.0631	Los datos se ajustan a la distribución Log Normal de tres parámetros, con un nivel de significación del 5%
$\Delta_{tabular}$	0.2968	

--	--	--

		significación del 5%
--	--	----------------------

--	--	--

DISTRIBUCION GAMMA 2 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	F(Z) Ordinari o	Del ta
1	18.9	0.0455	0.0342	0.0113
2	21.5	0.0909	0.1009	0.01
3	22.6	0.1364	0.1448	0.085
4	23.8	0.1818	0.1632	0.0187
5	24.3	0.2273	0.2308	0.035
6	24.8	0.2727	0.2596	0.0131
7	25.7	0.3182	0.3149	0.033
8	26.4	0.3636	0.36	0.036
9	27.091	0.4091	0.3997	0.094
10	27.3545	0.4545	0.4197	0.348
11	27.6	0.5	0.4398	0.602
12	27.6455	0.5455	0.4398	0.1057
13	29.2909	0.5909	0.5459	0.045
14	30.4364	0.6364	0.6214	0.015
15	30.6818	0.6818	0.6334	0.0484
16	31.273	0.7273	0.6569	0.0704
17	32.3727	0.7727	0.7276	0.0451
18	33.8182	0.8182	0.7973	0.0209
19	36.4636	0.8636	0.8866	0.023
20	40.091	0.9091	0.9557	0.0466
21	47.545	0.9545	0.9951	0.0406

DISTRIBUCION GAMMA 3 PARÁMETROS				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinari o	Del ta
1	14	0.0455	0.021	0.0244
2	14.4	0.0909	0.0243	0.066
3	22.1	0.1364	0.1975	0.611
4	22.6	0.1818	0.2174	0.356
5	24.3	0.2273	0.2921	0.648
6	24.8	0.2727	0.3158	0.431
7	25.7	0.3182	0.3602	0.42
8	26.4	0.3636	0.3958	0.322
9	27	0.4091	0.4268	0.178
10	27.3	0.4545	0.4425	0.121
11	27.6	0.5	0.4582	0.418
12	29.2	0.5455	0.5415	0.039
13	30.4	0.5909	0.6022	0.113
14	30.6	0.6364	0.6121	0.243
15	31	0.6818	0.6316	0.503
16	32.3	0.7273	0.6918	0.355
17	33.8	0.7727	0.7546	0.182
18	35.4	0.8182	0.8124	0.058
19	36.4	0.8636	0.8435	0.202
20	40	0.9091	0.9251	0.16
21	47	0.9545	0.9876	0.331

DISTRIBUCION LOGPEARSON TIPO III				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinari o	Del ta
1	18.9	0.0455	0	0.0325
2	21.5	0.0909	0.0843	0.066
3	22.6	0.1364	0.1396	0.033
4	23.8	0.1818	0.163	0.0188
5	24.3	0.2273	0.2482	0.021
6	24.8	0.2727	0.2836	0.0109
7	25.7	0.3182	0.349	0.0308
8	26.4	0.3636	0.4001	0.0365
9	27.091	0.4091	0.4434	0.0343
10	27.3545	0.4545	0.4647	0.0101
11	27.6	0.5	0.4856	0.0144
12	27.6455	0.5455	0.4856	0.0598
13	29.2909	0.5909	0.5903	0.006
14	30.4364	0.6364	0.6593	0.0229
15	30.6818	0.6818	0.6699	0.0119
16	31.273	0.7273	0.6905	0.0368
17	32.3727	0.7727	0.7503	0.0224
18	33.8182	0.8182	0.807	0.0112
19	36.4636	0.8636	0.8787	0.015
20	40.091	0.9091	0.9374	0.0284
21	47.545	0.9545	0.9829	0.0284

$\Delta_{\text{teórico}}$	0.1057	Los datos se ajustan a la distribución Gamma 2 parámetros, con un
Δ_{tabular}	0.2968	

$\Delta_{\text{teórico}}$	0.05207	Los datos se ajustan a la distribución Gamma 3 parámetros, con un
Δ_{tabular}	0.2968	

Los parámetros: X_0 , gamma y β calculada por momentos ordinarios, son incorrectos, por lo que los datos no se ajustan a	
--	--

		nivel de significación del 5%
--	--	-------------------------------

		nivel de significación del 5%
--	--	-------------------------------

la distribución Log-Pearson tipo 3

DISTRIBUCION GUMBEL				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	18.9	0.0455	0.0173	0.0281
2	21.5	0.0909	0.0882	0.027
3	22.6	0.1364	0.1416	0.053
4	23	0.1818	0.1643	0.076
5	24.3	0.2273	0.2472	0.099
6	24.8	0.2727	0.2818	0.091
7	25.7	0.3182	0.3463	0.081
8	26.4	0.3636	0.3971	0.0334
9	27	0.4091	0.4402	0.0311
10	27.3	0.4545	0.4614	0.069
11	27.6	0.5	0.4824	0.0176
12	27.6	0.5455	0.4824	0.0631
13	29.2	0.5909	0.5876	0.033
14	30.4	0.6364	0.6573	0.0209
15	30.6	0.6818	0.6681	0.0138
16	31	0.7273	0.6888	0.0385
17	32	0.7727	0.7494	0.0233
18	33.8	0.8182	0.8069	0.0113
19	36	0.8636	0.8794	0.0158
20	40	0.9091	0.9388	0.0297
21	47	0.9545	0.9842	0.0297
$\Delta_{teórico}$	0.0631	Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de		
$\Delta_{tabular}$	0.2968			

DISTRIBUCION LOGGUMBEL				
m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	Delta
1	18.9	0.0455	0.0016	0.0438
2	21.5	0.0909	0.0525	0.0384
3	22.6	0.1364	0.113	0.0233
4	23	0.1818	0.1407	0.0411
5	24.3	0.2273	0.245	0.0177
6	24.8	0.2727	0.2883	0.155
7	25.7	0.3182	0.3668	0.0486
8	26.4	0.3636	0.4263	0.0627
9	27	0.4091	0.475	0.0659
10	27.3	0.4545	0.4984	0.0439
11	27.6	0.5	0.5211	0.0211
12	27.6	0.5455	0.5211	0.0244
13	29.2	0.5909	0.6289	0.038
14	30.4	0.6364	0.6952	0.0588
15	30.6	0.6818	0.7051	0.0232
16	31	0.7273	0.7239	0.034
17	32.3	0.7727	0.7772	0.044
18	33.8	0.8182	0.8256	0.074
19	36.4	0.8636	0.8847	0.0211
20	40	0.9091	0.9331	0.024
21	47	0.9545	0.9742	0.0196
$\Delta_{teórico}$	0.0659	Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de		
$\Delta_{tabular}$	0.2968			

		significación del 5%			significación del 5%
--	--	-------------------------	--	--	-------------------------

Diseño de muro de contención

DATOS OBTENIDOS DE LAS ANTERIORES DIMENSIONES:

A GEOMETRIA DEL MURO

Hp =	4.40	m
h 1 =	1.500	m
t 1 =	0.30	m
Rec Muro	4	cm
Rec Zpta	7.5	cm

B DATOS DEL TERRENO

Arena suelta y grava		
γ (kg/m ³)	1850	
ϕ (°)	35°	35
σt (kg/cm ²)	1.58	

C DATOS DEL C° Y ACERO

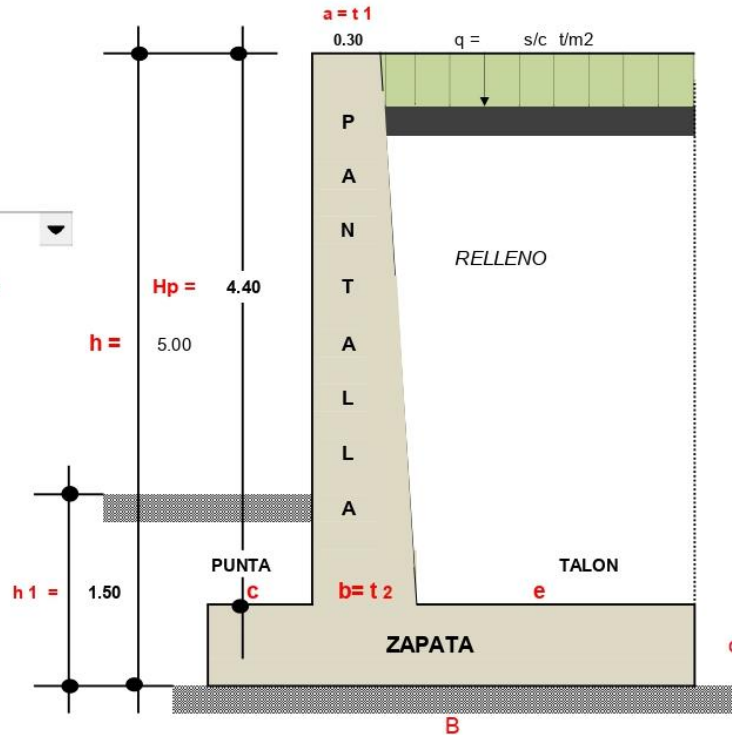
f'c (kg/cm ²)	210
f'y (kg/cm ²)	4,200

D FACTOR DE SEGURIDAD

F.S.V	≥	1.75
F.S.D	≥	1.25

E SOBRECARGA

q=s/c t-m2	0.50	tn
------------	------	----



1.- PREDIMENSIONAMIENTO:

$$a = 20 \text{ a } 30 \rightarrow \text{Asumido} = 0.30 \text{ m}$$

$$b = \frac{H}{12} \text{ a } \frac{H}{10}$$

$$b = \frac{5.00}{12} \text{ ó } \frac{5.00}{10}$$

$$b = 0.42 \text{ ó } 0.5 \rightarrow \text{Asumido} = 0.50 \text{ m}$$

$$B = 0.5 \text{ H a } 0.8 \text{ H}$$

$$B = 0.5 \cdot 5.00 \text{ ó } 0.8 \cdot 5.00$$

$$B = 2.50 \text{ ó } 4.00 \rightarrow \text{Asumido} = 3.00 \text{ m}$$

$$c = \frac{1}{3} B - \frac{1}{2} b$$

$$c = 0.75 \rightarrow \text{Asumido} = 0.80 \text{ m}$$

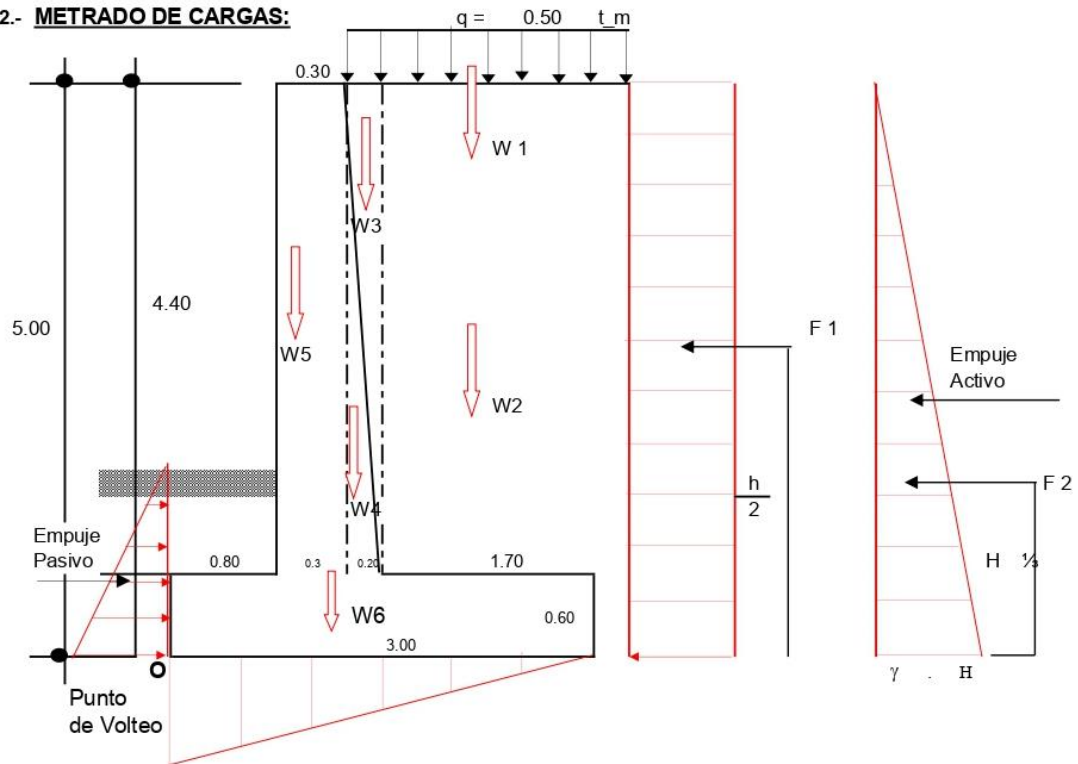
$$d = \begin{cases} b \\ b + 5 \\ b + 10 \\ b + 15 \\ b + 20 \end{cases} \rightarrow \text{Asumido} = 0.60 \text{ m}$$

$$e = B - c - b$$

$$e = 3.00 - 0.80 - 0.50$$

$$e = 1.70 \text{ m}$$

2.- METRADO DE CARGAS:



a.- FUERZAS VERTICALES: 1.00 mts de Analisis

$W1$	$=$	0.50 t/m^2	$\times$	1.90	$\times$	1.00	$=$	950	kg
$W2$	$=$	35 kg/cm^2	$\times$	(1.70×2.60)	$\times$	1.00	$=$	155	kg
$W3$	$=$	35 kg/cm^2	$\times$	$(\frac{0.20 \times 2.60}{2})$	$\times$	1.00	$=$	9	kg
$W4$	$=$	$2,400 \text{ kg/cm}^2$	$\times$	$(\frac{0.20 \times 2.60}{2})$	$\times$	1.00	$=$	624	kg
$W5$	$=$	$2,400 \text{ kg/cm}^2$	$\times$	0.3×2.60	$\times$	1.00	$=$	1,872	kg
$W6$	$=$	2400 kg/cm^2	$\times$	3.00×0.60	$\times$	1.00	$=$	4,320	kg
Σfy								7,930	kg

b.- FUERZAS HORIZONTALES O FUERZAS DE EMPUJE DEL TERRENO

CALCULO DEL COEFICIENTE ACTIVO DE RANKINE (K_a)

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{35}{2} \right) = 27.50$$

$$K_a = \mathbf{0.271}$$

$$F1 = [(q) \times (H) \times 1.00 \text{ m}] K_a$$

$$F1 = [500 \text{ kg/cm}^2 \times 2.60 \times 1.00] \times 0.271$$

$$F1 = \mathbf{352 \text{ Kg/cm}^2}$$

UBICACIÓN : $F1$

$$F1 = \frac{H}{2} = \frac{4.40}{2} = \mathbf{2.2 \text{ m}}$$

$$F2 = (\text{vol}) D \cdot P$$

$$F_2 = \left[\frac{1}{2} (\gamma H) (H) \times 1.00 \right] K_a$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \gamma h^2 \times 1.00 \times K_a$$

$$F_2 = \frac{1}{2} \times 35 \text{ kg/cm}^2 \times 2.60^2 \times 1.00 \times 0.271$$

$$F_2 = 32.06 \text{ Kg}$$

UBICACIÓN : F₂

$$F_2 = \frac{1}{3} H$$

$$F_2 = \frac{1}{3} \times 2.60 = 0.87 \text{ m}$$

3.- ESTABILIDAD DEL MURO AL VOLTEO

$$F_s V = \frac{\sum MF_y}{\sum MF_h} \geq 1.75$$

FUERZAS VERTICALES ESTABILIZADORAS

PESO	W (Kg)	BRAZO (m)	MOMENTO(kg-m)
W 1	950	2.20	2,090.00
W2	155	2.20	340.34
W3	9	1.200	10.92
W4	624	1.200	748.80
W5	1,872	0.950	1,778.40
W6	4,320	1.50	6,480.00
$\sum MF_f$	7,930	$\sum MoF_y$	11,448.46

FUERZAS HORIZONTALES DESESTABILIZADORAS

PESO	W (Kg)	BRAZO (m)	MOMENTO(kg-m)
F 1	352	2.200	775.03
F 2	32	0.87	27.89
ΣFh	384.35	ΣMFh	802.92

$F_s V$	$\frac{11,448.46 \text{ kg/m}}{802.92 \text{ kg/m}}$	=	14.26	>	1.75	OK CUMPLE
---------	--	---	-------	---	------	-----------

3.- ESTABILIDAD DEL MURO POR DESLIZAMIENTO

$F_s D$	=	$\frac{\mu \Sigma F_v}{\Sigma F_h} \geq 1.25$	=	$\frac{f \text{ Empuje}}{f \text{ Rozamiento}}$
---------	---	---	---	---

$$\mu = \tan \phi \leq 0.60$$

$$\mu = 35^\circ = 0.7 > 0.60$$

$$\mu = 0.60$$

$F_s D$	$\frac{0.60 \cdot 7,930}{384.35}$	=	12.38	>	1.25	OK CUMPLE
---------	-----------------------------------	---	-------	---	------	-----------

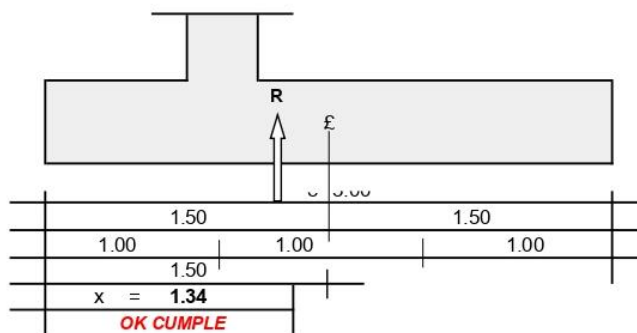
ESTABILIDAD PARA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN

1ro CALCULO DE LA UBICACIÓN DE LA RESULTANTE:

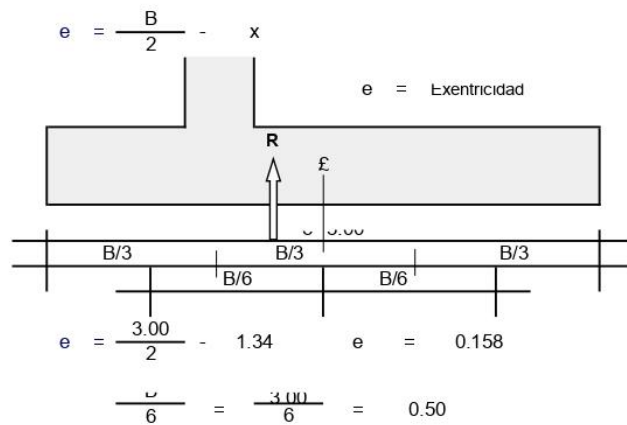
$$x = \frac{\Sigma Mo}{\Sigma F_y} \quad x = \frac{\Sigma Mo F_y - \Sigma Mo F_h}{\Sigma F_y}$$

$$x = \frac{11,448.46 - 802.92}{7,930}$$

$$x = 1.34$$



2ro EXENTRICIDAD



3ro CALCULO DE LA PRESION ACTUANTE

$$q = \frac{\Sigma Fy}{A \cdot B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

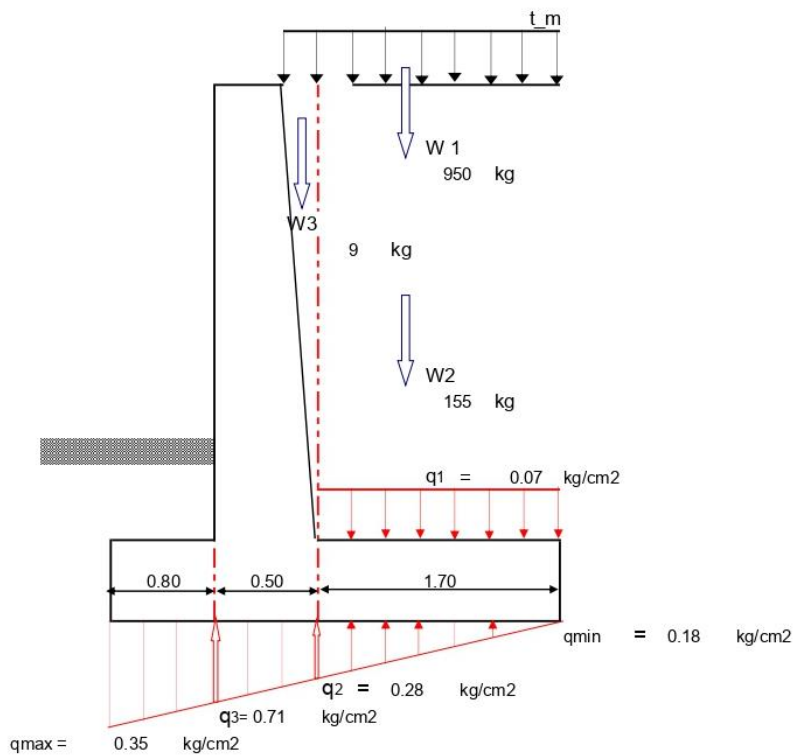
$$q = \frac{7,930}{1.00 \cdot 3.00} \left(1 \pm \frac{6 \cdot 0.158}{3.00} \right)$$

$$q = 2,643.27 \quad 1 \pm 0.3150556$$

$$q_{\max} = 3,476.04 \quad \text{kg/m}^2 \rightarrow 0.35$$

$$q_{\min} = 1,810.49 \quad \text{kg/m}^2 \rightarrow 0.18$$

$$\begin{matrix} q_{\max}, q_{\min} < \sigma_t \\ 0.35 < 1.58 \end{matrix} = \text{OK CUMPLE}$$



$$q = \frac{w1 + w2 + w3}{A \text{ talón}} \quad q = \frac{950 + 155 + 9}{1.70 \times 1.00}$$

$$q = 655.18 \text{ kg/m}^2 \rightarrow 0.07 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{1.70}{x} = \frac{3.00}{0.17} \quad x = 0.094 \rightarrow q2 = 0.18 + x$$

$$q2 = 0.18 + 0.094$$

$$q2 = 0.28 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{1.70 + 0.50}{y} = \frac{3.00}{0.17} \quad y = 0.533$$

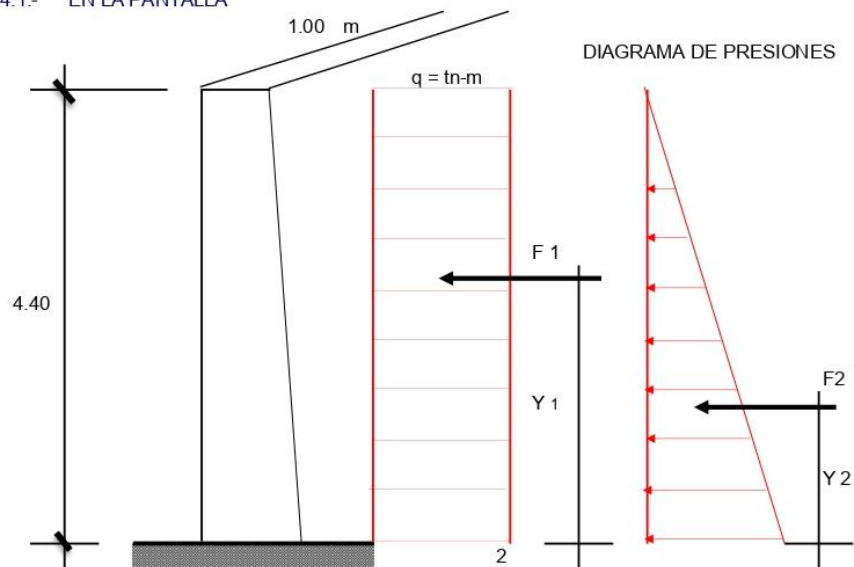
$$q3 = 0.18 + y$$

$$q3 = 0.18 + 0.533$$

$$q3 = 0.71 \text{ kg/cm}^2$$

4.- CALCULO DE LOS MOMENTOS FLECTORES Y FUERZAS CORTANTES

4.1.- EN LA PANTALLA



a) MOMENTO FLECTOR

En

$$F1 = (q \cdot h \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot ka$$

$$F1 = (500 \text{ kg-m} \times 2.60 \text{ m} \times 1.00 \text{ m}) \cdot 0.271$$

$$F1 = 352.29 \text{ kg}$$

$$y1 = \frac{h}{2} = \frac{2.60}{2} = 1.3$$

$$y1 = 1.3 \text{ m}$$

En

$$F2 = \frac{1}{2} (\gamma \cdot h^2 \cdot 1.00 \text{ m}) \cdot Ka$$

$$F2 = \frac{1}{2} \cdot 35 \cdot \frac{6.76}{2.60 \cdot 17 \cdot 1.00 \cdot 0.271} = 32.06 \text{ kg}$$

$$F2 = 0.03 \text{ tn-m}$$

$$y2 = \frac{1}{3} h \quad y2 = \frac{1}{3} \cdot 4.40$$

$$y_2 = 1.47 \text{ m}$$

MOMENTO ULTIMO

$$M_{\max} = (F_1 Y_1) + (F_2 Y_2)$$

$$M_{\max} = (352.29 \times 1.3) + (32.06 \times 1.47)$$

$$M_{\max} = 504.99 \text{ kg-m}$$

b) FUERZA CORTANTE

* FUERZA CORTANTE ACTUANTE

$$V = F_1 + F_2$$

$$V = 352.29 + 32.06$$

$$V = 384.35 \text{ kg}$$

* ESFUERZO CORTANTE (μ)

$$\mu = \frac{V}{b \cdot d} \quad \left| \begin{array}{l} V = 384.35 \\ b = 1.00 \\ d = 0.46 \end{array} \right.$$

$$\mu = \frac{384.35}{100 \cdot 46} = 0.08$$

$$\mu = 0.08 \text{ kg/cm}^2$$

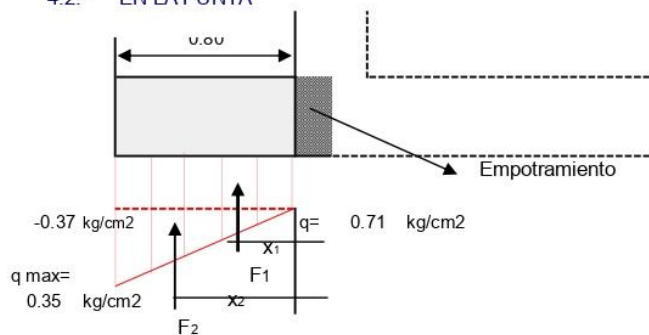
* ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE DEL CONCRETO (μ_c)

$$\mu_c = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$\mu_c = 0.85 \times 0.53 \sqrt{210} = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$\mu_c = 6.53 \text{ kg/cm}^2 > 0.08 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK CUMPLE}$$

4.2.- EN LA PUNTA



a) MOMENTO FLECTOR

En:

$$F_1 = 0.71 \times 0.80 \times 1.00$$

$$F_1 = 5.715 \text{ Kg}$$

$$X_1 = \frac{0.80}{2} = 0.40 \text{ m}$$

En

$$F2 = \frac{1}{2} \cdot 80 \cdot -0.37 \cdot 100 = -1467.11 \text{ Kg}$$

$$F2 = -1467.11 \text{ kg}$$

$$X2 = \frac{2}{3} \cdot 0.80 =$$

$$X2 = 0.53 \text{ mt}$$

MOMENTO MAXIMO

$$M_{\text{máx}} = (F1 \cdot X1) + (F2 \cdot X2)$$

$$M_{\text{máx}} = (5,715 \cdot 0.40) + (-1467.11 \cdot 0.53)$$

$$M_{\text{máx}} = -3,068.48 \text{ kg-m}$$

FUERZA CORTANTE ACTUANTE (v)

$$V = F1 + F2$$

$$V = 5,715 + -1467.11$$

$$V = 4,247.95 \text{ kg}$$

ESFUERZO CORTANTE (u)

$$u = \frac{V}{b \cdot d}$$

$$u = \frac{4,247.95}{80 \cdot 46}$$

$$u = 1.15 \text{ kg/cm}^2$$

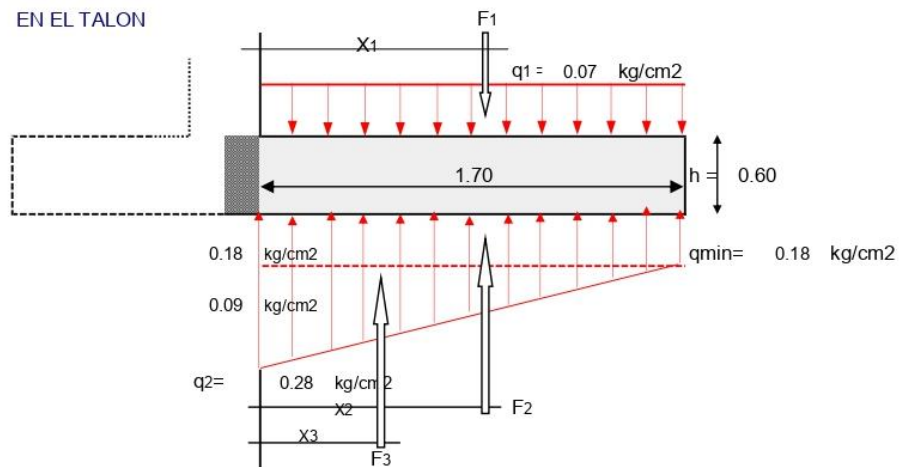
ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE DEL CONCRETO (Vc)

$$Vc = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$Vc = 0.85 \cdot 0.53 \cdot 14.49$$

$$Vc = 6.53$$

4.3.- EN EL TALON



$$F1 = 0.07 \text{ kg/cm}^2 \quad 170 \text{ cm} \quad 100 \text{ cm}$$

$$F1 = 1,113.80 \text{ kg}$$

$$X1 = \frac{1.70}{2}$$

$$X1 = 0.85 \text{ m}$$

$$F2 = 0.18 \text{ kg/cm}^2 \quad 170 \text{ cm} \quad 100 \text{ cm}$$

$$F2 = 3,077.83 \text{ kg}$$

$$X2 = \frac{1.70}{2}$$

$$X2 = 0.85 \text{ m}$$

$$F3 = \frac{1}{2} \quad 0.09 \text{ kg/cm}^2 \quad 170 \text{ cm} \quad 100 \text{ cm}$$

$$F3 = 802.24 \text{ kg}$$

$$X3 = \frac{1}{3} \quad 1.70$$

$$X3 = 0.57 \text{ m}$$

a. MOMENTO FLECTOR

$$M = (F2.X2)+(F3.X3)-(F1.X1)$$

$$M = (3,077.83 \times 0.85) + (802.24 \times 0.57) - (1,114 \times 0.85)$$

$$M = 4,017.5 \text{ kg/cm}^2$$

b. FUERZA CORTANTE

$$V = F1 - F2 - F3$$

$$V = 1,113.80 - 3,077.83 - 802.24$$

$$V = -2,766.28 \text{ kg/cm}^2$$

c. ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE (μ)

$$\mu = \frac{V}{b \cdot d} \quad \mu = \frac{-2,766.28}{100 \cdot 46}$$

$$\mu = -0.60 \text{ kg/cm}^2$$

d. ESFUERZO CORTANTE RESISTENTE DEL CONCRETO (V_c)

$$V_c = \emptyset \quad 0.53 \quad \sqrt{f'c}$$

$$V_c = 0.85 \quad 0.53 \quad 14.49$$

$$V_c = 6.53 \text{ kg/cm}^2 > \mu_{act} \quad -0.60 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK CUMPLE}$$

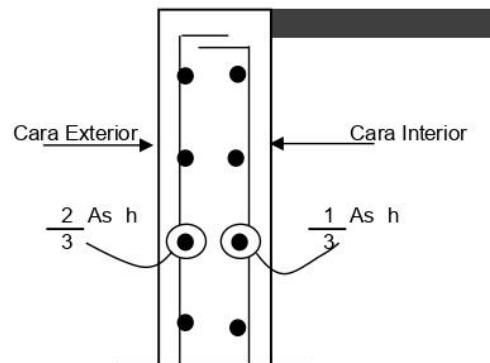
5.- DISEÑO DEL ACERO.

a- Acero Mínimo Vertical en muros:

- Para $\emptyset \leq 5/8"$ $As_{min} \text{ (Vertical)} = 0.0012 \quad b \quad h$
- Para $\emptyset > 5/8"$ $As_{min} \text{ (Vertical)} = 0.0015 \quad b \quad h$

b- Acero Mínimo Horizontal en muros:

- Para $\phi \leq 5/8"$ $A_{smin} \text{ (Horizontal)} = 0.0020 \text{ } b \text{ } h$
- Para $\phi > 5/8"$ $A_{smin} \text{ (Horizontal)} = 0.0025 \text{ } b \text{ } h$



Para elementos sometidos a Flexocompresión (Losas, vigas, escaleras, muros)

$$K_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2}$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

5.1 ACERO EN LAPANTALLA:

a. Acero Principal Vertical

$$M_u = 1.6$$

$$M_u = 1.6 \cdot 504.99 = 807.99$$

$$M_u = 808 \text{ kg/m}$$

$$K_u = \frac{808 \cdot 10^2}{100 \cdot 2116} \text{ kg/cm}^2$$

$$K_u = 0.38$$

$$\rho = \begin{matrix} \text{Para} \\ \left\{ \begin{array}{l} f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2 \\ K_u = 0.38 \end{array} \right. \end{matrix} \rightarrow \rho = 0.0001$$

Acero principal:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0.0001 \cdot 100 \cdot 46 = 0.46$$

$$A_s = 0.46 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 0.46 \Rightarrow 4 \text{ } \phi \text{ } 5/8" \Rightarrow 7.92 \text{ cm}^2 \text{ OK CUMPLE}$$

$$S = \frac{1.98}{7.92} \cdot 100$$

$$S = 25.00 \text{ Asumido } \Rightarrow 0.25 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{USAR } 4 \text{ } \phi \text{ de } 5/8 \text{ @ } 0.250 \text{ m}$$

+ - 0.50 CM2

b) Acero mínimo Vertical

$$A_{smin} \text{ (vertical)} = 0.0015 \cdot 100 \cdot 46$$

$$A_{smin} = 6.9 \text{ cm}^2$$

As princ	7.92	>	As min	6.9	OK CUMPLE
----------	------	---	--------	-----	-----------

5.2 ACERO SECUNDARIO PRINCIPAL:

a) Acero Vertical en la cara exterior:

$$A_{smin} \text{ (vertical)} = 0.0012 \cdot 100 \cdot 46$$

$$A_{smin} = 5.52 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 5.52 \text{ cm}^2$$

As =	5.52	⇒	3	Ø	5/8"	▼	=	5.94	OK CUMPLE
------	------	---	---	---	------	---	---	------	-----------

$$S = \frac{1.98}{5.94} \times 100$$

$$S = 33.33 \text{ Asumido } \Rightarrow 0.35 \text{ m}$$

⇒	USAR	3	Ø	de	5/8	@	0.35	ml
---	------	---	---	----	-----	---	------	----

5.2 ACERO SECUNDARIO PRINCIPAL:

Asumimos un $\phi \leq 5/8"$

$$A_{smin} = 0.0020 \cdot b \cdot d$$

1) Arriba: (h = 0.3)

$$A_{smin} = 0.0020 \cdot 100 \cdot 0 = 0.06$$

$$A_{smin} = 6.00 \text{ cm}^2$$

a) Cara Interior

$$\frac{1}{3} A_{sh} = \frac{1}{3} \cdot 6.00 = 2.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 2.00 \text{ cm}^2$$

As =	6.00	⇒	5	Ø	1/2"	▼	=	6.33	OK CUMPLE
------	------	---	---	---	------	---	---	------	-----------

$$S = \frac{1.27}{6.33} \times 100$$

$$S = 20.00 \text{ Asumido } \Rightarrow 0.20 \text{ m}$$

⇒	USAR	5	Ø	de	1/2	@	0.20	ml
---	------	---	---	----	-----	---	------	----

b) Cara Exterior:

$$\frac{2}{3} \text{ Ash} = \frac{2}{3} \cdot 6 = 4.00 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 4.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 4.00 \Rightarrow 4 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2" = 5.07 \text{ OK CUMPLE}$$

$$S = \frac{1.27}{5.07} \times 100$$

$$S = 25.00 \text{ Asumido} \Rightarrow 0.25 \text{ m}$$

$\Rightarrow$ USAR 4 $\varnothing$ de 1/2 @ 0.25 m

2) Cara Intermedia $(h = \frac{50 + 30}{2}) = 40 \text{ cm}$

$$A_s \text{ min (Horizontal)} = 0.0020 \cdot 100 \cdot 40 = 8.00 \text{ cm}^2$$

a) Cara Interior:

$$\frac{1}{3} \text{ Ash} = \frac{1}{3} \cdot 8.00 = 2.67 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 2.67 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 8.00 \Rightarrow 8 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2" = 10.13 \text{ OK CUMPLE}$$

$$S = \frac{1.27}{10.13} \times 100$$

$$S = 12.50 \text{ Asumido} \Rightarrow 0.15 \text{ m}$$

$\Rightarrow$ USAR 8 $\varnothing$ de 1/2 @ 0.15 m

b) Cara Exterior:

$$\frac{2}{3} \text{ Ash} = \frac{2}{3} \cdot 8.0 = 5.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 5.33 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 5.33 \Rightarrow 6 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2" = 7.60 \text{ OK CUMPLE}$$

$$S = \frac{1.27}{7.60} \times 100$$

$$S = 16.67 \text{ Asumido} \Rightarrow 0.20 \text{ m}$$

$\Rightarrow$ USAR 6 $\varnothing$ de 1/2 @ 0.20 m

3) Cara Inferior (abajo) $(h = 0.50 \text{ m})$

$$A_s \text{ min (Horizontal)} = 0.0020 \cdot 100 \cdot 50.00 = 10.00$$

a) Cara Interior:

$$\frac{1}{3} \text{ Ash} = \frac{1}{3} \cdot 10.00 = 3.33 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 3.33 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \boxed{3.33} \Rightarrow \boxed{2} \text{ } \varnothing \text{ } \boxed{5/8"} \nabla = \boxed{3.96}$$

$$S = \frac{1.98}{3.96} \times 100$$

$$S = 25.00 \text{ Asumido} \Rightarrow \boxed{0.25} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{USAR}} \boxed{2} \text{ } \varnothing \text{ de } \boxed{5/8} \text{ @ } \boxed{0.25} \text{ ml}$$

b) Cara Exterior:

$$\frac{2}{3} A_{sh} = \frac{2}{3} 10.0 = 6.67 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$A_s = 6.67 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \boxed{6.67} \Rightarrow \boxed{4} \text{ } \varnothing \text{ } \boxed{5/8"} \nabla = \boxed{7.92} \text{ OK CUMPLE}$$

$$S = \frac{1.98}{7.92} \times 100$$

$$S = 25.00 \text{ Asumido} \Rightarrow \boxed{0.250} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{USAR}} \boxed{4} \text{ } \varnothing \text{ de } \boxed{5/8} \text{ @ } \boxed{0.25} \text{ ml}$$

Resumen

Acero Horizontal

- | | | | | | |
|-------------|---|---------------------|---|---------------------------|-----------------|
| 1) Ariba | = | (As mín Horizontal) | = | 6.00 | cm ² |
| | | Cara Interior | = | $\varnothing$ 1/2 @ 0.20 | m |
| | | Cara exterior | = | $\varnothing$ 1/2 @ 0.25 | m |
| 2) Intermd | = | (As mín Horizontal) | = | 8.00 | cm ² |
| | | Cara Interior | = | $\varnothing$ 1/2 @ 0.15 | m |
| | | Cara exterior | = | $\varnothing$ 1/2 @ 0.20 | m |
| 3) Inferior | = | (As mín Horizontal) | = | 10.00 | cm ² |
| | | Cara Interior | = | $\varnothing$ 5/8 @ 0.25 | m |
| | | Cara exterior | = | $\varnothing$ 5/8 @ 0.250 | m |

Para cara Interior

$$C.I \quad 2 \varnothing \quad 5/8 \quad @ \quad 0.25 \quad , \quad 8 \varnothing \quad 1/2 \quad @ \quad 0.15 \quad \text{Rto} \quad \varnothing \quad 5/8 \quad @ \quad 0.20$$

Para Exterior:

$$C.E \quad 4 \varnothing \quad 5/8 \quad @ \quad 0.25 \quad , \quad 6 \varnothing \quad 1/2 \quad @ \quad 0.20 \quad \text{Rto} \quad \varnothing \quad 5/8 \quad @ \quad 0.25$$

Entonces:

$$\begin{array}{lcl} C.I & = & \varnothing \quad 5/8 \quad @ \quad 0.200 \quad \approx \quad \boxed{0.2} \\ C.E & = & \varnothing \quad 5/8 \quad @ \quad 0.233 \quad \approx \quad \boxed{0.25} \end{array}$$

$$\text{SI UNIFORMAMOS EL ACERO} \quad 0.200 \quad \text{a} \quad 0.233 \quad = \quad 0.217 \quad \approx \quad \boxed{0.200}$$

$$\text{tenemos:} \quad \varnothing \quad 5/8 \quad @ \quad 0.20 \\ \varnothing \quad 5/8 \quad @ \quad 0.20$$

5 DISEÑO DE LA ZAPATA.

a) MOMENTO ULTIMO

$$M_u = 1.6 \times -3,068.48 \text{ kg-m} = -4,909.57 \text{ kg-m}$$

$$b = 1.00 \text{ mt}$$

$$d = h_z - \left(r + \frac{\phi \text{ vlla}}{2} \right)$$

$$d = 51.71$$

$$K_u = \frac{-4,910}{100} \times \frac{10^2}{2674} \text{ kg/cm}^2$$

$$K_u = -1.84$$

Para $\begin{cases} f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2 \\ K_u = -1.84 \end{cases} \Rightarrow \rho = -0.0005$

Acero principal:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = -0.0005 \cdot 100 \cdot 52 = -2.59$$

$$A_s = -2.59 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \boxed{6.72} \Rightarrow \boxed{8} \text{ } \phi \text{ } 1/2'' \nabla = \boxed{10.13}$$

OK CUMPLE

+ - 0.50 CM2

$$S = \frac{1.27}{10.13} \times 100$$

$$S = 12.50 \text{ Asumido} \Rightarrow \boxed{0.13} \text{ m}$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{USAR } 8 \text{ } \phi \text{ de } 1/2 \text{ @ } 0.13 \text{ m}}$$

Acero mínimo:

$$A_{s\min} = 0.0018 \cdot 100 \cdot 51.71 = 9.31$$

$$\boxed{9.31} < \boxed{10.13} \text{ OK CUMPLE}$$

ZAPATA POSTERIOR

$$M_u = 1.6 \times 4,017 \text{ kg-m} = 6,427.99 \text{ kg-m}$$

$$b = 1.00 \text{ mt}$$

$$d = 51.71$$

$$K_u = \frac{6,428}{100} \times \frac{10^2}{2674} \text{ kg/cm}^2$$

$$K_u = 2.40$$

$$\text{Para } \begin{cases} f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2 \\ K_u = 2.40 \end{cases} \Rightarrow \rho = 0.0006$$

Acero principal:

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0.0006 \cdot 100 \cdot 52 = 3.10$$

$$A_s = 3.10 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 3.10 \Rightarrow 4 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2" = 5.07 \text{ OK CUMPLE}$$

$$S = \frac{1.27}{5.07} \times 100$$

$$S = 25.00 \text{ Asumido } \Rightarrow 0.25 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{USAR } 4 \text{ } \varnothing \text{ de } 1/2 @ 0.25 \text{ m}$$

ACERO TRANSVERSAL (PARA PUNTA Y TALON)

$$A_{stemp} = 0.0018 \cdot b \cdot t \text{ N.T.P } t = h_z = 0.60$$

$$A_{stemp} = 0.0018 \cdot 100 \cdot 60 = 10.80 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 10.80 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 10.80 \Rightarrow 9 \text{ } \varnothing \text{ } 1/2" = 11.40 \text{ OK CUMPLE}$$

$$S = \frac{1.27}{11.40} \times 100$$

$$S = 11.11 \text{ Asumido } \Rightarrow 0.10 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \text{USAR } 9 \text{ } \varnothing \text{ de } 1/2 @ 0.10 \text{ m}$$

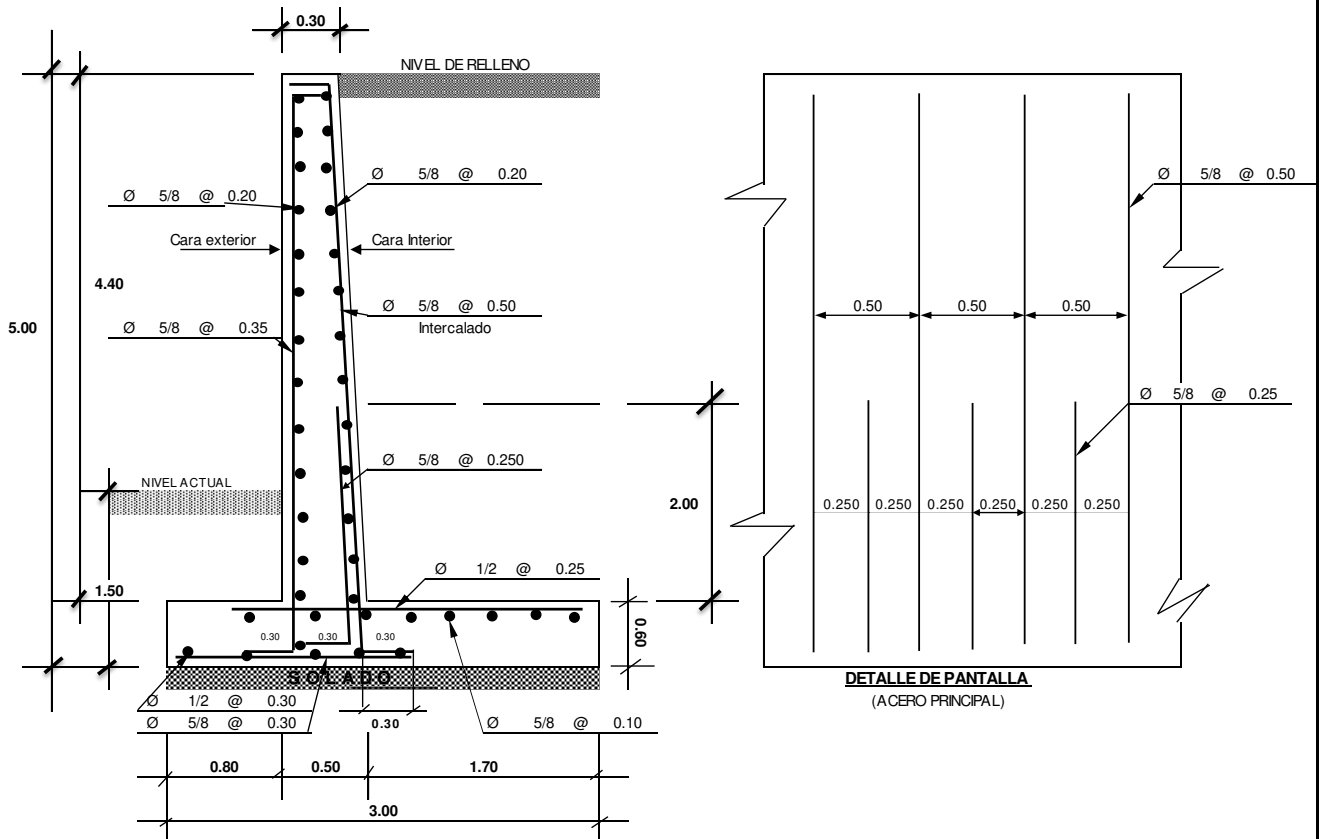
PARA ACERO DE TEMPERATURA, NO DEBE DE EXCEDER:

$$S \leq \begin{cases} 0.5 \text{ t} \\ 45 \text{ cm} \end{cases} = \begin{cases} 0.5 \cdot 60 \\ 45 \end{cases} = 30$$

SE TOMA EL MENOR:

$$A_{stemp} = \varnothing \text{ } 5/8 @ 0.30$$

DISEÑO DE MURO DE CONTENCION EN VOLADIZO



Cálculo de socavación

ANCHO ESTABLE DEL CAUCE

MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON

$$B = K_1 Q^{1/2}$$

$$Q = 15.99 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$k_1 = 2.9$$

$$B = 11.6 \text{ m}$$

Condición	k1
☐ fondo y orillas de arena	5.7
☐ fondo arena y orillas de material cohesivo	4.2
☐ fondo y orillas de material cohesivo	3.6
☒ fondo y orillas del cauce de grava	2.9
☐ fondo arena y orillas de material no cohesivo	2.8

MÉTODO DE PETTIS

$$B = 4.44 Q^{0.5}$$

$$B = 17.75 \text{ m}$$

MÉTODO DE BLENCH Y ALTUNIN

$$B = 1.81 (Q F_b / F_s)^{1/2}$$

$$d_{50} = 35.0 \text{ (mm)}$$

$$F_s = 0.3$$

$$F_b = 0.33$$

$$B = 7.558 \text{ m}$$

Condición	Fs
Orilla de barro y arena toma el valor de .	0.1
Orilla de barro, arcilla, fangosa toma un valor de	0.2
Orilla de material muy cohesivo, toma un valor de	0.3

- Si existe arrastre de sedimentos y el fondo es arenoso, emplear la siguiente expresión:

$$F_b = 1.9 \sqrt{D} (1 + 0.012 C_s) \text{ o } F_b = (d_{50})^{\frac{1}{3}} \quad B = 1.81 \left(\frac{Q F_b}{F_s} \right)^{1/2}$$

MÉTODO DE MANNING - STRICKLER

$$B = (Q^{1/2} / S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$$

Pendiente (m/m)
Zona del Proyecto = 0.01428

$$n = 0.040$$

$$K = 12$$

$$m = 0.5$$

$$B = 15.47 \text{ m}$$

Valores rugosidad de Manning (n)	
Descripción	n
Cauce con fondo sólido sin irregularidades = 0.025	0.025
Cauces de río con acarreo irregular = 0.030 - 0.029	0.03
Cauces de Ríos con Vegetación = 0.033 - 0.029	0.029
Cauces naturales con derrubio e irregularidades = 0.033	0.033
Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036	0.04
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil = 0.045 - 0.050	0.05
Coeficiente Material del Cauce (Tabla)	
Descripción	K
Material de cauce muy resistente = 3 a 4	3
Material fácilmente erosionable = 16 a 20	16
Material aluvial = 8 a 12	12
Valor practico = 10	10
Coeficiente de Tipo de Río (Tabla)	
Descripción	m
Para ríos de montaña	0.5
Para cauces arenosos	0.7
Para cauces aluviales	1

RESUMEN :

MÉTODO	B (m)
MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON	11.60
MÉTODO DE PETTIS	17.75
MÉTODO DE BLENCH Y ALTUNIN	7.56
MÉTODO DE MANNING - STRICKLER	15.47

$$\text{PROMEDIO } B = 13.09$$

$$\text{SE ADOPTA } B = 15.00$$

Ancho solera escogido (m) 15.00 Responde a un valor según la topografía. Tomado con criterio

ANCHO ESTABLE DEL CAUCE

MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON

$$B = K_1 Q^{1/2}$$

Q = 15.99 m³/s
k1 = 2.9
B = 11.6 m

Condición	k1
○ fondo y orillas de arena	5.7
○ fondo arena y orillas de material cohesivo	4.2
○ fondo y orillas de material cohesivo	3.6
● fondo y orillas del cauce de grava	2.9
○ fondo arena y orillas de material no cohesivo	2.8

MÉTODO DE PETTIS

$$B = 4.44 Q^{0.5}$$

B = 17.75 m

MÉTODO DE BLENCH Y ALTUNIN

$$B = 1.81(Q F_b / F_s)^{1/2}$$

d50 = 35.0 (mm)
Fs = 0.3
Fb = 0.33
B = 7.558 m

Condición	Fs
Orilla de barro y arena toma el valor de .	0.1
Orilla de barro, arcilla, fangosa toma un valor de	0.2
Orilla de material muy cohesivo, toma un valor de	0.3

- Si existe arrastre de sedimentos y el fondo es arenoso, emplear la siguiente expresión:

$$Fb = 1.9 \sqrt{D(1 + 0.012Cs)} \quad \text{o} \quad Fb = (d_{50})^{1/3} \quad B = 1.81 \left(\frac{Q Fb}{F_s} \right)^{1/2}$$

MÉTODO DE MANNING - STRICKLER

$$B = (Q^{1/2} / S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$$

Pendiente (m/m)
Zona del Proyecto = 0.01428

n = 0.040
K = 12
m = 0.5

B = 15.47 m

Valores rugosidad de Manning (n)	
Descripción	n
Cauce con fondo sólido sin irregularidades = 0.025	0.025
Cauces de río con acarreo irregular = 0.030 - 0.029	0.03
Cauces de Ríos con Vegetación = 0.033 - 0.029	0.029
Cauces naturales con derrubio e irregularidades = 0.033	0.033
Cauces de Río con fuerte transporte de acarreo = 0.035	0.035
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza = 0.040 - 0.036	0.04
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil = 0.045 - 0.050	0.05
Coeficiente Material del Cauce (Tabla)	
Descripción	K
Material de cauce muy resistente = 3 a 4	3
Material fácilmente erosionable = 16 a 20	16
Material aluvial = 8 a 12	12
Valor practico = 10	10
Coeficiente de Tipo de Río (Tabla)	
Descripción	m
Para ríos de montaña	0.5
Para cauces arenosos	0.7
Para cauces aluviales	1

RESUMEN :

MÉTODO	B (m)
MÉTODO DE SIMONS Y HENDERSON	11.60
MÉTODO DE PETTIS	17.75
MÉTODO DE BLENCH Y ALTUNIN	7.56
MÉTODO DE MANNING - STRICKLER	15.47

PROMEDIO B = 13.09

SE ADOPTA B = 15.00

Ancho solera escogido (m) 15.00 Responde a un valor según la topografía. Tomado con criterio

PROPIEDADES HIDRAULICAS DEL CAUCE

	Progresiva							
	0+000 - 0+050	0+050 - 0+100	0+100 - 0+150	0+150 - 0+200	0+200 - 0+250	0+250 - 0+300	0+300 - 0+350	0+350 - 0+400
Q Para socavación =	15.99							
Ancho de solera(m) =	21.00	23.00	25.00	56.00	61.00	22.00	21.00	24.00
Geometría del cauce =	trapezoidal							
Talud Z =	0.25	0.25	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.20
Rugosidad =	0.045							
Pendiente longitudinal =	0.0253							
Tirante normal(m) =	0.40237	0.38045	0.36169	0.22153	0.21039	0.39159	0.40303	0.37087
Area Hidraulica(m ²) =	8.4902	8.78652	9.06835	12.4157	12.8425	8.638	8.48796	8.92844
Espejo de agua(m) =	21.20118	23.19022	25.1447	56.0886	61.0842	22.1175	21.1209	24.1484
Número de Froud =	0.9502	0.94393	0.93744	0.87396	0.86697	0.94572	0.94878	0.94036
Tipo de Flujo =	Subcrítico							
Perímetro(m) =	21.8295	23.78432	25.7377	56.4518	61.4291	22.7919	21.8151	24.7564
Radio hidraulico(m) =	0.38893	0.36942	0.35234	0.21993	0.20906	0.37899	0.38909	0.36065
Velocidad media(m/s) =	1.88335	1.81983	1.76328	1.28788	1.24508	1.85112	1.88385	1.79091

Tipo de sección	Ancho A (m)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico R _h (m)	Espejo de agua T (m)
Rectangular	b	b+2y	$\frac{by}{b+2y}$	b
Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{b+zy}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN

Q(m³/s) = 15.99
 B(m) = 15.0
 q(m³/s/m) = 1.1
 q(m³/s/m) = 1.07
 D50(mm) = 15.00
 Dm (mm) = 15.20 Promedio ponderado
 D90(mm) = 20.00

Lacey	$h = 0.389 Q^{1/3} / d_m^{1/6}$
-------	---------------------------------

h = 2.62 m

Maza & Echevarria	$h = 0.365 Q^{0.784} / (B^{0.784} d_{50}^{0.157})$
-------------------	--

h = 3.15 m

Kellerhals	$h = 0.470 (q^{0.800} d_{90}^{0.120})$
------------	--

h = 2.75 m

Tabla 1. Ecuaciones para el cálculo de la socavación general a largo plazo en cauces naturales

SOCAVACIÓN GENERAL (A LARGO PLAZO)		
AUTOR	ECUACIÓN	OBSERVACIONES
Lacey (1930)	$h_{mc} = 0.389 \left(\frac{Q^{1/3}}{d_m} \right)$	
Blench (1959)	Para arenas de 0.06mm<d50<2mm $h_{ms} = 1.200 \left(\frac{Q^{2/3}}{d_{50}^{1/6}} \right)$	Basado en estudios de ríos de grava gruesa
	Para arcillas de d50>2mm $h_{ms} = 1.230 \left(\frac{Q^{2/3}}{d_{50}^{1/12}} \right)$	
Maza & Echevarria (1973)	$h_{ms} = 0.365 \left(\frac{Q^{0.784}}{B^{0.784} d_{50}^{0.157}} \right)$	Basado en alcances de varios autores, incluyendo estudios en Sudamérica d ₅₀ en (m)
Lischyn & Levediev (-)	$h_{ms} = 0.333 \left(\frac{q^{6.710}}{d_{50}^{0.199}} \right)$	Válido para el rango de las arenas d ₅₀ en (m)
Kellerhals (-)	$h_{ms} = 0.470 \left(\frac{q^{0.800}}{d_{90}^{0.120}} \right)$	Válido para leches de grava d ₉₀ en (m)

B: Ancho de la superficie del agua (m)
 d_m, en (m): Diámetro medio, diámetro donde el 50% y 90% del material es fino, respectivamente (mm)
 h_{ms}: Profundidad media de socavación (m)
 Q: Caudal de diseño (m³/s)
 q: Caudal de diseño (m³/s/m)

METODO DE LL. LIST VAN LEVEDIEV

Suelos Granulares - No Cohesivos	
$t_s =$	$((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta))^{1/(x+1)}$

Suelos Cohesivos	
$t_s =$	$((\alpha t^{5/3}) / (0.60 \gamma_s^{1.18} \beta))^{1/(x+1)}$

Donde:

t_s = Tirante despues de producirse la socavacion (m)
 t = Tirante sin socavacion (m)
 t = 3.58 m
 D_m = Diametro Medio de las particulas (mm)
 D_m = 15.20 mm
 γ_s = Peso Especifico suelo (Kg/m³)
 μ = Coeficiente de Contraccion
 α = Coeficiente
 α = Q/(t_m^{5/3} B μ)
 γ_s = 1.08

Tirante medio (t _m)= A/B	Q (Caudal de Diseño)	Coeficiente de Contraccion (μ) Tabla	Ancho Estable	α
t _m = 3.58	15.99	μ = 0.94	B = 93.87	0.02

PROFUNDIDAD DE SOCAVACION PARA SUELOS NO COHESIVO(1) :

1. Perfil antes de la erosión
2. Perfil de equilibrio tras la erosión

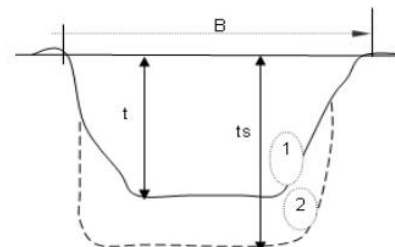


Tabla N° 03					
SELECCIÓN DE x EN SUELOS COHESIVOS (Tn/m3) o SUELOS NO COHESIVOS (mm)					
Peso específico Tn/m3	X	1/(X +1)	D (mm)	X	1/(X +1)
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.68	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.82
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1,000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			
Ps (T/m²)			D _m (mm)		
-	X	1/(X +1)	-	X	1/(X +1)

X : Exponente que depende de : D_m para suelos Granulares No Cohesivos y γ_s para suelos cohesivos. TABLA N° 03

X (Tabla N° 03)	1/x+1	ψ
x =	0.33	0.75
		1.10

Tabala n° 04 : Valores del Coeficiente β		
Periodo de Retorno (Años)	Probabilidad de Retomo (%)	Coeficiente β
	0.00	0.77
2.00	50.00	0.82
5.00	20.00	0.86
10.00	10.00	0.90
20.00	5.00	0.94
50.00	2.00	0.97
100.00	1.00	1.00
300.00	0.33	1.03
500.00	0.20	1.05
1,000.00	0.10	1.07
Periodo de Retorno (Años) =====>		50.00
β =		0.00

Para suelos granulares:

$$y_s = \left[\frac{\alpha \cdot y_o^{5/3}}{0.68 D_m^{0.28} \cdot \beta \cdot \psi} \right]^{1/1+Z}$$

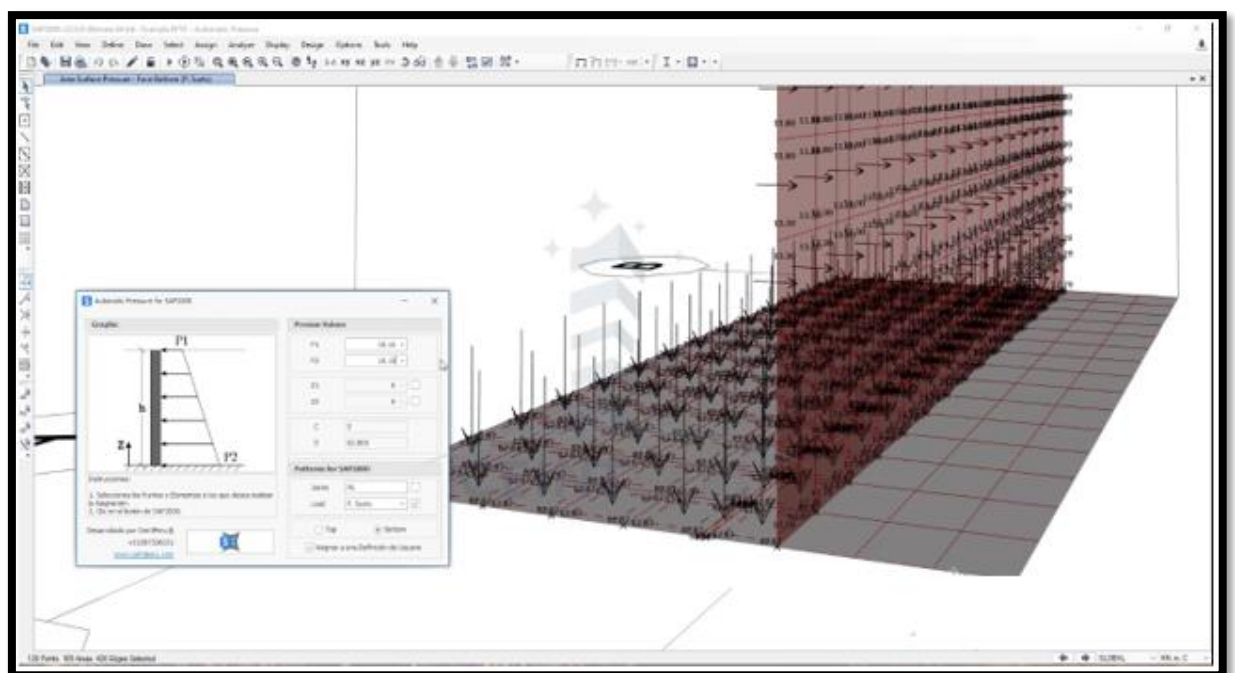
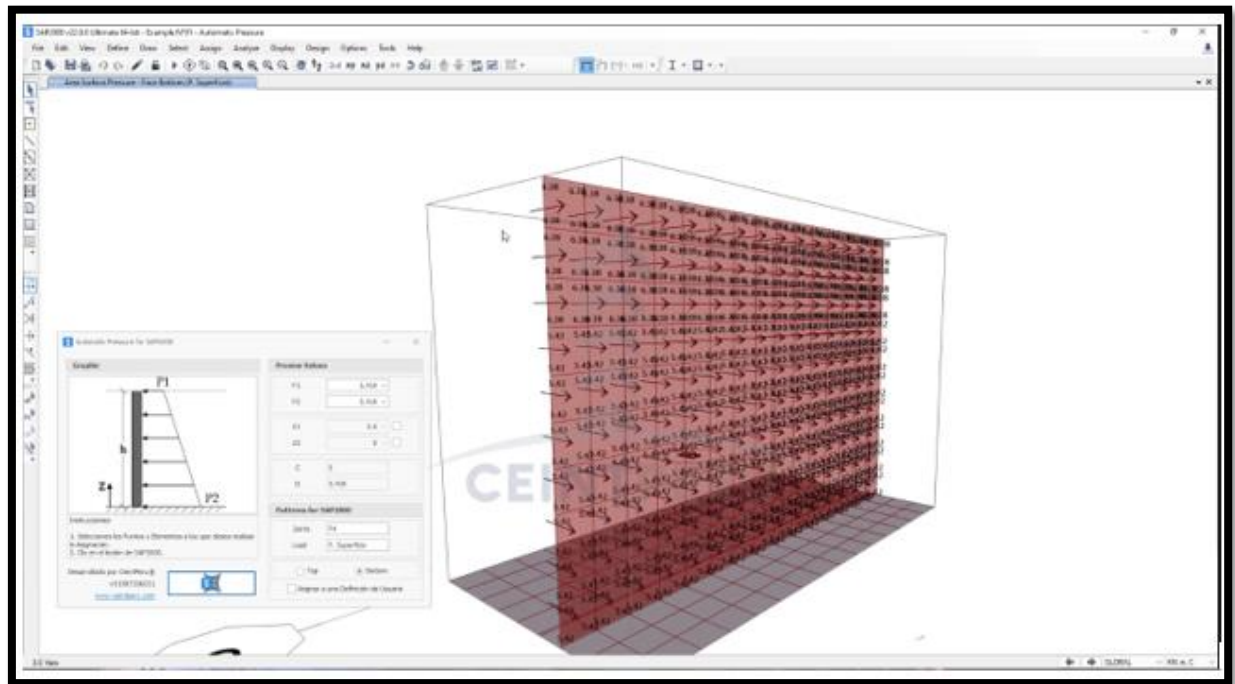
Coeficiente por Tiempo de Retorno : β (Tabla N° 04)			TIRANTE DE SOCAVACION SUELOS GRANULARES - NO COHESIVOS	
β =			$t_s = ((\alpha t^{5/3}) / (0.68 D_m^{0.28} \beta \psi))^{1/(x+1)}$	
			t _s =	9.61 m

PROFUNDIDAD DE SOCAVACION (H _s)				
H _s = t _s - t				
H _s =	6.03	3.00	2.96	1.60
			2.50	2.10

Prof. Socav. (ds) (m)

METODO	Socavación en Progresivas								
	0+000 – 0+050	0+050 – 0+100	0+100 – 0+150	0+150 – 0+200	0+200 – 0+250	0+250 – 0+300	0+300 – 0+350	0+350 – 0+400	0+400 – 0+450
Lacey	2.62	2.62	2.62	2.62	2.62	1.20	1.20	1.20	1.20
Maza & Echevarria	3.15	3.15	3.15	3.15	3.15	2.10	2.10	2.10	2.10
Kellerhals	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75	1.75	1.75	1.75	1.75
LIST VAN LEVEDIEV	6.03	6.10	2.96	2.97	0.10	1.95	2.50	2.10	2.10
PROMEDIO	3.64	3.65	2.87	2.87	2.15	1.75	1.89	1.79	1.79

Modelación de la presión hidrostática en el muro de contención



Resumen de metrado y desagregado de metrado

RESUMEN DE METRADO

Proyecto: **DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026**

Ubicación: **CANGALLO-AYACUCHO**

Especialidad: **MURO DE CONTENCIÓN**

ESTRUCTURA

Item	Descripción	Und	Total
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
01.01.01	Encausamiento de Filtraciones Existentes	glb	1.00
01.01.02	Trazo y Replante Durante la Ejecucion de Obra	ml	96.40
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
01.02.01	Excavacion Maciva En Cimentacion de MC C/Equipo	m3	2,917.54
01.02.02	Excavacion Manual en Cimiento De Muerto Para Anclajes	m3	85.37
01.02.03	Relleno con Material Propio Compactado @ 0.30m	m3	1,005.61
01.02.04	Relleno con Material Granular Para Filtro	m3	167.30
01.02.05	Eliminacion De Material Excedente Con Esponjamiento	m3	2,164.59
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		
01.03.01	Cimiento Corrido _ Mezcla 1:10 C:H + 30% P.G	m3	239.53
01.03.02	Asentado de Piedra Habilitada Mezcla C:A 1:6 + 75% P.G.	m3	692.25
01.03.03	Encofrado y Desencofrado de Muro de Mamposteria	m2	926.27
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
01.04.01	ZAPATAS		
01.04.01.01	Concreto f 'c=210 Kg/cm2	m3	17.72
01.04.01.02	Acero Corrugado fy = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	1,367.19
01.04.02	VIGAS DE CIMENTACION		
01.04.02.01	Concreto f 'c=210 Kg/cm2	m3	10.78
01.04.02.02	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	107.82
01.04.02.03	Acero Corrugado fy = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	1,595.15
01.04.03	COLUMNAS		
01.04.03.01	Concreto f 'c=210 Kg/cm2	m3	20.17
01.04.03.02	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	201.69
01.04.03.03	Acero Corrugado fy = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	3,348.39
01.04.04	VIGAS		
01.04.04.01	Concreto f'c=175 Kg/cm2	m3	15.52
01.04.04.02	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	92.85
01.04.04.03	Acero Corrugado fy = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	2,227.59
01.05	VARIOS		
01.05.01	Acero Corrugado fy = 4200 Kg/cm2 Grado 60 Para Anclajes	kg	137.64
01.05.02	Tuberia de Drenaje en Muro de 2"	m	237.30
01.05.03	Tuberia PVC 5/8" Para Anclajes	m	108.00
01.05.04	Juntas de Construcción de Tecknoport E=1" Para Muro	m2	60.54

PLANILLA DE METRADOS

Proyecto: **DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026**

Ubicación: **CANGALLO-AYACUCHO**

Especialidad: **MURO DE CONTENCION**

ESTRUCTURA

Item	Descripción	Uni	Nº Veces	Largo	Ancho	Alto	Sub Total	Total
01.02	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>							
01.02.01	Excavacion Maciva En Cimentacion de MC C/Equipo	m3						2917.54
	Viene de Metrado de Explanaciones + esp.		Vol.				2917.54	
01.02.02	Excavacion Manual en Cimiento De Muerto Para Anclajes	m3						85.37
	Excavacion Corrida			40.65	1	2.1	85.37	
01.02.03	Relleno con Material Propio Compactado @ 0.30m	m3						1005.61
	Viene de Metrado de Explanaciones + esp.		Vol.				1005.61	
01.02.04	Relleno con Material Granular Para Filtro	m3						167.30
	Seccion 01			40.65	Área=	2.3	93.50	

		Seccion 02	49.20	Área=	1.5	73.80	
01.02.05	Eliminacion De Material Excedente Con Esponjamiento	m3					2164.59
	Material Excedente						2164.59
01.03	<u>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</u>						
01.03.01	Cimiento Corrido _ Mezcla 1:10 C:H + 30% P.G	m3					239.53
	Seccion 01	1	40.65	3	1	121.95	
	Seccion 02	1	49.20	2.6	0.8	102.34	
	Seccion 02	1	40.65	0.75	0.5	15.24	
01.03.02	Asentado de Piedra Habilitada Mezcla C:A 1:6 + 75% P.G.	m3					692.25
	Seccion 01	1	38.25	Área=	9.06	346.55	
	Seccion 02	1	46.20	Área=	6.075	280.67	
	Seccion 02	1	40.65	1	1.6	65.04	
01.03.03	Encofrado y Desencofrado de Muro de Mamposteria	m2					926.27
	Seccion 01	1	38.25		6.203	474.53	
	Seccion 02	1	46.20		4.889	451.74	
01.04	<u>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</u>						
01.04.01	<u>ZAPATAS</u>						
01.04.01.01	Concreto f 'c=210 Kg/cm2	m3					17.72
	Z-01	10	1.20	1.6	0.5	9.60	
	Z-02	7	1.45	1.6	0.5	8.12	

01.04.01.02	Acero Corrugado f'y = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg					1367.19
01.04.02	<u>VIGAS DE CIMENTACION</u>						
01.04.02.01	Concreto f 'c=210 Kg/cm2	m3					10.78
		VC-01	1	89.85	0.2	0.6	10.78
01.04.02.02	Encofrado y Desencofrado Normal	m2					107.82
		VC-01	2	89.85		0.6	107.82
01.04.02.03	Acero Corrugado f'y = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg					1595.15
01.04.03	<u>COLUMNAS</u>						
01.04.03.01	Concreto f 'c=210 Kg/cm2	m3					20.17
		C-01	27	0.20	0.6	6.225	20.17
01.04.03.02	Encofrado y Desencofrado Normal	m2					201.69
		C-01	27		0.6	6.225	201.69
01.04.03.03	Acero Corrugado f'y = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg					3348.39
01.04.04	<u>VIGAS</u>						
01.04.04.01	Concreto f'c=175 Kg/cm2	m3					15.52
		VS-1	1	130.50	0.4	0.2	10.44
		VS-2	1	40.65	0.25	0.5	5.08
01.04.04.02	Encofrado y Desencofrado Normal	m2					92.85
		VS-1	1	130.50		0.2	52.20
		VS-2	1	40.65		0.5	40.65
01.04.04.03	Acero Corrugado f'y = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg					2227.59

01.05	<u>VARIOS</u>						
01.05.01	Acero Corrugado f'y = 4200 Kg/cm2 Grado 60 Para Anclajes	kg					137.64
01.05.02	Tuberia de Drenaje en Muro de 2"	m					237.30
	Seccion 01	1	40.65			81.30	
		16	0.80			25.60	
	Seccion 02	1	49.20			98.40	
		20	0.80			32.00	
01.05.03	Tuberia PVC 5/8" Para Anclajes	m					108.00
	Seccion 01	12	4.50			108.00	
01.05.04	Juntas de Construccion de Tecknoport E=1" Para Muro	m2					60.54
	Seccion 01	4		Área=	9.06	36.24	
	Seccion 02	4		Área=	6.075	24.30	

PLANILLA DE METRADOS ACERO ZAPATAS

Proyecto: **DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026**

Ubicación: **CANGALLO-AYACUCHO**

PARTIDA N°	DESCRIPCION	DISEÑO DEL FIERRO	Ø	Nº Elementos Iguales	Nº de Piezas Iguales	Longitud x Pieza	LONGITUD X DIAMETRO							
							8mm	1/4"	3/8"	12mm	1/2"	5/8"	3/4"	1"
							0.40	0.25	0.56	0.9	0.99	1.55	2.25	3.97

Z-01

10

Recubrimiento Inferior

0.050

0.15

Acero Long.

1.20

5/8"

10

17

1.40

238

0.15

Recubrimiento Inferior

0.050

0.15

Acero Transv.

1.60

5/8"

10

13

1.80

234

0.15

Z-02

7

Recubrimiento Inferior

0.050

0.15

Acero Long.

1.45

5/8"

7

17

1.65

196.35

0.15

Recubrimiento Inferior

0.050

0.15

Acero Transv.

1.60

5/8"

7

15.5

1.80

195.3

0.15

RESUMEN DE LONGITUD Y DE PESO DE ACERO	LONGITUD TOTAL Ø	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	880.92	0.00	0.00
	PESO Kg - M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1367.19	0.00	0.00
	PESO TOTAL KG	1367.19							

PLANILLA DE METRADOS ACERO VIGAS DE CIMENTACION

Proyecto: **DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026**

Ubicación: **CANGALLO-AYACUCHO**

PARTIDA N°	DESCRIPCION	DISEÑO DEL FIERRO	Ø	Nº Elementos Iguales	Nº de Piezas Iguales	Longitud x Pieza	LONGITUD X DIAMETRO						
							8mm	1/4"	3/8"	12mm	1/2"	5/8"	3/4"
							0.4	0.3	0.56	0.89	0.99	1.55	2.25

<u>VC-01</u>						1							
	Recubrimiento Laterales	0.040											
		89.85											
			5/8"	1	8	96.19						769.52	
	<i>acero corrido sup&inf.</i>	0.35											
	Empalme	5.99											
	Estribos 1		3/8"	1	499	1.44			718.56				
	Recubrimiento	0.04											
		0.20											
													
		0.60											

RESUMEN DE LONGITUD Y DE PESO DE ACERO	LONGITUD TOTAL Ø	0.00	0.00	718.56	0.00	0.00	769.52	0.00
	PESO Kg - M	0.00	0.00	402.39	0.00	0.00	1192.76	0.00
	PESO TOTAL KG	1595.15						

PLANILLA DE METRADOS ACERO COLUMNAS

Proyecto: **DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026**

Ubicación: **CANGALLO-AYACUCHO**

PARTIDA N°	DESCRIPCION	DISEÑO DEL FIERRO	Ø	Nº Elementos Iguales	Nº de Piezas Iguales	Longitud x Pieza	LONGITUD X DIAMETRO							
							8mm	1/4"	3/8"	12mm	1/2"	5/8"	3/4"	1"
							0.40	0.25	0.56	0.9	0.99	1.55	2.25	3.97

C1

27

Recubrimiento Inferior

0.040

Empalme

0.00

0.15

6.23

5/8"

27

8

6.55

1413.7

0.25

Estribos

3/8"

27

45

1.60

1944

Recubrimiento

0.025

0.60



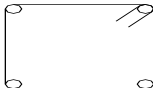
RESUMEN DE LONGITUD Y DE PESO DE ACERO	LONGITUD TOTAL Ø	0.00	0.00	1982.88	0.00	0.00	1441.99	0.00	0.00
	PESO Kg - M	0.00	0.00	1110.41	0.00	0.00	2237.98	0.00	0.00
	PESO TOTAL KG	3348.39							

PLANILLA DE METRADOS ACERO VIGAS

Proyecto: DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026

Ubicación: CANGALLO-AYACUCHO

PARTIDA N°	DESCRIPCION	DISEÑO DEL FIERRO	Ø	Nº Elementos Iguales	Nº de Piezas Iguales	Longitud x Pieza	LONGITUD X DIAMETRO						
							8mm	1/4"	3/8"	12mm	1/2"	5/8"	3/4"
							0.4	0.3	0.56	0.89	0.99	1.55	2.25

<u>VS-1</u>		1											
Recubrimiento Laterales	0.040												
	135.90												
	5/8"	1	6	145.31								871.86	
<i>acero corrido sup&inf.</i>	0.35												
Empalme	9.06												
Estribos 1	3/8"	1	544	1.04								565.76	
Recubrimiento	0.04												
	0.40												
													
													0.20

<u>VS-2</u>				1									
Recubrimiento Laterales	0.040												
	43.05												
<i>acero corrido sup&inf.</i>	0.35	5/8"	1	6	46.27	277.62							
Empalme	2.87												
Estribos 1		3/8"	1	172	1.34	230.48							
Recubrimiento	0.04												
	0.25												
	0.50												

RESUMEN DE LONGITUD Y DE PESO DE ACERO	LONGITUD TOTAL Ø	0.00	0.00	796.24	0.00	0.00	1149.48	0.00
	PESO Kg - M	0.00	0.00	445.89	0.00	0.00	1781.69	0.00
	PESO TOTAL KG	2227.59						

PLANILLA DE METRADOS ACERO VIGAS

Proyecto: **DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026**

Ubicación: **CANGALLO-AYACUCHO**

PARTIDA N°	DESCRIPCION	DISEÑO DEL FIERRO	Ø	Nº Elementos Iguales	Nº de Piezas Iguales	Longitud x Pieza	LONGITUD X DIAMETRO						
							8mm	1/4"	3/8"	12mm	1/2"	5/8"	3/4"
							0.4	0.3	0.56	0.89	0.99	1.55	2.25

Acero para Anclajes

1

Recubrimiento Laterales

0.040

5.80



0.80

5/8"

12

1

7.40

88.8

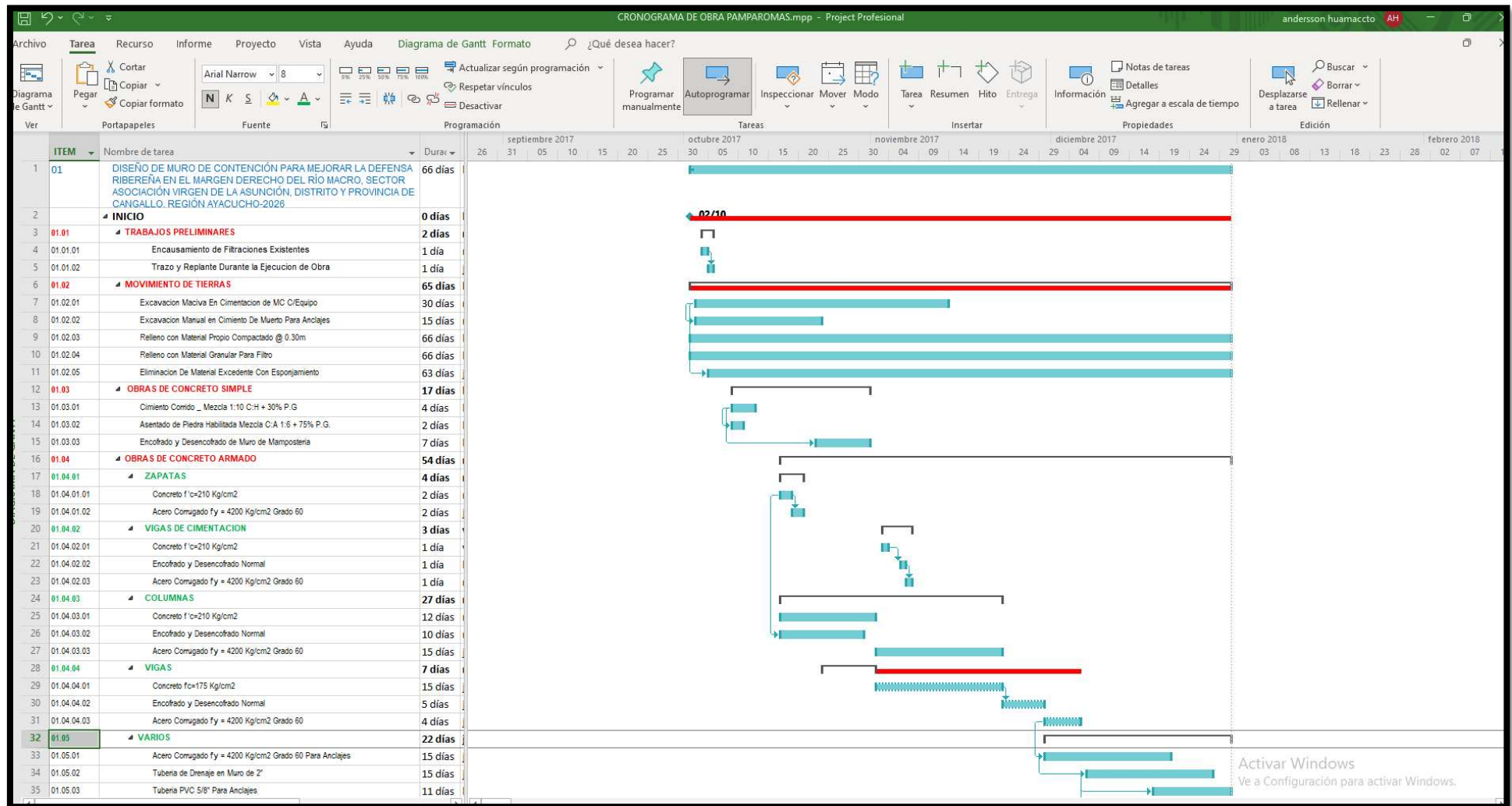
RESUMEN DE LONGITUD Y DE PESO DE ACERO	LONGITUD TOTAL Ø	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88.80	0.00
	PESO Kg - M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	137.64	0.00
	PESO TOTAL KG	137.64						

Presupuesto

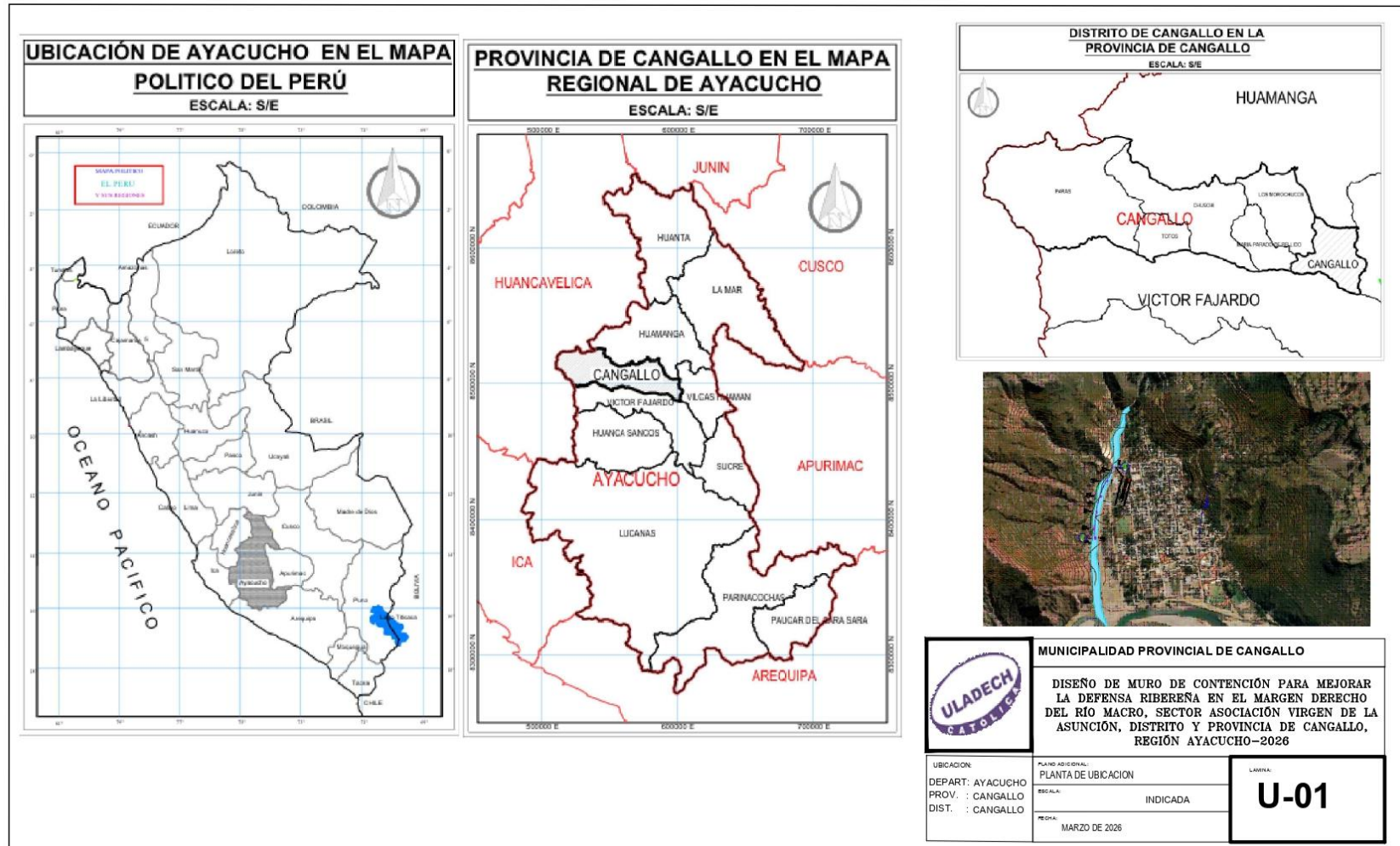
Presupuesto	0304019	DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL MARGEN DERECHO DEL RÍO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026			
Ciente	HUAMACCTO TAYPE ANDERSSON OSCAR	Costo al		09/04/2026	
Lugar	AYACUCHO - CANGALLO - CANGALLO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MUROS DE CONTENCION				248,018.49
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				3,809.82
01.01.01	Encausamiento de Filtraciones Existentes	glb	1.00	1,673.60	1,673.60
01.01.02	Trazo y Replante Durante la Ejecucion de Obra	ML	96.40	22.16	2,136.22
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				68,447.68
01.02.01	Excavacion Maciva En Cimentacion de MC C/Equipo	m3	2,945.74	10.62	31,283.76
01.02.02	Excavacion Manual en Cimientto De Muerto Para Anclajes	m3	85.37	10.94	933.95
01.02.03	Relleno con Material Propio Compactado @ 0.30m	m3	1,013.60	6.24	6,324.86
01.02.04	Relleno con Material Granular Para Filtro	m3	167.30	105.62	17,670.23
01.02.05	Eliminacion De Material Excedente Con Esponjamiento	m3	2,184.80	5.60	12,234.88
01.03	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				109,274.46
01.03.01	Cimiento Corrido _ Mezcla 1:10 C:H + 30% P.G	m3	239.53	84.70	20,288.19
01.03.02	Asentado de Piedra Habilitada Mezcla C:A 1:6 + 75% P.G.	m3	692.25	91.79	63,541.63
01.03.03	Encofrado y Desencofrado de Muro de Mamposteria	m2	926.27	27.47	25,444.64
01.04	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				59,370.16
01.04.01	ZAPATAS				11,068.59
01.04.01.01	Concreto F'c=210 kg/cm2	m3	19.84	239.30	4,747.71
01.04.01.02	Acero Corrugado fy = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	1,530.48	4.13	6,320.88
01.04.02	VIGAS DE CIMENTACION				11,396.26
01.04.02.01	Concreto F'c=210 kg/cm2	m3	10.78	239.30	2,579.65
01.04.02.02	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	107.82	20.67	2,228.64
01.04.02.03	Acero Corrugado fy = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	1,595.15	4.13	6,587.97
01.04.03	COLUMNAS				22,824.46
01.04.03.01	Concreto F'c=210 kg/cm2	m3	20.17	239.30	4,826.68
01.04.03.02	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	201.69	20.67	4,168.93
01.04.03.03	Acero Corrugado fy = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	3,348.39	4.13	13,828.85
01.04.04	VIGAS				14,080.85
01.04.04.01	Concreto f'c=175 Kg/cm2	m3	15.52	165.46	2,567.94
01.04.04.02	Encofrado y Desencofrado Normal	m2	92.85	27.07	2,513.45
01.04.04.03	Acero Corrugado fy = 4200 Kg/cm2 Grado 60	kg	2,227.59	4.04	8,999.46
01.05	VARIOS				7,116.37
01.05.01	Acero Corrugado fy = 4200 Kg/cm2 Grado 60 Para Anclajes	kg	137.64	4.04	556.07
01.05.02	Tuberia de Drenaje en Muro de 2"	m	237.30	19.42	4,608.37
01.05.03	Tuberia PVC 5/8" Para Anclajes	ML	106.00	13.12	1,390.72
01.05.04	Juntas de Construccion de Tecknoport E=1" Para Muro	m2	60.54	9.27	561.21
	COSTO DIRECTO				248,018.49
	GATOS GENERALES				24,801.85

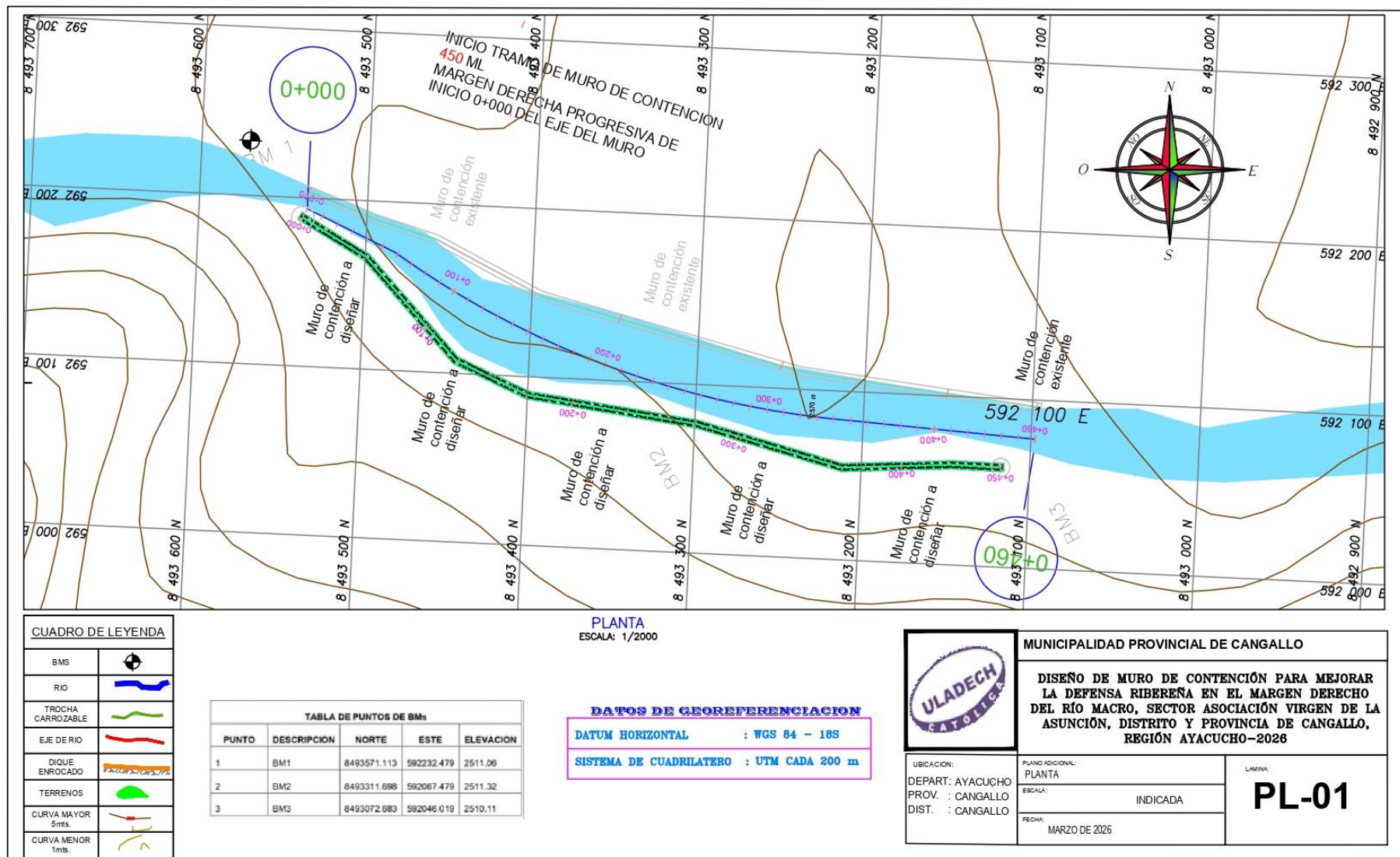
	PRESUPUESTO TOTAL				272,820.34

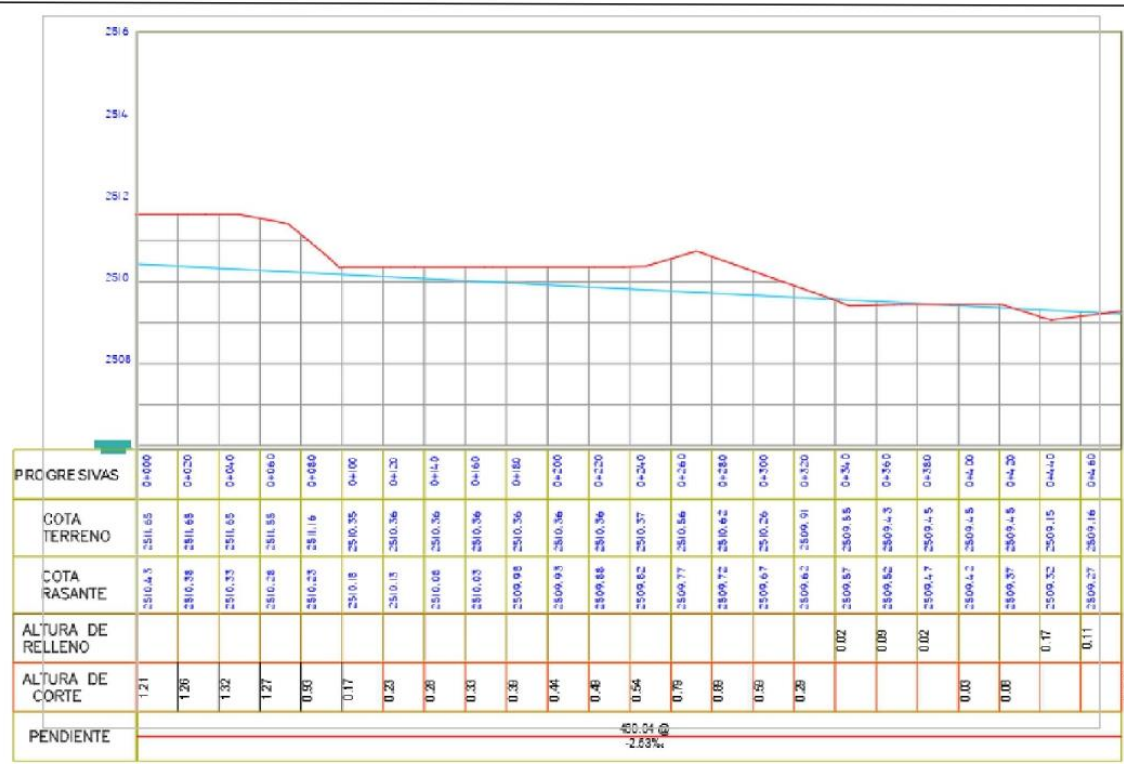
Cronograma GANTT



Planos







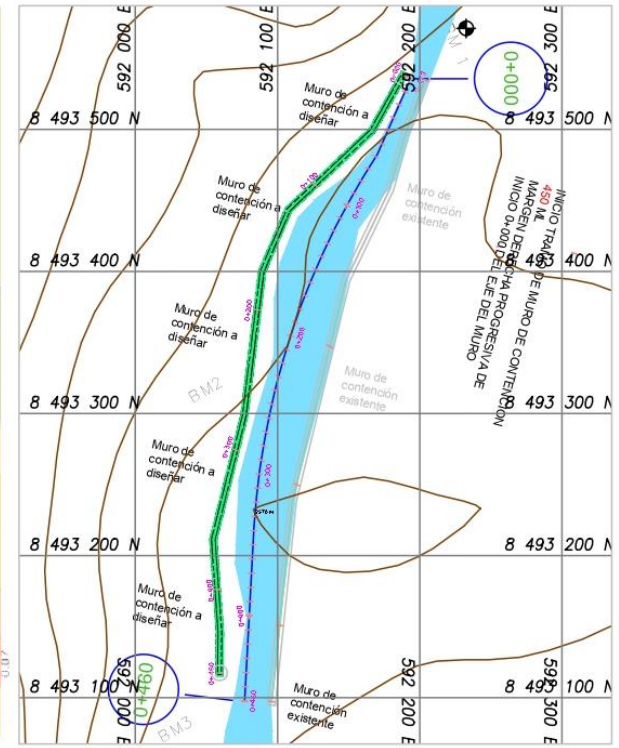
CUADRO DE LEGENDA	
B.M.	
RIO	
TROCHA CAMBIOABLE	
SIE DE RIO	
BOQUE EMPUJADO	
TERRENO	
CURVA MAYOR	
CURVA MENOR	

PERFIL LONGITUDINAL
 PROG.: 0+000 - 0+450
 ESC. V: 1/200
 ESC. H: 1/2000

TABLA DE PUNTOS DE B.M.s				
PUNTO	DESCRIPCION	NORTE	ESTE	ELEVACION
1	BM1	8493571.113	592232.479	2511.06
2	BM2	8493311.698	592067.479	2511.32
3	BM3	8493072.983	592046.019	2510.11

DATOS DE GEOREFERENCIACION

DATUM HORIZONTAL : WGS 84 - 18S
 SISTEMA DE CUADRILATERO : UTM CADA 200 m



		MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CANGALLO	
DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA EN EL MARGEN DERECHO DEL RIO MACRO, SECTOR ASOCIACIÓN VIRGEN DE LA ASUNCIÓN, DISTRITO Y PROVINCIA DE CANGALLO, REGIÓN AYACUCHO-2026			
UBICACION: DEPART.: AYACUCHO PROV.: CANGALLO DIST.: CANGALLO	PLANO ADICIONAL: PERFIL LONGITUDINAL ESCALA: INDICADA FECHA: MARZO DE 2026	LAMINA: PL-01	

